

ANALISIS BIBLIOMETRIK PENELITIAN INTERAKSI BIOCHAR DAN MIKROBA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PADI

Bibliometric Analysis on Biochar and Microbe Interactions Affecting Rice Growth

Marhani¹⁾, Muhardi¹⁾, Adrianton¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu
Jl. Soekarno Hatta Km 9. Tondo-Palu 94118. Sulawesi Tengah.

Diterima: 11 September 2024, Revisi : 14 Januari 2025, Diterbitkan: Agustus 2025

<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v32i2.2338>

ABSTRACT

This study analyzes the interaction of biochar and microbes on rice growth through a bibliometric approach. Data were collected using the Publish or Perish application and analyzed with VOSviewer, resulting in six main clusters and three visualizations: network, overlay, and density. This analysis spans a specific timeframe, revealing the trajectory of research development and its contribution to sustainable rice production. The study results demonstrate a global trend in the use of biochar and microbes to support environmentally friendly agricultural practices, with dominant keywords such as amendment, activity, and emission. The findings also highlight that research on the functions of biochar and microbes in remediation and bioavailability is still limited. Overall, this bibliometric exploration provides strategic insights for researchers, practitioners, and policymakers in understanding the current state and directing the future of biochar–microbe research in rice cultivation.

Keywords : Bibliometric Analysis, Biochar, Microbes, and Rice.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis interaksi biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan padi melalui pendekatan bibliometrik. Data dikumpulkan menggunakan aplikasi Publish atau Perish dan dianalisis dengan VOSviewer, yang menghasilkan enam kluster utama serta tiga bentuk visualisasi, yaitu jaringan, overlay, dan kepadatan. Analisis ini mencakup rentang waktu tertentu yang mengungkapkan lintasan perkembangan penelitian dan kontribusinya terhadap produksi padi yang berkelanjutan. Hasil kajian menunjukkan tren global pemanfaatan biochar dan mikroba dalam mendukung praktik pertanian ramah lingkungan, dengan kata kunci dominan seperti amendment, activity, dan emission. Temuan juga menyoroti bahwa penelitian mengenai fungsi biochar dan mikroba dalam aspek remediasi dan bioavailabilitas masih terbatas. Secara keseluruhan, eksplorasi bibliometrik ini memberikan wawasan strategis bagi peneliti, praktisi, dan pembuat

kebijakan dalam memahami kondisi terkini sekaligus mengarahkan masa depan riset biochar–mikroba pada budidaya padi.

Kata Kunci : Analisis Bibliometrik, Biochar, Mikroba, dan Padi.

PENDAHULUAN

Tingkat kesuburan lahan sawah di Indonesia semakin menurun, sekitar 65% dari 5 juta hektar luas lahan sawah irigasi memiliki kandungan bahan organik kurang dari 2% dalam kondisi normal lahan sawah subur mengandung bahan organik minimal 3%, hal ini merupakan salah satu penyebab turunnya produksi padi (Simanungkalit *et al* 2006). Penggunaan pupuk anorganik yang dilakukan secara terus menerus dapat mengganggu keseimbangan hara, penipisan unsur mikro seperti Zn, Fe, Cu, Mn, dan Mo di dalam tanah, mempengaruhi aktivitas organisme tanah, serta menurunkan produktivitas pertanian padi dalam jangka panjang. (Pambudi *et al.*, 2017).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi sawah adalah dengan menciptakan lingkungan tumbuh yang optimal untuk setiap fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Vacheron *et al.*, 2013). Penambahan biochar juga dapat meningkatkan jumlah populasi mikroba dalam tanah, hal ini sejalan dengan pendapat Tu *et al* (2020) yang menyatakan bahwa biochar di dalam tanah berfungsi sebagai nutrisi dan tempat tinggal bagi mikroba dan umumnya biochar yang diaplikasikan dapat bertahan selama ratusan atau bahkan ribuan tahun. Aplikasi biochar mampu mendegradasi bahan-bahan organik pada tanah sehingga mudah terurai yang dibutuhkan oleh mikroba (Domene *et al.*, 2014). Semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi mikroorganisme tanah, sebab bahan organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan pemberian bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah (Eginarta *et al.*, 2021). Mikroorganisme tanah juga dapat menggunakan sejumlah senyawa dalam arang hayati (biochar) sebagai sumber energi sehingga dapat terdegradasi.

