



Peran Praktek Agroforestri Kopi terhadap Iklim Mikro dan Sifat Fisik Tanah di Desa Lanjan Jawa Tengah

Mokhtar Effendi^{1*}, Moh Hasbi Ash Shidiqi², Eka Nurmala Sari³, Septrial Arafat⁴, Refki Sanjaya⁵

mokhtar@poliwangi.ac.id¹, hasbi@poliwangi.ac.id², ekanurmala@poliwangi.ac.id³,

septrialarafat@lecturer.undip.ac.id⁴, refki.sanjaya@polinela.ac.id⁵

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Pertanian,
Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia.

⁴ Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Pertanian,

Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Indonesia.

⁵ Program Studi Produksi Tanaman Perkebunan, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri
Lampung

*Korespondensi: ✉ mokhtar@poliwangi.ac.id

Abstract

The increase in the Earth's temperature causes extreme climate change, which affects the microclimate around plants. The practice of agroforestry is increasingly recognized as an effective land management system that integrates forestry species with crops to enhance ecological and economic functions. This study focuses on evaluating the role of coffee-based agroforestry practices on microclimate elements and soil physical properties in Lanjan Village, Central Java. The research is driven by the need to understand how shade trees in agroforestry systems influence environmental conditions and support sustainable agriculture, particularly in coffee cultivation. A field-based experimental approach was employed, involving observations and measurements of microclimatic parameters (temperature and humidity) and soil physical characteristics (bulk density). The formulated hypothesis posits that agroforestry practices significantly alter the microclimate and physical characteristics of the soil. The findings confirm that agroforestry has a substantial impact on shaping key microclimatic elements, notably by reducing ambient air temperature and increasing air humidity under tree shade. Additionally, the system exhibits a statistically significant influence on bulk density, indicating an improvement in soil structure and potential for enhanced fertility. Overall, the research highlights that agroforestry systems not only support crop productivity but also contribute positively to microclimate regulation and soil physical health. These insights underscore the importance of integrating shade as a sustainable land management strategy, particularly in regions experiencing climate variability and soil degradation.

Status Artikel:

Diterima: 23-07-2025

Direvisi: 20-08-2025

Diterima: 06-10-2025

Kata Kunci:

Microclimate; Temperature;
Agroforestry; Tree Shade.



© 2025 Mokhtar Effendi, Moh Hasbi Ash Shidiqi, Eka Nurmala Sari, Septrial Arafat, Refki Sanjaya.

This work is licensed under a

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Pemanasan global berdampak pada perubahan iklim. Peningkatan suhu bumi menyebabkan perubahan iklim ekstrem yang memengaruhi iklim mikro di sekitar tanaman. Iklim memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Iklim dapat menjadi faktor yang lebih penting pada tanah dalam menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Ariyanto, 2010). Sementara itu Iklim mikro merupakan iklim di lapisan udara terdekat permukaan bumi dengan ketinggian ± 2 meter (Bunyamin & Aqil, 2010). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat ditentukan oleh unsur-unsur iklim, seperti suhu udara. Suhu udara memengaruhi aktivitas kehidupan tanaman antara lain pada proses fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan, penyerbukan, pembuahan, dan keguguran buah. Besar kecilnya pengaruh ini terkait dengan faktor yang lain seperti kelembapan, ketersediaan air, dan jenis tanaman (Hatfield & Prueger, 2015).

Praktik agroforestri semakin diakui sebagai sistem pengelolaan lahan yang efektif, memadukan spesies kehutanan dengan tanaman pertanian untuk meningkatkan fungsi ekologis dan ekonomi. Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan vegetasi tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian atau peternakan dalam satu ekosistem (Nair *et al.*, 2022). Salah satu bentuk agroforestri yang banyak diterapkan adalah agroforestri kopi, dimana tanaman kopi dibudidayakan bersama dengan pohon penayang atau tanaman kehutanan lainnya. Agroforestri kopi tidak hanya berdampak pada aspek produksi pertanian tetapi juga memiliki peran penting dalam mengelola agroklimat dan sifat fisik tanah. Terdapat korelasi yang signifikan antara iklim dengan pertumbuhan, produktivitas dan citarasa kopi (Towaha *et al.*, 2014). Praktik ini telah banyak diterapkan untuk meningkatkan produktivitas lahan, menjaga keseimbangan lingkungan, serta memberikan manfaat ekonomi bagi petani.

