Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman
Volume 2, Nomor 2, Juli 2025
e-ISSN : 3046-5443, p-ISSN : 3046-5451, Hal. 12-27
DOI: https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i2.329
Available Online at : https://journal.asritani.or.id/index.php/Hidroponik

Efektivitas Sistem Agroforestri dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah dan Produktivitas Pertanian

Parid Pakaya[1*], Dewi Wahyuni K. Baderan[2], Marini Susanti Hamidun[3]
[1-3] Fakultas Pascasarjana Kependudukan dan Lingkungan Hidup,
Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Jl. Jend. Sudirman No.6, Dulalowo Tim., Kota Tengah, Kota Gorontalo 96128
Korespondensi penulis: faridpakaya21@gmail.com

Abstract. *Land degradation due to intensive agricultural practices is a serious issue threatening food security and ecosystem balance. Monoculture farming systems often lead to soil fertility decline, increased erosion, and reduced soil biodiversity. As an alternative, agroforestry has been developed to enhance agricultural productivity without compromising soil health. Agroforestry integrates agricultural crops with trees or other woody plants in a mutually beneficial system. Several studies have shown that agroforestry improves soil organic matter content, retains soil moisture, and reduces erosion and nutrient loss. This study employs a literature review method to analyze the effectiveness of agroforestry in improving soil health and agricultural productivity. Agroforestry has been found to enhance agricultural productivity through crop diversification, efficient land use, and climate change mitigation. Diversification not only strengthens food security but also increases farmers' income by minimizing crop failure risks and enhancing nutritional value. Additionally, agroforestry optimizes land use by improving yield per unit area and reducing environmental degradation through natural resource conservation. Agroforestry also plays a crucial role in mitigating climate change by increasing ecosystem resilience, sequestering carbon, and reducing extreme weather impacts. However, the adoption of agroforestry faces challenges, including a lack of farmers' knowledge, limited policy support, and varying environmental conditions. Addressing these barriers through improved education, supportive policies, and sustainable resource management can accelerate agroforestry adoption. With broader implementation and strong policy support, agroforestry can drive agricultural sustainability and enhance community well-being.*

Keywords: *Agroforestry, Soil Health, Agricultural Productivity, Climate Change Mitigation, Sustainable Farming*

Abstrak. Degradasi lahan akibat praktik pertanian intensif mengancam ketahanan pangan dan ekosistem. Agroforestri menjadi alternatif yang mengintegrasikan tanaman pertanian dengan pohon untuk meningkatkan kesuburan tanah, efisiensi lahan, dan mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka untuk menganalisis efektivitas agroforestri dalam meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas pertanian. Hasil kajian menunjukkan bahwa agroforestri meningkatkan produktivitas melalui diversifikasi tanaman, mengurangi erosi, serta memperbaiki struktur dan kesuburan tanah. Selain itu, sistem ini meningkatkan ketahanan pangan, pendapatan petani, serta menyerap karbon yang berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Namun, adopsinya masih menghadapi kendala seperti kurangnya pemahaman petani, keterbatasan kebijakan pendukung, serta faktor lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendidikan petani, kebijakan yang mendukung, inovasi teknologi, dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan untuk mengoptimalkan manfaat agroforestri. Dengan pendekatan yang tepat, agroforestri berpotensi menjadi solusi pertanian berkelanjutan yang menjaga keseimbangan ekologi dan kesejahteraan petani.

Kata Kunci: Agroforestri, Kesehatan Tanah, Produktivitas Pertanian, Ketahanan Pangan, Perubahan Iklim.

1. LATAR BELAKANG

Degradasi lahan akibat praktik pertanian intensif menjadi permasalahan serius yang mengancam ketahanan pangan dan keseimbangan ekosistem. Sistem pertanian monokultur yang banyak diterapkan saat ini sering kali mengakibatkan penurunan kesuburan tanah, meningkatnya erosi, serta berkurangnya biodiversitas tanah. Sebagai alternatif, sistem agroforestri telah dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas pertanian tanpa mengorbankan kesehatan tanah. Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang

Received April 15, 2025; Revised April 30, 2025; Accepted Mei 19, 2025; Online Available Mei 21, 2025

mengombinasikan tanaman pertanian dengan pohon atau tanaman berkayu lainnya dalam satu sistem yang saling menguntungkan. Agroforestri mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah, mempertahankan kelembapan tanah, serta mengurangi erosi dan kehilangan nutrisi tanah.

Beberapa studi juga menunjukkan bahwa agroforestri dapat meningkatkan produktivitas pertanian dibandingkan dengan sistem konvensional. Menurut penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri mampu meningkatkan pendapatan petani dengan menyediakan berbagai produk hutan yang dapat dipasarkan, menciptakan lapangan kerja serta berkontribusi terhadap ketahanan pangan lokal (Jalón et al., 2017). Intervensi agroforestri yang tepat dapat memenuhi kebutuhan ekonomi masyarakat sambil menjaga keseimbangan lingkungan. Hal ini sejalan dengan pandangan dari Castle et al, (2021), yang menytakan bahwa meskipun mungkin ada trade-off jangka pendek dalam hal hasil, keuntungan jangka panjang seperti peningkatan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam jangka panjang.

Meskipun memiliki banyak manfaat, adopsi sistem agroforestri masih menghadapi tantangan seperti kurangnya pemahaman petani tentang teknik yang efektif, keterbatasan kebijakan pendukung, serta perbedaan kondisi lingkungan di berbagai wilayah. Oleh karena itu, penelitian berbasis tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas agroforestri dalam meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas pertanian berdasarkan studi-studi yang telah dilakukan sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka (*literature review*) untuk menganalisis efektivitas sistem agroforestri dalam meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas pertanian. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis berbagai sumber literatur yang relevan, termasuk jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, serta artikel. Penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk memahami dan menjelaskan konsep, manfaat, serta tantangan dalam penerapan agroforestri berdasarkan temuan-temuan dalam literatur ilmiah yang telah ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Agroforestri terhadap Kesehatan Tanah.