Biochar adalah bahan kaya karbon yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna berbagai limbah organik, termasuk biomassa pertanian. Biochar diyakini tahan terhadap serangan mikroba perombak dan dapat bertahan cukup lama di dalam tanah (Promraksa & Rakmak, 2020). Interaksi perlakuan biochar TKKS 4 ton/ha dan bakteri metanotrof 7,5 liter/ha menunjukkan hasil terbaik terhadap berat per petak, berat per hektar, jumlah gabah bernas, dan persentase gabah hampa yang rendah, menaikkan pH, carbon, nitrogen, KTK, Ca, Mg, Na, P₂O₅ dan total populasi bakteri tanah mengalami peningkatan 54,05x10⁶ (CFU/ mL) menjadi 15,85x10⁷ (CFU/ mL) setelah ditambahkan biochar TKKS dan bakteri metanotrof (Marhani *et al.*, 2023)

Keberadaan biochar di dalam tanah dapat digunakan sebagai (1) habitat mikroba dan tempat berlindung mikroba (2) biochar dapat memberikan nutrisi bagi mikroba (3) biochar dapat memperbaiki sifat sifat tanah (4) biochar dapat mendegradasi polutan (Tu *et al.*, 2020). Salah satu aspek penting dalam memahami tantangan dan peluang dalam penelitian adalah melalui analisis bibliometric (Gobel *et al.*, 2023). Analisis ini memberikan gambaran komprehensif tentang tren, fokus penelitian, dan perkembangan ilmiah dalam domain ini (Lasaksi *et al.*, 2023). Dengan memahami dinamika penelitian yang ada, kita dapat mengidentifikasi area-area di mana penelitian telah berhasil, serta area-area di mana masih diperlukan penelitian lebih lanjut (Mardianah *et al.*, 2022; Suryantini & Hardianti, 2020; Sutardji & Maulidiah, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis bibliometrik tentang tantangan dan peluang dalam penelitian Interaksi biochar dan mikroba.

Permasalahan penelitian ini adalah kurangnya pemahaman yang mendalam tentang tren penelitian dalam penelitian Interaksi biochar dan mikroba dan bagaimana hal tersebut

mempengaruhi upaya pertanian berkelanjutan. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan dalam bidang ini (Gobel *et al.*, 2023; Mardianah *et al.*, 2022; Maula, 2023; Nanda *et al.*, 2022; Situmorang *et al.*, 2023), belum jelas sejauh mana penelitian tersebut telah mengatasi tantangan nyata yang dihadapi dalam mempromosikan pertanian organik sebagai solusi yang efektif dan berkelanjutan.

Tujuan dari riset ini adalah untuk mengisi celah pengetahuan dengan melakukan analisis bibliometrik yang komprehensif. Melalui analisis ini, kita akan dapat mengidentifikasi tren utama dalam penelitian dalam penelitian Interaksi biochar dan mikroba menyoroti tantangan yang masih perlu diatasi, serta mengidentifikasi peluang baru untuk meningkatkan keberlanjutan penelitian dan melalui pendekatan penggunaan biochar dan mikroba

Riset ini memiliki signifikansi yang besar dalam konteks penggunaan biochar dan mikroba dalam pertanian berkelanjutan, kita dapat mengarahkan sumber daya dan upaya penelitian ke arah yang paling penting dan efektif. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang tantangan dan peluang dalam penelitian Interaksi biochar dan mikroba dapat membantu pembuat kebijakan, praktisi pertanian, dan masyarakat umum untuk mengambil langkah-langkah konkret dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Studi ini mengadopsi pendekatan analisis bibliometrik untuk menyelidiki tren, fokus penelitian, dan perkembangan ilmiah dalam domain peranan biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan tanaman padi. Pendekatan ini memungkinkan kita untuk melakukan analisis komprehensif terhadap literatur ilmiah yang relevan, menggunakan teknik-teknik statistik dan visualisasi data untuk menggambarkan pola-pola yang muncul dari dataset yang dianalisis.