Sistem agroforestri kopi dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengaturan mikroklimat (Agustiningsih *et al.*, 2022). Naungan secara langsung mempengaruhi kondisi iklim mikro dengan mengurangi suhu dan intensitas cahaya matahari. Pohon mahoni berpotensi memberikan naungan hingga 50% dan menurunkan suhu tanaman di bawah hingga 2°C. Naungan menambah jumlah seresah, sehingga meningkatkan ketersediaan bahan organik, sehingga mengakibatkan perubahan sifat fisik tanah, berupa tekstur, struktur, dan porositas yang dapat meningkatkan kesuburan tanah (Fahad *et al.*, 2022). Dampak tambahan seresah pada tanah adalah bertambahnya pori-pori dari daun-daun dan ranting-ranting yang berguguran yang bercampur sehingga membentuk struktur tanah yang lebih porus. Selain itu, seresah memainkan peran penting dalam pengendalian erosi, pengaturan pH, dan retensi air, dalam menjaga kesuburan tanah dan ketahanan ekosistem (Castagnolli *et al.*, 2023)

Di Desa Lanjan, tanaman kopi dibudidayakan dengan konsep agroforestri, dinaungi pohon mahoni, nangka, sengon, alpukat, dan cordia. Penelitian yang dilakukan di Desa Lanjan, Jawa Tengah. Penelitian difokuskan untuk menganalisis peran praktek agroforestri kopi pada iklim mikro dan sifat fisik tanah, yang dipengaruhi oleh berbagai naungan agroforestri.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Lanjan, Kecamatan Sumowono, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah pada bulan November - Desember 2023. Penentuan lokasi penelitian ini dilakukan secara langsung di lapangan sesuai dengan hasil survei pendahuluan. Berdasarkan hasil yang

diperoleh, telah ditetapkan 8 lokasi terpilih yang terdiri dari 3 lokasi lahan pertanian semusim dan 5 lokasi sistem agroforestri sebagai objek pengamatan sebagai berikut:

- Tanaman jagung semusim,
- Tanaman cabai semusim,
- Tanaman tomat semusim,
- Agroforestri Kopi + Mahoni,
- Agroforestri Kopi + Nangka,
- Agroforestri Kopi + Sengon,
- Agroforestri Kopi + Alpukat, dan
- Agroforestri Kopi + Cordia

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali rafia untuk pembatas setiap plot, gunting untuk memotong tali rafia, meteran untuk mengukur dan membuat plot, patok bambu sebagai pembatas plot, lux meter digital untuk mengukur intensitas cahaya, thermometer digital untuk mengukur suhu, ring sampel untuk mengambil sampel tanah, dan serta alat tulis dan penggaris untuk mencatat dan hasil pengamatan. Prosedur penelitian diawali dengan survei lahan, kemudian melakukan plotting pada masing-masing perlakuan dengan ukuran 3 m × 3 m. Selanjutnya, pada setiap plot diukur kondisi iklim mikro meliputi intensitas cahaya menggunakan lux meter dan suhu udara dengan thermometer digital. Pengamatan sifat fisik tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada setiap plot perlakuan dengan ring sampel lalu dibawa ke laboratorium untuk dianalisis berat isi (BI), berat jenis (BJ), dan porositas tanah.

