

KAJIAN BIBLIOMETRIK INTERAKSI MIKORIZA DAN AKAR IPOMOEA BATATAS: IMPLIKASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN TANAMAN

Cantika Imarta Muzhaffara, Rinie Pratiwi Puspitawati

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Surabaya, Surabaya, Jawa Timur

Email Korespondensi: riniepratiwi@unesa.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the development of research and the direction of scientific studies on the interaction between mycorrhizae and the roots of *Ipomoea batatas* through a bibliometric approach, emphasizing its implications for plant growth and resilience. Data were obtained from two major databases with a total of 162 articles, which were then selected using PRISMA guidelines until five relevant articles remained for further analysis. The analysis was conducted using Biblioshiny and VOSviewer software to trace publication trends, author collaboration networks, and the relationship of keywords that frequently appear in related studies. The results of the analysis show a significant increase in publications during the period 2015–2025. Initial studies focused on the genetic and molecular aspects of the symbiotic relationship between mycorrhizae and plant roots, while recent research emphasizes the physiological and applied roles of mycorrhizae, particularly in increasing phosphorus absorption, plant metabolism, and tolerance to abiotic stress. Two research clusters were identified: a molecular genetic cluster and a functional physiological cluster, interconnected through the main theme of arbuscular mycorrhiza. Overall, this study confirms that arbuscular mycorrhizae play a crucial role in strengthening root systems, increasing nutrient uptake efficiency, and supporting more adaptive and sustainable *Ipomoea batatas* agriculture. Further studies are needed to explore the molecular mechanisms of root colonization and the application of mycorrhizal biotechnology to increase plant productivity under various environmental conditions.

Keywords:

Bibliometric Analysis,
Mycorrhizal Interactions,
Ipomoea batatas,
Plant Growth.

Pendahuluan

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) merupakan salah satu komoditas pangan utama yang memiliki posisi penting dalam ketahanan pangan dunia. Berdasarkan data global, tanaman ini menempati urutan ketujuh dalam tingkat produksi, berada satu peringkat di bawah singkong. Umbinya dikenal sebagai sumber karbohidrat dan vitamin A yang baik, sementara daunnya mengandung protein dalam jumlah relatif tinggi. Tanaman ini juga unggul dari segi efisiensi energi karena mampu menghasilkan kalori yang dapat dikonsumsi per hektar lebih besar dibandingkan padi, gandum, maupun singkong. Di Indonesia, ubi jalar memiliki peran penting sebagai bahan pangan alternatif, terutama di wilayah pedesaan yang masih bergantung pada hasil pertanian lokal. Selain menjadi sumber karbohidrat, umbi ubi jalar juga mengandung vitamin A, vitamin C, serat, dan berbagai senyawa antioksidan yang mendukung kesehatan tubuh (Hakim & Soelaksini, 2019). Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), tingkat konsumsi ubi jalar masyarakat Indonesia mencapai 3,1 kg per kapita per tahun, atau sekitar 3,09% dari total konsumsi karbohidrat. Namun, produksi nasional pada

tahun 2023 hanya mencapai 1,43 juta ton, menurun sekitar lima persen dibandingkan dengan lima tahun sebelumnya (BPS, 2023).

Secara taksonomi, tanaman ini termasuk dalam famili *Convolvulaceae*, kelompok tumbuhan dikotil yang mampu tumbuh di berbagai kondisi iklim tropis, subtropis, maupun sedang. Penyebaran ubi jalar di Indonesia cukup luas, meliputi wilayah Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, Maluku, hingga Papua (Purbasari & Sumadji, 2018). Di tingkat global, produksi ubi jalar dilaporkan melampaui 100 juta ton setiap tahunnya (Marques dkk., 2014). Selain sebagai bahan pangan pokok, tanaman ini juga dikategorikan sebagai pangan fungsional karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi mencegah penyakit kronis melalui aktivitas antioksidan, antiinflamasi, imunomodulator, antimikroba, antikanker, dan antiulkus (Ayeleso dkk., 2016).

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola makan sehat dan berbasis bahan alami, permintaan terhadap ubi jalar terus mengalami peningkatan. Namun, peningkatan tersebut belum sepenuhnya diimbangi oleh perbaikan kualitas maupun produktivitas. Praktik penggunaan pupuk kimia dan pestisida berlebih masih banyak dilakukan oleh petani yang berpotensi menurunkan kualitas tanah serta menimbulkan dampak lingkungan negatif. Salah satu pendekatan yang kini banyak dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan pupuk organik dan agen hayati seperti mikoriza yang terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta efisiensi penyerapan unsur hara (Yatoo dkk., 2021; Pelealu dkk., 2019; Tallei dkk., 2016).

Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualistik antara jamur (*mykes*) dan akar tanaman (*rhiza*), yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah (Sudiarti, 2018). Dalam hubungan ini, jamur menyediakan unsur hara esensial seperti fosfor (P) bagi tanaman, sementara tanaman memberikan karbon hasil fotosintesis bagi jamur. Interaksi ini telah terbukti memperkuat pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang kurang optimal (Rinaldi, 2018). Fosfor merupakan unsur makro penting yang berperan dalam berbagai proses vital, termasuk respirasi, fotosintesis, pembelahan sel, dan pembentukan akar (Pane dkk., 2022; Lisdiyanti dkk., 2018). Mikoriza membantu memperluas daerah serapan fosfor melalui hifa eksternal yang dapat menembus tanah di luar zona perakaran (Samanhudi, 2017). Pada mikoriza tipe arbuskular, struktur arbuskula berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrien antara jamur dan tanaman, sementara vesikel berperan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan (Plumula dkk., 2017).

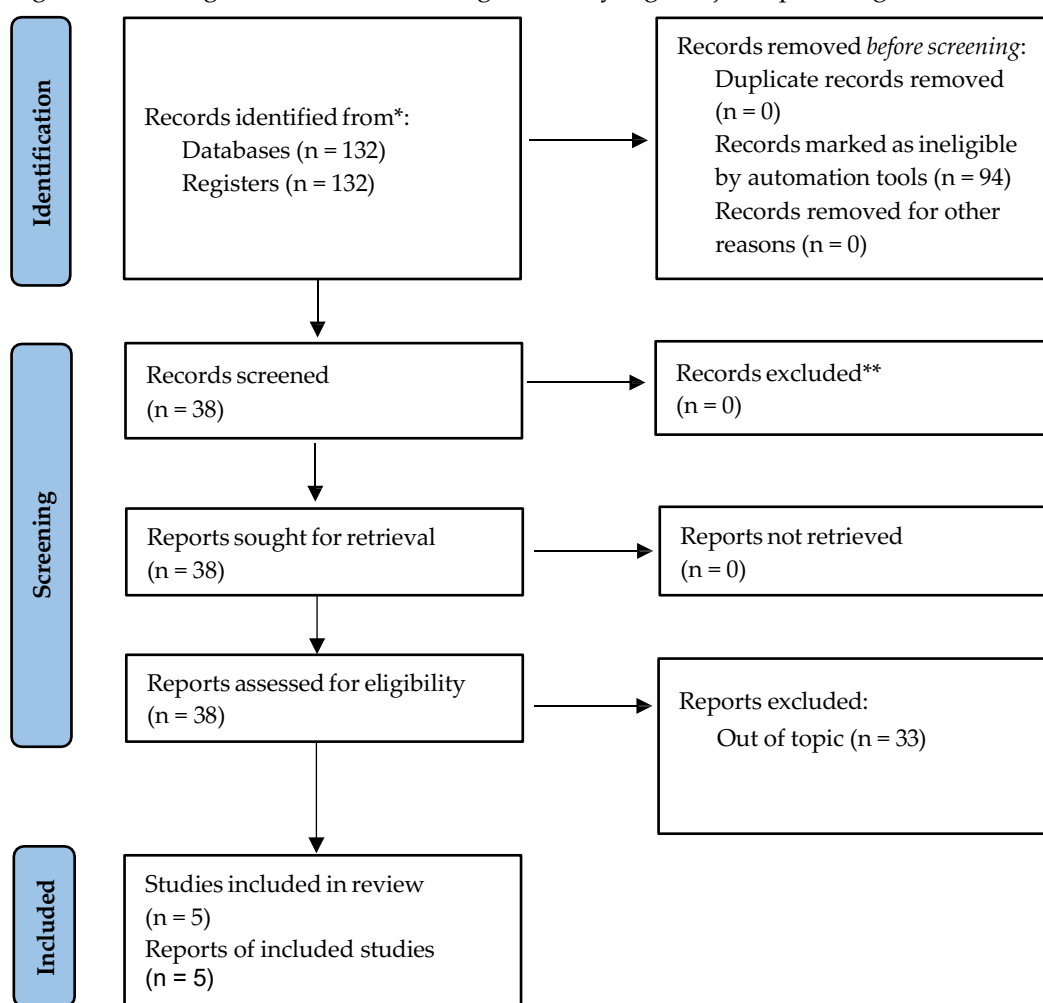
Berbagai penelitian menunjukkan bahwa mikoriza arbuskular (*Arbuscular Mycorrhizal Fungi/AMF*) berkontribusi penting terhadap peningkatan penyerapan unsur hara serta ketahanan ubi jalar terhadap tekanan lingkungan. Pelealu dkk. (2019) melaporkan bahwa kombinasi AMF dengan pupuk organik mampu meningkatkan tinggi batang, jumlah daun, dan berat umbi pada varietas ubi jalar ungu. Hasil serupa juga ditemukan oleh Espinosa-Cuéllar dkk. (2023), yang menyatakan bahwa inokulan *Rhizoglyphus irregularis* (INCAM-11) memberikan hasil umbi serta tingkat kolonisasi akar tertinggi dibandingkan perlakuan pemupukan NPK penuh. ALHadidi dkk. (2021) juga membuktikan bahwa pemberian inokulan AMF pada bibit ubi jalar oranye dan ungu dapat memperbaiki pertumbuhan dan kolonisasi akar. Sementara itu, Mukhongo dkk. (2023) menemukan bahwa kelimpahan serta komposisi spora AMF pada lahan ubi jalar di Uganda bervariasi tergantung sistem budidaya dan karakteristik tanah. Minemba dkk. (2019) menambahkan bahwa keberadaan AMF dapat meningkatkan efisiensi penggunaan fosfor melalui eksudasi asam organik akar seperti sitrat dan malat, yang membantu melarutkan fosfat di tanah masam.