Pengumpulan Data

Data untuk penelitian ini diperoleh dari database ilmiah yang terkenal dan terpercaya

yakni Google Scholar. Kata kunci yang relevan seperti "biochar", "mikroba" dan "pertumbuhan padi" digunakan untuk melakukan pencarian yang komprehensif dalam basis data ini. Rentang waktu untuk pengumpulan data adalah dari tahun 2010 hingga tahun terbaru yang tersedia yakni 2024.

Seleksi dan Penyaringan Data

Setelah data awal dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melakukan seleksi dan penyaringan data. Artikel-artikel yang relevan dengan topik penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Kriteria inklusi meliputi artikel-artikel yang secara eksplisit membahas peranan biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan tanaman padi. Artikel-artikel yang tidak relevan atau berkualitas rendah dikecualikan dari analisis.

Analisis Bibliometrik

Data yang telah disaring kemudian dianalisis menggunakan teknik-teknik bibliometrik yang sesuai. Ini termasuk analisis frekuensi kata kunci, analisis co-citation untuk mengidentifikasi hubungan antara artikel dan konsep, serta analisis bibliografis untuk melacak tren penelitian dari waktu ke waktu. Penggunaan metode ini akan memberikan pemahaman yang mendalam tentang struktur dan dinamika penelitian dalam domain penggunaan biochar dan mikroba dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Semua artikel dikumpulkan dari database Google Scholar, dimana Google Scholar adalah salah satu database jurnal peer-review terlengkap secara global, dan data diambil dalam lingkup penelitian di Indonesia.

Pencarian database Google Cendekia menggunakan bantuan Publish of Perish Application untuk memperdalam penemuan artikel di Jurnal Penelitian. Selanjutnya, artikel disaring berdasarkan tema dan status akses terbuka. Artikel yang memenuhi persyaratan kemudian diekspor ke Aplikasi Mendeley dalam format *.ris untuk perbaikan database. Artikel akhir dimasukkan ke dalam VOS-viewer untuk visualisasi dan analisis tren dalam bentuk peta bibliometrik. VOS-viewer memungkinkan ikhtisar peta publikasi, peta

negara, atau peta jurnal berdasarkan jaringan (co-citation) atau membangun peta kata kunci berdasarkan jaringan bersama. Frekuensi kata kunci memungkinkan untuk disesuaikan dengan keinginan untuk menghilangkan kata kunci yang kurang relevan. Perangkat lunak VOS-viewer juga dapat digunakan untuk melakukan penambahan data, pemetaan, dan klasifikasi artikel yang diambil dari sumber data base.

Interpretasi Hasil

Hasil analisis bibliometrik akan diinterpretasikan secara cermat untuk mengeksplorasi implikasi temuan terhadap tantangan dan peluang dalam penelitian. Interpretasi ini akan melibatkan pemahaman mendalam tentang tren, fokus penelitian, dan hubungan antara konsep-konsep kunci dalam literatur yang dianalisis. Hal ini akan memungkinkan kita untuk mengidentifikasi arah yang paling menjanjikan untuk penelitian masa depan dan implikasinya bagi keberlanjutan penelitian biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Matriks Data Penelitian

Tabel 1. Metrik Data Penelitian *Sumber:*

<i>Publication years</i>	: 2014-2024
<i>Citation years</i>	: 10 (2014-2024)
<i>Paper</i>	: 508
<i>Citations</i>	: 1163
<i>Cites/year</i>	: 116.30
<i>Cites/paper</i>	: 2.29
<i>Cites/author</i>	: 605.16
<i>Papers/author</i>	: 296.42
<i>Author/paper</i>	: 2.36
<i>h-index</i>	: 18
<i>g-index</i>	: 26
<i>hI,norm</i>	: 13
<i>hI,annual</i>	: 1.30
<i>hA-index</i>	: 7
<i>Papers with ACC</i>	: 1,2,5,10,20:111,51,14,3,1