Variabel pengamatan diantaranya intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan sifat fisik tanah (berat isi (BI), berat jenis (BJ), dan porositas tanah). Data dianalisis dengan Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila hasil sidik ragam menunjukkan hasil yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Agroforestri Kopi terhadap Iklim Mikro

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi di Desa Lanjan secara signifikan memodifikasi iklim mikro. Sistem agroforestri (AF) memberikan pengaruh berbeda nyata dibanding pada tanaman semusim terhadap intensitas cahaya matahari, suhu udara, berat isi (BI), dan kelembaban udara (yang dapat dicerminkan melalui data intensitas cahaya dan porositas tanah). Data suhu menunjukkan bahwa sistem agroforestri secara konsisten memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem monokultur. Suhu di bawah tegakan agroforestri kopi rata-rata 2–3°C lebih rendah dibandingkan dengan lahan monokultur. Rata-rata suhu tertinggi tercatat pada tanaman jagung (33,87°C) dan cabai (32,77°C), sedangkan suhu terendah tercatat pada AF Kopi + Nangka (28,00°C) dan AF Kopi + Mahoni (28,27°C). Suhu yang lebih rendah ini mengindikasikan bahwa naungan pohon dalam sistem agroforestri mampu mengurangi intensitas cahaya matahari langsung ke permukaan tanah dan udara sekitarnya, sehingga berkontribusi pada penurunan suhu iklim mikro. Hal ini sesuai dengan penelitian (Agustiningsih *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa pohon penaung dalam sistem agroforestri kopi dapat

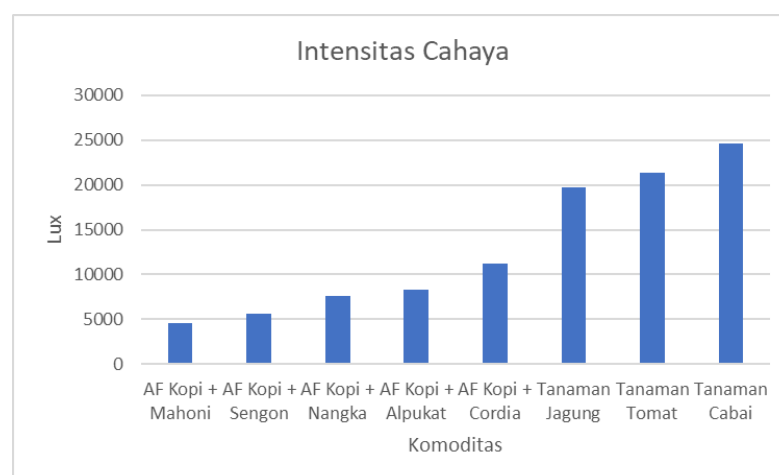
mempengaruhi suhu mikro dengan cara mengurangi intensitas cahaya matahari langsung, menghasilkan suhu yang lebih sejuk dibandingkan dengan lahan monokultur.

Tabel 1. Intensitas Radiasi Matahari dan Suhu Udara

Variabel Pengamatan	Lux	°C
Tanaman jagung semusim	19723 c	33.87 b
Tanaman cabai semusim	24647 c	32.77 b
Tanaman tomat semusim	21347 c	30.60 ab
Agroforestri Kopi + Mahoni	4515 a	28.27 a
Agroforestri Kopi + Nangka	7574 ab	28.00 a
Agroforestri Kopi + Sengon	5645 ab	29.33 a
Agroforestri Kopi + Alpukat	8253 ab	28.87 a
Agroforestri Kopi + Cordia	11207 b	28.33 a
BNT	5870	2.99
KK %	26	5.6

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Selain itu, intensitas cahaya yang masuk pada sistem agroforestri juga lebih rendah, seperti pada AF Kopi + Mahoni (4515 lux) dan AF Kopi + Sengon (5645 lux), dibandingkan dengan tanaman cabai (24647 lux) atau jagung (19723 lux) yang disajikan pada Gambar 1. Ini menunjukkan bahwa kanopi pohon dalam agroforestri memberikan naungan efektif, menjaga kelembaban dan mengurangi penguapan. Penurunan intensitas cahaya menunjukkan bahwa kanopi pohon dalam sistem agroforestri memberikan naungan yang efektif, yang dapat menjaga kelembaban tanah dan menurunkan tingkat penguapan (Supriyadi & Pranowo, 2016). Menurut (Widiastuti, 2004) tanaman yang terkena intensitas cahaya yang tinggi menghasilkan daun yang lebih kecil, lebih tebal dan tekstur daun keras. Sedangkan intensitas yang terlalu rendah menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan pertumbuhan yang lambat. Akan tetapi jenis tanaman yang toleran cahaya rendah pada kondisi naungan akan meningkatkan kandungan klorofil lebih tinggi. Kandungan klorofil yang lebih besar memungkinkan tanaman memperoleh lebih banyak energi cahaya yang selanjutnya dapat diolah menjadi energi kimia dalam bentuk elektron tereksitasi (Effendi *et al.*, 2019)