Meskipun riset mengenai interaksi antara mikoriza dan akar *Ipomoea batatas* telah banyak dilakukan, kajian yang menelusurinya dari perspektif bibliometrik masih sangat jarang. Hingga kini belum terdapat penelitian yang secara menyeluruh memetakan tren publikasi, fokus tematik, serta jejaring kolaborasi ilmiah dalam bidang ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren riset, kata kunci dominan, serta pola kolaborasi ilmiah terkait interaksi mikoriza

dan akar *Ipomoea batatas*, sekaligus menelaah implikasinya terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman.

Metode Penelitian

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui tinjauan pustaka sistematis (*systematic literature review*). Pendekatan ini digunakan agar proses pencarian serta pemilihan artikel berlangsung secara terbuka, terstruktur, dan dapat direplikasi. Penelitian ini mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) sebagai acuan utama. Penerapan pedoman PRISMA membantu dalam menyeleksi ribuan publikasi hingga diperoleh artikel yang paling relevan dan memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Secara lebih rinci, tahapan seleksi literatur yang mencakup proses identifikasi, penyaringan, dan penentuan studi akhir yang dianalisis, digambarkan melalui diagram alur yang disajikan pada bagian berikut.



Gambar 1. PRISMA interaksi mikoriza dan akar *Ipomoea batatas* pada periode 2015-2025

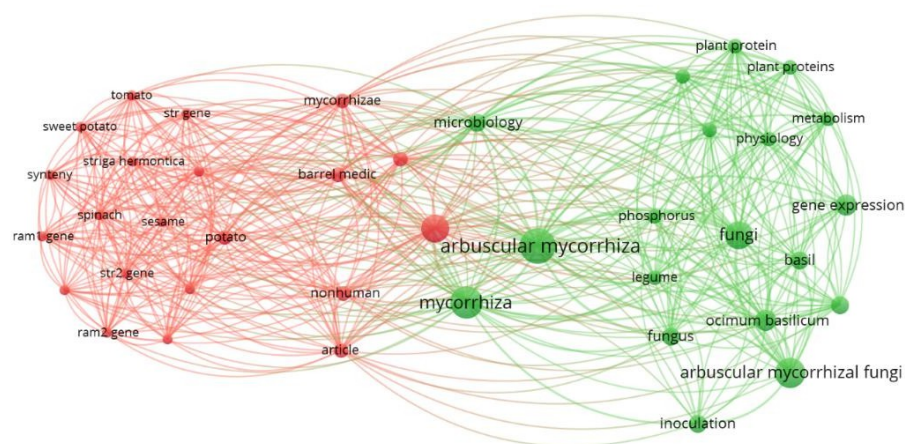
Tahap pertama adalah identifikasi, di mana sebanyak 132 artikel ditemukan melalui pencarian dengan kata kunci. Tidak ada duplikasi atau artikel yang dieliminasi secara otomatis sebelum proses penyaringan manual dilakukan.

Pada tahap penyaringan, semua artikel yang ditemukan (132 artikel) dievaluasi berdasarkan relevansinya. Selanjutnya, pada tahap kelayakan, seluruh artikel tersebut diperiksa lebih mendalam untuk memperoleh teks lengkapnya. Dari proses ini, hanya 38 artikel yang dianggap memenuhi kriteria awal untuk dianalisis lebih lanjut. Namun, setelah proses seleksi yang lebih ketat, 33 artikel dieliminasi karena tidak relevan dengan topik penelitian.