Publish or Perish Output, 2024

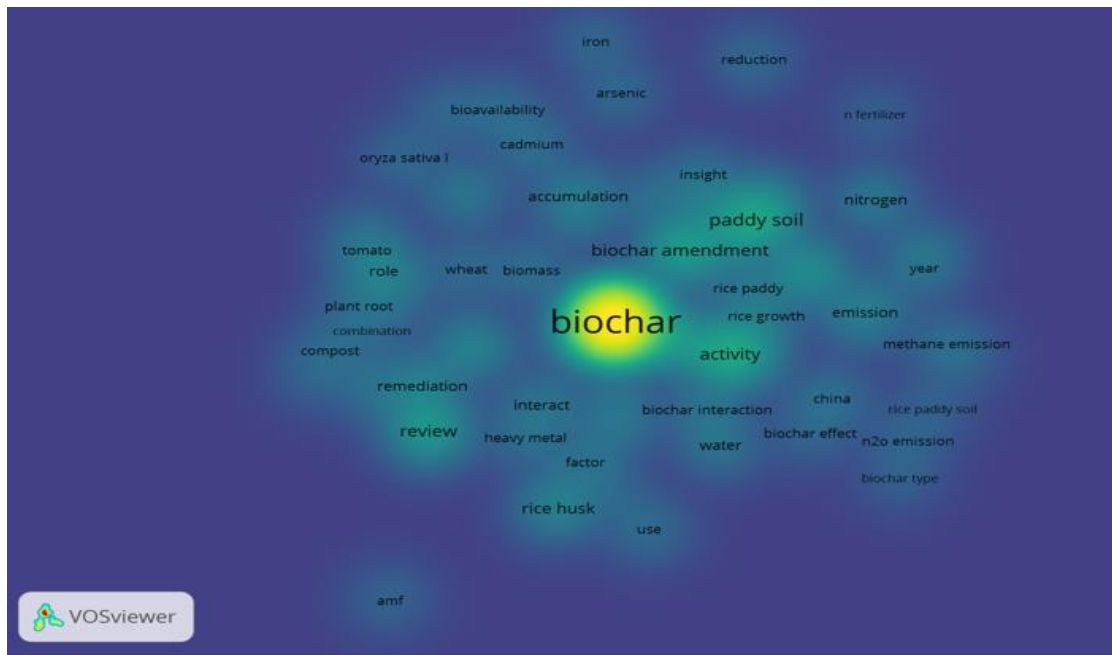
Tabel 1 memberikan gambaran tentang metrik data penelitian yang digunakan dalam analisis bibliometrik ini. Data mencakup rentang tahun publikasi dari 2014 hingga 2024, dengan total 508 makalah yang dianalisis. Jumlah total sitasi yang diterima oleh makalah-makalah ini adalah 1.163, dengan rata-rata 116.30 sitasi per tahun dan 2.29 sitasi per makalah. Setiap penulis memiliki rata-rata 605.16 sitasi, dengan rata-rata 296.42 makalah per penulis dan 2.36 penulis per makalah. Indeks h, g, dan hI memberikan indikasi tentang dampak dan produktivitas penelitian, dengan nilai masing-masing adalah 18, 26, dan 13. Selain itu, hI, annual menunjukkan rata-rata pertumbuhan indeks h setiap tahunnya, sementara hA-index menunjukkan h-index yang dinormalisasi. Data juga mencakup jumlah makalah yang memiliki akumulasi sitasi tertentu, yang memberikan wawasan tentang distribusi sitasi di antara makalah-makalah tersebut. Dengan demikian, tabel ini memberikan informasi penting tentang profil sitasi, produktivitas penulis, dan dampak penelitian dalam penggunaan interaksi penggunaan biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan tanaman padi.

literatur penelitian. Warna pada skala waktu beralih dari biru ke kuning yang menunjukkan peningkatan kebaruan atau frekuensi penyebutan dari waktu ke waktu. Kata kunci yang berwarna biru menunjukkan topik yang lebih sering dibahas di awal periode waktu (sekitar tahun 2018), sedangkan yang berwarna kuning menandakan topik yang menjadi lebih dominan atau relevan mendekati tahun 2020.