Gambar 1. Intensitas Cahaya pada Agroforestri dan Tanaman Semusim

Kelembaban udara tidak diukur secara langsung, porositas tanah dan intensitas cahaya dapat digunakan sebagai indikator tidak langsung. Semakin tinggi porositas dan semakin rendah intensitas cahaya, semakin tinggi kemungkinan kelembaban udara pada area tersebut. Sistem agroforestri menunjukkan porositas yang lebih tinggi, seperti pada AF Kopi + Mahoni dan AF Kopi + Cordia dibandingkan dengan tanaman monokultur, misalnya jagung dan tomat. Porositas yang tinggi menunjukkan struktur tanah yang lebih baik, dengan ruang antar partikel tanah yang cukup untuk menahan air dan udara. Sistem agroforestri berpotensi sebagai strategi adaptasi perubahan iklim skala mikro, terutama di daerah dengan fluktuasi suhu ekstrem seperti Jawa Tengah.

Hasil ini mendukung temuan sebelumnya bahwa sistem agroforestri mampu menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih stabil dan ramah bagi pertumbuhan tanaman, terutama kopi. Penurunan suhu dan peningkatan kelembaban yang signifikan menunjukkan bahwa pohon penayang memainkan peran penting dalam mitigasi suhu ekstrem yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim global. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian (Islakhul Anam et al., 2023) yang menjelaskan bahwa keberadaan pohon penayang dalam agroforestri juga berperan dalam mengontrol kelembaban udara dan mengurangi suhu ekstrem.

Menurut (Tams *et al.*, 2023) penurunan intensitas cahaya yang masuk turut berkontribusi dalam mengurangi evaporasi air tanah, sehingga menjaga kelembaban dan produktivitas lahan. Selain itu, jenis pohon penayang juga berperan berbeda terhadap iklim mikro dan sifat fisik tanah. Misalnya, pohon mahoni dan cordia menunjukkan hasil terbaik dalam menurunkan suhu dan meningkatkan kelembaban udara. Hal ini menunjukkan pentingnya pemilihan jenis pohon penayang yang sesuai dengan kondisi lokal dan tujuan agroforestri.

Dampak Agroforestri terhadap Sifat Fisik Tanah

Rata-rata berat isi (BI) tanah pada lahan agroforestri lebih rendah dibandingkan dengan lahan tanaman tunggal (monokultur). Nilai BI terendah terdapat pada AF Kopi + Mahoni (1.33), sedangkan nilai BI tertinggi terdapat pada tanaman tomat dengan sistem monokultur.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Isi (BI), Berat Jenis (BJ), dan Porositas Tanah

Variabel Pengamatan	Berat Isi (BI)	Berat Jenis (BJ)	Porositas
Tanaman jagung semusim	1.65 c	2.093	0.209
Tanaman cabai semusim	1.51 bc	2.085	0.274
Tanaman tomat semusim	1.67 d	2.096	0.201
Agroforestri Kopi + Mahoni	1.33 a	2.192	0.392
Agroforestri Kopi + Nangka	1.51 bc	2.143	0.328
Agroforestri Kopi + Sengon	1.42 ab	2.021	0.292
Agroforestri Kopi + Alpukat	1.45 ab	2.266	0.355
Agroforestri Kopi + Cordia	1.43 ab	2.268	0.366
BNT	0.16	tn	tn
KK %	6.2	8.5	24.3