Proses seleksi literatur dimulai dari tahap identifikasi, di mana sebanyak 132 artikel ditemukan dari berbagai *database* akademik. Dari jumlah tersebut, dilakukan penyaringan awal menggunakan perangkat lunak otomatis yang langsung menyingkirkan 94 artikel karena dianggap tidak relevan, sehingga menyisakan 38 artikel untuk ditinjau lebih lanjut. Selanjutnya, pada tahap penyaringan manual, ke-38 artikel tersebut diperiksa secara mendalam dengan membaca teks lengkapnya (*full text*). Hasil dari pemeriksaan ini menunjukkan bahwa 33 artikel harus dieksklusi karena isinya tidak sesuai dengan topik utama penelitian. Dengan demikian, proses seleksi yang sistematis ini pada akhirnya menghasilkan 5 studi inti yang paling relevan untuk dianalisis secara bibliometrik. Angka akhir 5 studi ini merupakan hasil dari 38 artikel yang dinilai dikurangi 33 artikel yang dieksklusi, meskipun terdapat salah penulisan (n=38) pada salah satu kotak di bagian akhir diagram. Dokumen-dokumen yang telah disaring kemudian diekspor ke dalam format .RIS dan .CSV, lalu dianalisis menggunakan perangkat lunak Biblioshiny dan VOSviewer.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Network Visualization



Gambar 2. Co-Occurance pada Artikel Mengenai Interaksi Mikoriza dan Akar *Ipomoea batatas*

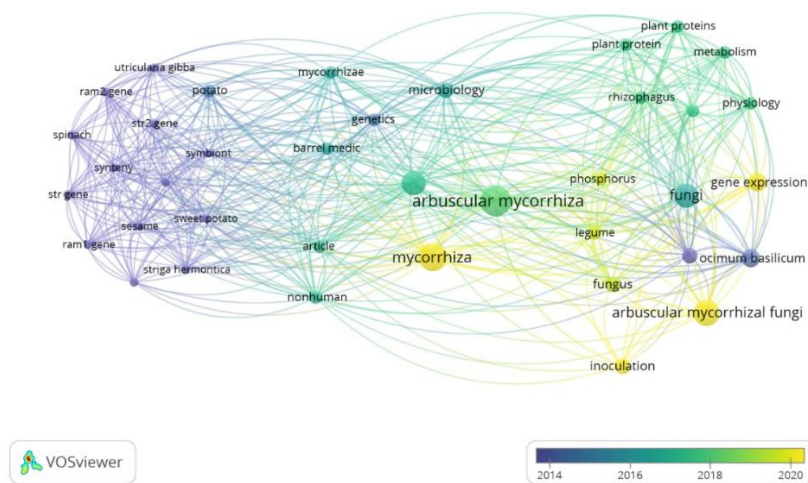
Menurut Gambar 2, ditemukan adanya dua kluster utama yang mencerminkan arah perkembangan riset mengenai interaksi mikoriza, terutama *arbuscular mycorrhiza* dengan berbagai jenis tanaman.

Kluster pertama yang ditampilkan dengan warna merah, menitikberatkan pada kajian genetik dan molekuler dari hubungan simbiotik antara akar dan mikoriza. Beberapa kata kunci yang mendominasi kelompok ini yaitu *ram1 gene*, *str gene*, *striga hermontica*, *barrel medic*, *symbiont*, *sweet potato*, dan *mycorrhizae*. Kluster tersebut menggambarkan fokus penelitian yang mengulas mekanisme molekuler serta ekspresi gen yang terlibat dalam pembentukan dan pengaturan hubungan simbiosis antara tanaman inang seperti *Ipomoea batatas*, *sesame*, dan *potato* dengan mikroorganisme mikoriza. Tujuan utamanya ialah memahami regulasi genetik yang memengaruhi pembentukan struktur simbiotik dan efektivitas kolonisasi mikoriza pada jaringan akar.

Sebaliknya, kluster kedua yang berwarna hijau lebih menonjolkan aspek fisiologis, ekologis, dan fungsional dari interaksi tersebut. Kata kunci yang sering muncul mencakup *arbuscular mycorrhizal fungi*, *fungi*, *phosphorus*, *inoculation*, *plant protein*, *metabolism*, dan *gene expression*. Kluster ini menunjukkan arah penelitian yang berfokus pada peranan mikoriza dalam mendukung penyerapan unsur hara penting seperti fosfor, meningkatkan aktivitas enzimatis, serta memperkuat respons fisiologis tanaman terhadap berbagai kondisi lingkungan yang menekan.

Hubungan antara kedua kluster ini dihubungkan oleh kata kunci inti seperti *arbuscular mycorrhiza*, *mycorrhiza*, dan *microbiology*, yang menandakan adanya integrasi antara kajian molekuler dan fisiologis. Temuan ini memperlihatkan bahwa riset mengenai interaksi mikoriza tidak hanya berpusat pada regulasi genetik pembentukan simbiosis, tetapi juga pada dampaknya terhadap pertumbuhan serta ketahanan tanaman inang, termasuk *Ipomoea batatas*. Secara keseluruhan, peta bibliometrik ini mempertegas bahwa studi mengenai hubungan mikoriza dan akar tanaman kini berkembang ke arah pendekatan multidisipliner, yang memadukan bidang genetika, mikrobiologi, dan fisiologi tumbuhan guna memperdalam pemahaman mengenai peran mikoriza dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

Analisis Overlay Visualization



Gambar 3. Trend Kata Kunci pada Bidang Penelitian Mengenai Interaksi Mikoriza dan Akar *Ipomoea batatas*

Pada Gambar 3, tampak adanya pergeseran arah penelitian dari waktu ke waktu terkait topik interaksi antara mikoriza, khususnya *arbuscular mycorrhiza* dengan berbagai jenis tanaman. Warna pada peta menunjukkan rentang waktu publikasi, di mana warna biru keunguan merepresentasikan penelitian terdahulu (sekitar tahun 2014–2016), sementara warna hijau hingga kuning terang menunjukkan penelitian yang lebih baru (sekitar tahun 2018–2020).