Topik-topik seperti “amendment”, “compost”, “biochar interaksi”, “reduction”, “combnsasi”, “methane emission”, dan “china”, tampaknya lebih sering dibahas pada periode awal. Ini bisa menunjukkan bahwa pada awal dekade, fokus penelitian mungkin lebih banyak sebagai pembenah tanah dan mengurangi gas metan yang ada dalam tanah. Tahun 2020 lebih fokus membahas

interaksi biochar dengan mikroba lebih dominan tentang “remediasi”, “iron”, “cadmium”, dan “arsenic”, hal ini menandakan bahwa ada peningkatan fokus dari biochar sebagai amandemen tanah menjadi biochar berfungsi sebagai remediasi pada lahan yang mengandung logam berat.

Kita dapat melihat bahwa ada evolusi dalam fokus penelitian dari aspek-aspek dasar seperti penggunaan biochar sebagai kompost, menuju isu-isu global yang lebih kompleks seperti kerusakan tanah akibat tingginya kandungan logam berat. Ini menggambarkan respons dari komunitas penelitian terhadap tantangan global yang berkembang dalam mengatasi lahan sawah yang mengandung logam berat.



Gambar 3. Visualisasi Densitas
Sumber: Data Diolah, 2024

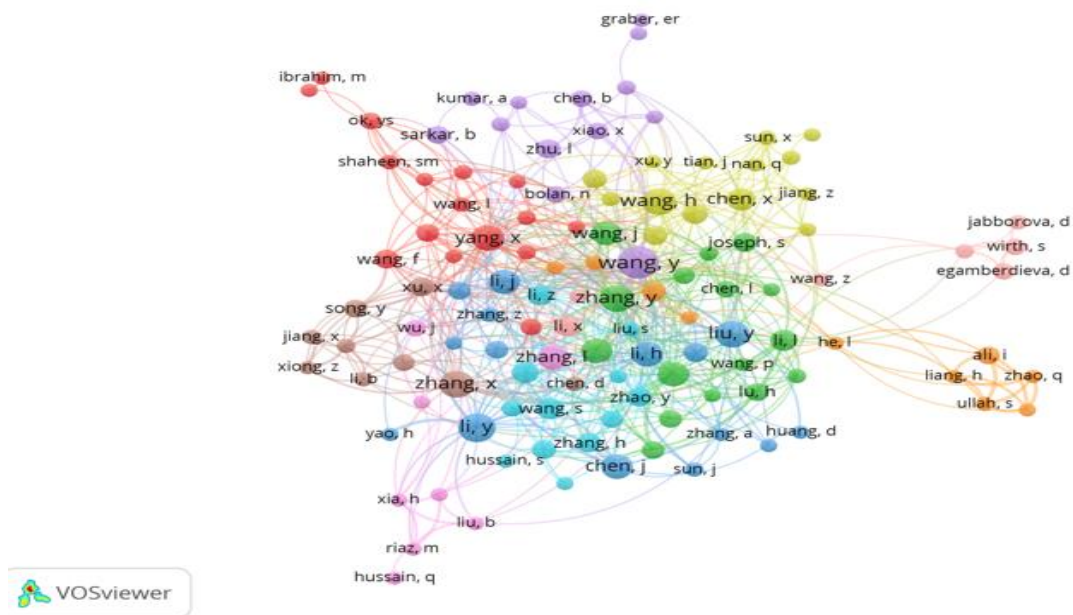
Peta kepadatan ini menunjukkan area mana yang telah banyak diteliti (ditunjukkan dengan area yang lebih terang) dan area mana yang masih relatif kurang diteliti (ditunjukkan dengan area yang lebih redup). Dalam peta ini, area yang lebih terang menunjukkan topik yang telah menjadi fokus utama dalam riset, sedangkan area yang lebih redup menandakan peluang untuk

topik riset yang mungkin belum sepenuhnya dikembangkan atau dieksplorasi. Berikut adalah interpretasi dan peluang topik riset ke depan berdasarkan area yang lebih redup.