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%

Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi campuran dalam sistem agroforestri dapat mempengaruhi struktur dan kerapatan tanah, kemungkinan karena pengaruh akar tanaman tahunan dan akumulasi bahan organik. Dengan penambahan panjang pada ruas tanaman jagung akan memperlihatkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi (Dewantara *et al.*, 2023). Sedangkan pada tanaman Kakao adanya bahan organik berpengaruh positif terhadap tinggi, jumlah daun dan diameter batang (Airlangga & Parapasan, 2023). Penerapan sistem agroforestri kopi memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan sifat fisik tanah, khususnya berat isi (BI), berat jenis (BJ), dan porositas tanah. Rata-rata berat isi tanah pada lahan agroforestri cenderung lebih rendah dibandingkan lahan monokultur, yang mengindikasikan struktur tanah yang lebih gembur dan porus. Berat isi yang rendah umumnya menunjukkan tanah memiliki kandungan bahan organik tinggi serta struktur yang baik, memungkinkan akar tanaman tumbuh lebih optimal dan air lebih mudah meresap ke dalam tanah (Franzluebbers, 2002). Sebaliknya, nilai berat jenis (BJ) pada lahan agroforestri relatif lebih tinggi, yang mencerminkan adanya peningkatan densitas mineral tanah akibat akumulasi bahan organik yang berasal dari seresah pohon penabung dan sistem perakaran tanaman tahunan. Menurut Ramadan, (2023) menyatakan bahwa akumulasi bahan organik dalam sistem agroforestri, baik melalui seresah maupun akar tanaman dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air dan udara. Peningkatan BJ ini tidak merujuk pada pemadatan, melainkan lebih pada stabilitas dan kualitas partikel tanah. Hal ini diperkuat oleh peningkatan porositas tanah pada sistem agroforestri, terutama pada kombinasi kopi + mahoni (39,2%) dan kopi + cordia (36,6%), yang mengindikasikan banyaknya ruang antar partikel tanah untuk menyimpan air dan udara.

Agroforestri kopi memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan sifat fisik tanah, khususnya berat isi (BI), berat jenis (BJ), dan porositas tanah. Rata-rata berat isi tanah pada lahan agroforestri cenderung lebih rendah dibandingkan lahan monokultur, yang mengindikasikan struktur tanah yang lebih gembur dan porus. Berat isi yang rendah umumnya menunjukkan tanah memiliki kandungan bahan organik tinggi serta struktur yang baik, memungkinkan akar tanaman tumbuh lebih optimal dan air lebih mudah meresap ke dalam tanah. Sebaliknya, nilai berat jenis (BJ) pada lahan agroforestri relatif lebih tinggi, yang mencerminkan adanya peningkatan densitas mineral tanah akibat akumulasi bahan organik yang berasal dari seresah pohon penabung dan sistem perakaran tanaman tahunan. Peningkatan BJ ini tidak merujuk pada pemadatan, melainkan lebih pada stabilitas dan kualitas partikel tanah. Hal ini diperkuat oleh peningkatan porositas tanah pada sistem agroforestri, terutama pada kombinasi kopi + mahoni (39,2%) dan kopi + cordia (36,6%), yang mengindikasikan banyaknya ruang antar partikel tanah untuk menyimpan air dan udara.

Dari sisi sifat fisik tanah, peningkatan porositas pada lahan agroforestri menunjukkan bahwa sistem ini memperbaiki struktur tanah melalui kontribusi bahan organik dari seresah dan aktivitas akar pohon tahunan. Interaksi akar dari berbagai jenis tanaman memperbaiki agregasi tanah, memperbesar ruang pori, dan meningkatkan kapasitas infiltrasi air, yang semuanya berperan penting dalam menjaga kesuburan dan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Fahad *et al.* (2022), menyebutkan bahwa agroforestri meningkatkan struktur tanah dan memperbaiki keseimbangan kelembaban tanah melalui kontribusi bahan organik dari seresah dan aktivitas akar. Dengan struktur tanah yang lebih porus dan berat isi yang lebih rendah, agroforestri menciptakan lingkungan perakaran yang lebih sehat dan mendukung produktivitas jangka panjang. Ini

menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya ramah terhadap iklim mikro, tetapi juga berdampak positif terhadap kesehatan tanah sebagai media tumbuh tanaman.