Bagian yang paling padat tampak berpusat pada istilah “*arbuscular mycorrhiza*” dan “*mycorrhiza*”, yang menegaskan fokus utama penelitian dalam bidang simbiosis antara jamur mikoriza arbuskular dan tanaman inang. Kemunculan kata seperti *fungi*, *arbuscular mycorrhizal fungi*, dan *microbiology* memperlihatkan bahwa penelitian banyak diarahkan pada kajian mikrobiologi, fisiologi tanaman, serta mekanisme interaksi akar dengan jamur mikoriza.

Selain itu, keberadaan kata kunci seperti *ram1 gene*, *str2 gene*, dan *genetics* mengindikasikan adanya perhatian terhadap pendekatan molekuler dan genetik untuk memahami proses pembentukan dan fungsi mikoriza. Sementara itu, kata *plant proteins*, *metabolism*, dan *phosphorus* menunjukkan bahwa penelitian juga menyoroti peran mikoriza dalam meningkatkan metabolisme dan efisiensi penyerapan unsur hara tanaman.

Kata kunci seperti *sweet potato*, *barrel medic*, dan *ocimum basilicum* memperlihatkan bahwa penelitian tidak hanya terbatas pada satu spesies, melainkan mencakup beragam tanaman model guna memahami pola simbiosis secara lebih menyeluruh. Dalam konteks penelitian ini, kemunculan *sweet potato* menegaskan keterkaitannya dengan *Ipomoea batatas* sebagai fokus utama kajian.

Secara keseluruhan, peta kepadatan ini menunjukkan bahwa topik mengenai hubungan *arbuscular mycorrhiza* dengan sistem perakaran tanaman, khususnya *Ipomoea batatas*, berkembang pesat dalam konteks fisiologi, genetika, dan mikrobiologi tanaman. Hal ini memperkuat pandangan bahwa penelitian di bidang tersebut berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan serta ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan.

Tinjauan Artikel

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) termasuk komoditas pangan penting yang berperan strategis dalam mendukung ketahanan pangan serta perekonomian masyarakat, terutama di kawasan beriklim tropis. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman ini melalui metode yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan jamur mikoriza arbuskular (AMF). Kehadiran mikoriza membantu sistem perakaran tanaman dalam penyerapan unsur hara, terutama fosfor, sekaligus memperkuat kemampuan tanaman dalam menghadapi kondisi tanah yang miskin nutrisi atau mengalami tekanan lingkungan.

Lima penelitian yang dianalisis dalam tabel berikut menyoroti berbagai pendekatan untuk memahami hubungan antara ubi jalar dan mikoriza. Beberapa studi membahas perbedaan karakter morfologi dan fisiologi akar pada kadar fosfor yang berbeda, sedangkan penelitian lainnya mengamati keanekaragaman spora mikoriza di lahan penanaman ubi jalar di beberapa wilayah. Selain itu, sejumlah kajian mengevaluasi efektivitas inokulasi mikoriza dan bioinokulan terhadap pertumbuhan bibit serta kombinasi penggunaan mikoriza dengan pupuk organik untuk meningkatkan hasil umbi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan mikoriza dan pengelolaan pupuk yang tepat mampu memperbaiki penyerapan unsur hara, pertumbuhan vegetatif, dan produktivitas tanaman. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi bioinokulan spesifik lokasi serta penerapan sistem budidaya ubi jalar yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Tabel 1. Tinjauan Artikel Mengenai Interaksi Mikoriza dan Akar *Ipomoea batatas*