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh informasi; kata kunci yang sering digunakan adalah biochar, mikroba, dan tanaman padi. Berdasarkan data tersebut, kita dapat menentukan kebaruan penelitian. Sebagai contoh, heavy

metal, cadmium, iron, amf, bioavailaibility, dan interaksi mikroba dengan biochar masih kurang yang meneliti. Oleh karena itu, hasil

penelitian ini memberikan informasi yang berharga tentang kebaruan penelitian inetraksi biochar dan mikroba pada tanaman padi.



Gambar 4. Citation and co citation
Sumber: Data Diolah, 2024

Kajian ini menyelidiki dinamika kolaboratif di antara para peneliti, menyoroti individu-individu yang berpengaruh dan kelompok-kelompok kolaboratif yang telah memainkan peran penting dalam memajukan penelitian interaksi biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Dengan mengidentifikasi pola-pola pengutipan bersama, analisis ini memberikan pemahaman yang bernuansa tentang bagaimana ide, teori, dan metodologi saling berhubungan, membentuk lintasan penelitian dan inovasi dalam penting ini. Wawasan yang diperoleh dari analisis sitasi penulis berkontribusi pada pemahaman holistik tentang lanskap intelektual seputar interaksi biochar dan mikroba terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi, menawarkan informasi berharga bagi para peneliti, pembuat kebijakan, dan praktisi yang berinvestasi dalam strategi berkelanjutan untuk tanaman padi.

Gambar 4. Setiap warna yang berbeda pada gambar mewakili kelompok yang berbeda, dengan hubungan yang terlihat menunjukkan hubungan antara kelompok-kelompok ini. Ukuran gelembung pada gambar berhubungan

langsung dengan jumlah kutipan, yang secara efektif menunjukkan dampak ilmiah dari setiap penulis. Wang, Shang, Yang, Li, dan Liu terlihat menonjol karena telah mengumpulkan jumlah kutipan tertinggi, seperti yang diungkapkan oleh hasil analisis data kutipan bersama. Angka ini merupakan representasi yang komprehensif, yang memberikan perspektif yang bernuansa pada jaringan kolaboratif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai tematik kluster, tren penelitian, dan peluang penelitian dalam penelitian interaksi biochar dan mikroba, dapat disimpulkan bahwa ada evolusi yang jelas dalam fokus dan perdebatan dalam komunitas penelitian. Tematik kluster yang diidentifikasi mencerminkan kompleksitas tantangan yang dihadapi dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan, dari aspek global hingga praktik manajemen di lapangan. Analisis tren penelitian dari waktu ke waktu menunjukkan pergeseran fokus dari aspek dasar penggunaan biochar

sebagai amendement (pembenah tanah) menuju isu-isu global yang lebih kompleks seperti remediation pada lahan sawah yang mengandung logam berat seperti besi (iron), cadmium, arsenic hingga bioavailability.

Negara Cina dengan nama peneliti Wang, Zhang, Yang, Li, dan Liu (2019) menunjukkan peran dominan dalam meneliti biochar. Peluang penelitian ke depan terletak pada eksplorasi lebih lanjut tentang hasil analisis ini. praktik pertanian berkelanjutan yang spesifik misalnya interaksi biochar dan mikroba memberikan peluang untuk diteliti lebih lanjut sebagai pengintegrasian pendekatan pertanian berkelanjutan. Dengan memanfaatkan temuan-temuan ini, komunitas penelitian dapat terus mengembangkan solusi-solusi inovatif dan berkelanjutan untuk mendukung pertanian organik dalam mencapai keberlanjutan lingkungan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penelitian selanjutnya lebih fokus pada upaya remediasi dengan memanfaatkan interaksi biochar dan mikroba (bioavailability).