Pengaruh positif terhadap porositas ini berkaitan langsung dengan kontribusi seresah daun dan akar tanaman penabung yang memperkaya kandungan bahan organik dan memperbaiki struktur tanah. Seresah yang terurai menjadi humus membantu pembentukan agregat tanah yang stabil. Pramulya (2021) menyatakan bahwa interaksi akar dari berbagai tanaman dalam agroforestri berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan produktivitas tanah. Selain itu, aktivitas biota tanah, seperti cacing dan mikroorganisme yang meningkat di lingkungan kaya bahan organik, turut mempercepat dekomposisi dan perbaikan struktur tanah. Pengelolaan agroforestri yang tepat dapat berkontribusi besar dalam mengatasi degradasi lahan dan meningkatkan ketahanan pertanian terhadap variabilitas iklim.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem agroforestri kopi tidak hanya efektif dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil, tetapi juga berfungsi sebagai strategi adaptasi terhadap perubahan iklim dan perbaikan kualitas tanah. Oleh karena itu, penerapan sistem agroforestri sangat direkomendasikan sebagai model pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan di wilayah dengan tekanan iklim dan degradasi tanah yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, R., Suhartoyo, H., & Suharto, E. (2022). Pengaruh naungan terhadap kualitas bubuk kopi pada lahan agroforestri. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(2), 56–60.
- Airlangga, T. A., & Parapasan, Y. (2023). Pengaruh Komposisi Media Tumbuh Dan Dosis Pupuk Majemuk Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. In *Journal of Agriculture and Animal Science* (Vol. 3, Issue 2, pp. 90–99). <https://doi.org/10.47637/agrimals.v3i2.912>
- Ariyanto, S. (2010). Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) di Lahan Kering. *Sains Dan Teknologi*, 1–10. <http://eprints.umk.ac.id/89/>
- Castagnolli, L., Boggiani, F. S., Lima, J. A. de, Lima, M. T., & Tonello, K. C. (2023). Hydrological Properties of Litter in Different Vegetation Types: Implications for Ecosystem Functioning. *Hydrology*, 10(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/hydrology10080165>
- Rio, dewantara, & Sanjaya, R. (2023). Efektivitas Penggunaan Media Tanam Agronika Pada Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays saccharata* sturt). *Journal of Agriculture and Animal Science*, 3(1), 28–35. <https://doi.org/10.47637/agrimals.v3i1.702>
- Effendi, M., Sugito, Y., & Nugroho, A. (2019). Adaptation test of several plants under the Pine Forest stands. *Bioscience Research*, 16(2), 1793–1799.
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Islakhul Anam, M., Maghfiroh, C. N., Puspaningrum, Y., Nasirudin, M., & Faizah, M. (2023). Pengaruh Naungan Lentera, Alpukat, dan Sengon Terhadap Kondisi Iklim Mikro Pada Lahan Agroforestri Kopi Robusta. *Agrosaintifika*, 6(1), 25–30.

- <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v6i1.4304>
- Liu, C., Tong, F., Yan, L., Zhou, H., & Hao, S. (2020). Effect of Porosity on Soil-Water Retention Curves: Theoretical and Experimental Aspects. *Geofluids*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6671479>
- Ramadan, M. (2023). *Pengaruh Penggunaan Jenis Naungan Terhadap Perubahan Iklim Mikro dan Hasil Kebun Kakao Rakyat di Desa Lape*. Universitas Sintuwu Maroso.
- Supriyadi, H., & Pranowo, D. (2016). Prospek Pengembangan Agroforestri Berbasis Kopi di Indonesia. *Jurnal Penelitian Kehutanan*, 14(2) : 135.
- Tams, L., Paton, E. N., & Kluge, B. (2023). Impact of shading on evapotranspiration and water stress of urban trees. *Ecohydrology*, 16(6), 1–14. <https://doi.org/10.1002/eco.2556>
- Towaha, J., Aunillah, A., Purwanto, E. H., & Supriadi, H. (2014). Pengaruh Elevasi dan Pengolahan terhadap Kandungan Kimia dan Citarasa Kopi Robusta Lampung. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(1), 57. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v1n1.2014.p57-62>
- Widiastuti, L. (2004). Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida Terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan dalam Pot. In *Ilmu Pertanian* (Vol. 11, pp. 35–42).