| Author | Judul Artikel | Nama Jurnal / Prosiding | Ide Utama | Temuan Utama | Peluang Penelitian Selanjutnya |
|----------------------------------|--|---|---|--|---|
| David Minemba dkk. (2021) | Variation in Morphological and Physiological Root Traits and Organic Acid Exudation of Three Sweet Potato (<i>Ipomoea batatas</i>) Cultivars Under Seven Phosphorus Levels | Journal of Plant Nutrition and Soil Science | Meneliti variasi sifat morfologi dan fisiologi akar serta eksudasi asam organik pada tiga kultivar ubi jalar dalam kondisi ketersediaan fosfor berbeda. | Kultivar asal Papua New Guinea memperlihatkan eksudasi asam organik (malat dan fumarat) tertinggi. Semua kultivar mampu mempertahankan efisiensi penyerapan fosfor di kondisi kadar P rendah. | Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada hubungan antara efisiensi serapan fosfor, kolonisasi mikoriza, serta eksudasi asam organik di berbagai jenis tanah dan lingkungan tumbuh. |
| Ruth Wilhem Mukhongo dkk. (2023) | Composition and Spore Abundance of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Sweet Potato Producing Areas in Uganda | Frontiers in Soil Microbiology | Mengkaji keanekaragaman dan kelimpahan spora jamur mikoriza arbuskular (AMF) pada lahan pertanian ubi jalar di beberapa zona agroekologi Uganda. | Enam genus AMF berhasil diidentifikasi, yaitu <i>Glomus</i> , <i>Acaulospora</i> , <i>Scutellospora</i> , <i>Entrophospora</i> , <i>Archaeospora</i> , dan <i>Gigaspora</i> . Jumlah spora berbeda nyata antar zona dan jenis tanaman. | Hasil ini membuka peluang pengembangan bioinokulan spesifik lokasi untuk meningkatkan produktivitas ubi jalar di lahan tropis. |
| Nour AlHadidi dkk. (2021) | Mycorrhizal Inoculation Effect on Sweet Potato (<i>Ipomoea batatas</i> L.) Seedlings | Agronomy Journal | Menguji pengaruh inokulasi mikoriza (<i>Symbioit</i>) terhadap pertumbuhan dua varietas ubi jalar (ungu dan oranye) pada media steril. | Inokulasi meningkatkan kolonisasi akar, panjang batang dan akar, serta bobot tanaman dibandingkan tanpa inokulasi. Efektivitas bervariasi tergantung varietas | Disarankan penelitian lebih lanjut dengan berbagai jenis mikoriza dan uji lapangan untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil dan kualitas umbi. |

| | | | | dan kondisi media tanam. | |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|--|---|--|
| Alberto Espinosa-Cuéllar dkk. (2023) | Mycorrhizal Inoculants on Sweet Potato (<i>Ipomoea batatas</i>) in Eutric Cambisol Soils of Cuba | Cuban Journal of Agricultural Science | Mengevaluasi pengaruh inokulan mikoriza pada 17 kultivar ubi jalar yang ditanam di tanah Kambisol dengan berbagai kombinasi pupuk NPK. | Penggunaan <i>Rhizoglo mus irregulare</i> dan <i>Glomus</i> meningkatkan hasil umbi serta jumlah spora mikoriza, terutama pada musim hujan. | Penelitian lanjutan dapat diarahkan untuk menguji kombinasi optimal antara pupuk dan mikoriza di berbagai kondisi iklim dan jenis tanah. |
| Johanis Jullian Pelealu dkk. (2019) | Growth Response and Production of Purple Sweet Potatoes After Provision of <i>Arbuscular Mycorrhizal Fungi</i> and Organic Fertilizer | Agrotech Research Journal | Mengkaji pengaruh dosis mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar ungu. | Kombinasi 20–30 g mikoriza dan 50 g pupuk organik menghasilkan pertumbuhan vegetatif dan produksi umbi tertinggi. | Studi lanjutan dapat difokuskan pada interaksi mikoriza dan pupuk organik dalam menghadapi stres abiotik seperti kekeringan dan salinitas. |

Analisis bibliometrik menggunakan perangkat VOSviewer berhasil memetakan dua kelompok utama penelitian yang berfokus pada hubungan antara mikoriza dan tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas*). Kedua kelompok tersebut diperkuat oleh lima artikel utama yang menjadi sumber rujukan. Kluster pertama menggambarkan riset-riset dasar yang menyoroti aspek biologis dan ekologis dari simbiosis ini, seperti penelitian Mukhongo dkk. (2023) yang menelaah keragaman spora AMF di Uganda, dengan dominasi genus *Glomus* dan *Acaulospora*. Kajian serupa oleh Minemba dkk. (2019) membahas respon akar berbagai kultivar ubi jalar terhadap ketersediaan fosfor (P). Keduanya menjadi fondasi penting untuk memahami interaksi awal antara akar dan jamur mikoriza.

Sementara itu, kluster kedua menunjukkan arah riset yang lebih aplikatif dan berorientasi pada aspek fisiologi dan fungsional tanaman. Misalnya, studi ALHadidi dkk. (2021) melaporkan bahwa inokulasi AMF mampu mempercepat pertumbuhan awal bibit secara signifikan. Penelitian di Indonesia oleh Pelealu dkk. (2019) juga menegaskan adanya sinergi kuat antara AMF dan pupuk organik dalam meningkatkan hasil produksi umbi ubi jalar ungu. Hasil tersebut diperkuat oleh penelitian lapangan Espinosa-Cuéllar dkk. (2023) di Kuba yang menunjukkan bahwa strain *Rhizoglo mus irregulare* INCAM-11 menghasilkan panen lebih tinggi dibanding perlakuan pupuk NPK penuh, menegaskan potensi besar strain ini sebagai bioinokulan unggul.