DAFTAR PUSTAKA

- Domene, X., Mattana, S., Hanley, K., Enders, A., & Lehmann, J. (2014). *Medium-term effects of corn biochar addition on soil biota activities and functions in a temperate soil cropped to corn*. *Soil Biology and Biochemistry*, 72, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.01.035>
- Eginarta, W. S., Nuraini, Y., & Purwani, J. (2021). *Efektivitas Berbagai Bahan Formula Pupuk Hayati Sianobakteri Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Gogo Varietas Situ Bagendit*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 415–426. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.13>
- Gobel, Y. A., Djibran, M. M., Djaini, A., & Hamidah, E. (2023). *Analisis Kelayakan Ekonomi dan Manfaat Lingkungan Pertanian Organik untuk Keberlanjutan Jangka Panjang*. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(10), 895–907.
- Lasaksi, P., Putri, V. K., & Alaydrus, A. Z. A. (2023). *Analisis Bibliometrik Pemanfaatan Energi Terbarukan dalam Proses Produksi Pangan*. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(09), 819–832.
- Mardianah, M., Setiyowati, T., & Ernawati, E. (2022). *Minat dan Perilaku Petani dalam Penerapan Pertanian Organik di Tidore Maluku Utara*. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(2), 206–214.
- Marhani, Musa, Y., Sahur, A., & Sartika, L. (2023). *Agroland : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Analisis Interaksi Biochar Tandan Kosong*. 30(3), 287–298.
- Maula, I. M. (2023). *Pengelolaan Limbah Pertanian: Pemanfaatan Kotoran Kambing Sebagai Pupuk Organik*. *Action Research Literate*, 7(1), 70–76.
- Nanda, A. P., Harto, B., & Dhuha, A. S. D. (2022). *Perancangan Sistem Informasi Berbasis Marketplace untuk Pemasaran Produk Pertanian Organik*. *Jurnal KomtekInfo*, 140–145.
- Pambudi, A., Susanti, & Priambodo, W. (2017). *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah Di Desa Sukawali Dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang*. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 10(2), 105–113. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v10i2.4907>
- Promraksa, A., & Rakmak, N. (2020). *Heliyon Biochar production from palm oil mill residues and application of the*

- biochar to adsorb carbon dioxide*. 6 (December 2019).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04019>
- Simanungkalit, R. D. ., Ardi, S. D., Rasti, S., Diah, S., & Hartatik, W. (2006). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*.
- Situmorang, S. C., Pramono, T. B., Ruslan, J. A., & Pramita, D. A. (2023). *Analisis Bibliometrik Tren Riset Bidang Resolusi Konflik Usaha Pertanian dan Perikanan dalam Mewujudkan Pembangunan yang Berkelanjutan di Era Disruptif*. Proceedings Series on Physical & Formal Sciences, 5, 23–36
- Suryantini, H., & Hardianti, S. (2020). *Analisis Bibliometrik Publikasi Pertanian TERBITAN IAARD PRESS*. Jurnal Perpustakaan Pertanian, 29(2), 64–72.
- Sutardji, S., & Maulidyah, S. I. (2014). *Analisis Bibliometrik pada Buletin Palawija*. Jurnal Perpustakaan Pertanian, 23(1), 17–23.
- Tu, C., Wei, J., Guan, F., Liu, Y., Sun, Y., & Luo, Y. (2020). *Biochar and bacteria inoculated biochar enhanced Cd and Cu immobilization and enzymatic activity in a polluted soil*. Environment International, 137 (October 2019), 105576.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105576>
- Vacheron, J., Desbrosses, G., Bouffaud, M. L., Touraine, B., Moëgne-Loccoz, Y., Muller, D., Legendre, L., Wisniewski-Dyé, F., & Prigent-Combaret, C. (2013). *Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning*.