Dari keseluruhan temuan tersebut, implikasi praktis dari kluster fungsional sangat nyata. Aplikasi AMF terbukti tidak hanya mendorong pertumbuhan dan produktivitas tanaman, tetapi juga memperkuat ketahanannya terhadap kondisi lingkungan yang menekan. Strain efektif seperti *R.*

irregulare INCAM-11 berpotensi digunakan sebagai biofertilizer alami untuk meningkatkan efisiensi serapan unsur hara penting (P, N, K, Mg, Zn, dan lainnya) (Wang dkk., 2017), serta memperbaiki kemampuan tanaman dalam menghadapi stres abiotik. Mekanisme simbiosis ini berlangsung melalui pertukaran timbal balik: jamur mikoriza menyediakan air dan nutrisi bagi inangnya (Augé dkk., 2015), sementara tanaman menyalurkan karbohidrat dan lipid sebagai sumber energi bagi jamur (Lanfranco dkk., 2018). Kombinasi AMF dengan bahan organik seperti pupuk kandang, sebagaimana dilaporkan Pelealu dkk. (2019) juga terbukti memberikan efek sinergis terhadap peningkatan hasil panen.

Meski demikian, hasil kajian ini juga menunjukkan adanya ruang penelitian yang masih terbuka luas. Ke depan, penting untuk menjembatani temuan dari dua kluster tersebut, khususnya dengan meneliti interaksi antara genotipe ubi jalar (berdasarkan karakteristik morfologi akar dari Minemba dkk.) dan strain AMF spesifik (seperti yang ditemukan oleh Mukhongo dkk. dan Espinosa-Cuellar dkk.). Penelitian ini menjadi krusial karena efektivitas AMF sering kali bervariasi, tergantung kombinasi antara jenis jamur, varietas inang (Wipf dkk., 2019), dan kondisi lingkungan (Baum dkk., 2015). Selain itu, arah riset juga sebaiknya diperluas dari fokus pada ketahanan abiotik menuju kajian ketahanan biotik, misalnya peran AMF dalam membantu *I. batatas* menghadapi serangan hama seperti *Cylas formicarius* atau patogen tanah.

Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengembangkan biofertilizer majemuk, dengan menguji kombinasi AMF dan mikroba rizosfer lain seperti bakteri pelarut fosfat (PSB). Sebagai tahap akhir, uji lapang berskala luas di berbagai agroekosistem Indonesia perlu dilakukan untuk menilai efektivitas inokulan AMF pada beragam kultivar lokal, sehingga hasil riset dapat diterapkan secara nyata dalam praktik pertanian berkelanjutan.

Kesimpulan

Kajian bibliometrik ini memperlihatkan adanya peningkatan yang cukup mencolok dalam jumlah publikasi terkait interaksi antara mikoriza dan akar *Ipomoea batatas* selama sepuluh tahun terakhir (2015–2025). Fokus penelitian juga mengalami pergeseran, dari yang semula menitikberatkan pada aspek genetik dan molekuler, kini lebih banyak mengarah pada pendekatan fisiologis dan aplikatif. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza arbuskular memiliki peranan krusial dalam memperbaiki penyerapan unsur hara, khususnya fosfor, memperkuat sistem perakaran, serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap berbagai bentuk stres abiotik. Sintesis data yang diperoleh turut menunjukkan bahwa hubungan simbiotik tersebut berpengaruh terhadap pengaturan metabolisme dan ekspresi gen yang mendukung kemampuan adaptasi tanaman pada lingkungan yang kurang ideal. Oleh karena itu, mikoriza berpotensi besar dalam mendukung peningkatan hasil dan keberlanjutan budidaya ubi jalar. Penelitian di masa mendatang disarankan untuk lebih menelaah mekanisme molekuler proses kolonisasi akar, pemanfaatan bioteknologi berbasis mikoriza, serta pengembangan bioinokulan lokal yang sesuai untuk menunjang praktik pertanian yang efisien, adaptif, dan ramah lingkungan.

References

- ALHadidi, N., Pap, Z., Ladányi, M., Szentpéteri, V., & Kappel, N. (2021). Mycorrhizal Inoculation Effect on Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) Seedlings. *Agronomy*, 11(10), 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102019>
- Augé, R. M., Toler, H. D., & Saxton, A. M. (2015). Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Alters Stomatal Conductance of Host Plants More Under Drought Than Under Ample Watered Conditions: A Meta-Analysis. *Mycorrhiza*, 25(1), 13-24. <https://doi.org/10.1007/s00572-014-0585-4>

- Ayeleso, T. B., Ramachela, K., & Mukwevho, E. (2016). A Review of Therapeutic Potentials of Sweet Potato: Pharmacological Activities and Influence of The Cultivar. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(12), 2751-2761. 10.4314/tjpr.v15i12.31
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi Tanaman Pangan 2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Statistik>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Konsumsi Pangan Indonesia Tahun 2024*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/26202>
- Baum, C., El-Tohamy, W., & Gruda, N. (2015). Increasing the Productivity and Product Quality of Vegetable Crops Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi: A Review. *Scientia Horticulturae*, 187, 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.03.002>
- Espinosa-Cuellar, A., Rivera, R., Varela-Nualles, M., & Pérez-Díaz, A. (2023). Mycorrhizal Inoculants on Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) in Eutric Cambisol soils of Cuba. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <http://dx.doi.org/10.15517/am.2023.53725>
- Hakim, A. R., Soelaksini, L. D., & RA, M. A. (2019). Suplai Dosis P dan K Terhadap Laju Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Varietas Antin 3. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(2), 44-54. 10.25047/agriprima.v2i1.78
- Lanfranco, L., Fiorilli, V., & Gutjahr, C. (2018). Partner Communication and Role of Nutrients in The Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. *New Phytologist*, 220(4), 1031-1046. <https://doi.org/10.1111/nph.15230>
- Lisdiyanti, M., & Guchi, H. (2018). Pengaruh Pemberian Bahan Humat dan Pupuk SP-36 untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfor Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 5(2), 192-198. <https://doi.org/10.32734/jopt.v5i2.2991>
- Marques, J. M., da Silva, T. F., Vollu, R. E., Blank, A. F., Ding, G. C., Seldin, L., & Smalla, K. (2014). Plant Age and Genotype Affect The Bacterial Community Composition In The Tuber Rhizosphere Of Field-Grown Sweet Potato Plants. *FEMS Microbiology Ecology*, 88(2), 424-435. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12313>
- Minemba, D., Gleeson, D. B., Veneklaas, E., & Ryan, M. H. (2019). Variation in Morphological and Physiological Root Traits And Organic Acid Exudation Of Three Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars Under Seven Phosphorus Levels. *Scientia Horticulturae*, 256, 108572. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108572>
- Mukhongo, R. W., Ebanyat, P., Masso, C., & Tumuhairwe, J. B. (2023). Composition and Spore Abundance of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Sweet Potato Producing Areas in Uganda. *Frontiers in Soil Science*, 3, 1152524. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2023.1152524>
- Pane, R. D. P., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Mikroba Pelarut Fosfat dan Potensinya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 51-59. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.81>
- Pelealu, J. J., Wahyudi, L., & Tallei, T. E. (2019). Growth Response And Production Of Purple Sweet Potatoes After Provision of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Fertilizer. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2019.123.130>
- Plumula, T., Marhaeni J, K. S., & Purnawati, A. (2017). Kemampuan Ekstrak Rumput Laut Bulung Boni (*Caulerpa* sp.) Dalam Menghambat Pertumbuhan *Aspergillus flavus* Pada Biji Jagung. *Berkala Ilmiah Agroteknologi-PLUMULA*, 5(2). <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/plumula/article/view/767>
- Purbasari, K., & Sumadji, A. R. (2018). Studi Variasi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L) Berdasarkan Karakter Morfologi di Kabupaten Ngawi. *Studi Variasi Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L) Berdasarkan Karakter Morfologi Di Kabupaten Ngawi*, 5(2), 78-84. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/JF/about/e...>

- Rinaldi, R. R. (2018). Inventarisasi Mikoriza Pada Areal Tanaman Karet di PTPN III Kebun Batang Toru. *Jurnal Education and Development*, 4(2), 561264. 10.37081/ed.v4i2.390
- Samanhudi, S. (2017). Pengaruh Kascing dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan dan Hasil *Tribulus terrestris*. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.33661/JAI.V2I1.711>
- Sudiarti, D. (2018). Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula (cma) Terhadap Pertumbuhan Kedelai Edamame (Glycin Max). *Jurnal SainHealth*, 2(2), 5-11. <https://doi.org/10.51804/jsh.v2i2.256.5-11>
- Tallei, T. E., Pelealu, J. J., & Kandou, F. E. (2016). Effects of Arbuscular Mycorrhiza Inoculation On Length, Leaf Number, And Flowering of *Arachis pintoi*. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 18(3), 255-258. <https://www.researchgate.net/profile/Trina-Tallei/publication/307598223>
- Wang, W., Shi, J., Xie, Q., Jiang, Y., Yu, N., & Wang, E. (2017). Nutrient Exchange And Regulation In Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. *Molecular plant*, 10(9), 1147-1158. 10.1016/j.molp.2017.07.012
- Wipf, D., Krajinski, F., van Tuinen, D., Recorbet, G., & Courty, P. E. (2019). Trading on the Arbuscular Mycorrhiza Market: From Arbuscules To Common Mycorrhizal Networks. *New Phytologist*, 223(3), 1127-1142. <https://doi.org/10.1111/nph.15775>
- Yatoo, A. M., Ali, M. N., Baba, Z. A., & Hassan, B. (2021). Sustainable Management of Diseases and Pests in Crops by Vermicompost and Vermicompost Tea. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00657-w>