Peningkatan Kesuburan Tanah

Salah satu aspek krusial dari agroforestri adalah kemampuannya untuk meningkatkan kualitas tanah. Penelitian oleh Marques et al. menunjukkan bahwa sistem agroforestri memiliki

potensi untuk memulihkan tanah dan meningkatkan manajemen tanah dengan cara memperbaiki siklus nutrisi, terutama di daerah tropis lembab Marques et al. (2022). Hal ini dimungkinkan karena keberadaan pohon dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan akumulasi bahan organik melalui litter dan akar yang terdekomposisi, serta mempertahankan kondisi tanah yang baik untuk kegiatan biokimia yang mendukung pertumbuhan tanaman (Ramirez et al., 2022).

Lebih lanjut, Aji et al. menyoroti bahwa praktik agroforestri dapat meningkatkan sifat fisik tanah, seperti kepadatan bulk yang lebih baik dan kapasitas penyerapan air yang lebih tinggi, yang berkontribusi pada kesuburan tanah secara keseluruhan (Aji et al., 2021). Dengan menambahkan bahan organik dari tanaman, tanah menjadi lebih kaya akan nutrisi, yang berujung pada peningkatan produktivitas tanaman. Guo et al. juga mengkonfirmasi bahwa agroforestri dapat meningkatkan status nutrisi tanah dan kapasitas penyerapan karbon (Guo et al., 2019), yang semakin menegaskan peranan penting agroforestri dalam pengelolaan lahan dan pelestarian lingkungan. Dari sudut pandang mikrobiologi, penelitian oleh Supriyadi et al. menunjukkan bahwa keanekaragaman biota tanah dalam sistem agroforestri juga meningkat, yang selanjutnya memperbaiki struktur dan fungsi tanah (Supriyadi et al., 2024). Penambahan bahan organik yang lebih tinggi berkolerasi positif dengan aktivitas mikroorganisme tanah, memperkuat jaringan sosial tanah yang mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Dalam konteks keberlanjutan, lebih banyak studi mendukung temuan bahwa agroforestri juga dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk dan pestisida karena sistem ini secara alami meningkatkan kesehatan tanah. Ramadhani et al. menemukan bahwa sistem agroforestri mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah hingga lebih dari 5%, yang menciptakan lingkungan kondusif untuk pertumbuhan tanaman (Ramadhani et al., 2024). Ini menunjukkan bahwa agroforestri tidak hanya menyediakan manfaat ekonomi bagi petani, tetapi juga mendukung konservasi dan pemeliharaan kualitas tanah untuk generasi mendatang.

Konservasi Tanah dan Pengurangan Erosi

Agroforestri, sebagai salah satu pendekatan pengelolaan lahan yang berkelanjutan, memiliki peran penting dalam konservasi tanah dan pengurangan erosi. Penggunaan sistem agroforestri yang tepat dapat sangat berkontribusi dalam menjaga stabilitas tanah, meningkatkan kesuburan, dan mengurangi risiko erosi, terutama di daerah dengan kemiringan tanah yang tinggi. Penelitian oleh Fitri et al. menunjukkan bahwa penerapan agroforestri di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung Hulu di Jawa Barat mampu mengurangi tingkat erosi tanah dan hubungan kuantitatif antara tipe agroforestri dan retensi air, yang menunjukkan bahwa sistem agroforestri yang dikelola dengan baik memiliki kapasitas infiltrasi yang baik Fitri et al. (2020). Ini menunjukkan bahwa agroforestri dapat berperan sebagai sistem

konservasi yang efektif dengan meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap air, sehingga mengurangi limpasan permukaan yang sering menjadi penyebab utama erosi.

Akbar melaporkan bahwa penerapan teknik konservasi tanah dalam sistem agroforestri, seperti pembuatan teras, dapat menurunkan tingkat erosi tanah secara signifikan (Akbar, 2021). Temuan ini mendukung pentingnya pengelolaan lahan yang bijak dan penerapan teknik konservasi yang tepat untuk mencapai efisiensi dalam pemanfaatan lahan pertanian sekaligus menjaga kesehatan tanah. Muhana et al. menjelaskan dampak erosi yang diakibatkan oleh penggunaan lahan yang buruk, di mana tindakan konservasi yang tepat harus diterapkan untuk memitigasi risiko tersebut (Muhana et al., 2024). Pemetaan tingkat bahaya erosi dan rekomendasi mitigasi penting untuk diimplementasikan di kawasan-kawasan yang rawan erosi untuk melindungi jaringan ekosistem yang sensitif.

Naharuddin mencatat bahwa penerapan sistem pertanian konservasi pola agroforestri dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah serta potensi terjadinya erosi (Naharuddin, 2018). Penelitian ini mengindikasikan bahwa agroforestri dapat memperbaiki keadaan tanah dengan meningkatkan bahan organik, yang dapat mencegah kerusakan tanah akibat erosi. Penelitian oleh Sadono et al. lebih lanjut mengkonfirmasi bahwa penggunaan sistem agroforestri dapat menyebabkan variasi dalam sifat kimia tanah, yang mendukung penyerapan air dan nutrisi, sehingga mengurangi erosi tanah (Sadono et al., 2019). Dengan memanfaatkan tanaman penutup dan tanaman pokok, agroforestri membantu mengurangi pengaruh buruk dari hujan dan aliran permukaan.

Di samping itu, Wardani et al. menyoroti bahwa penerapan sistem agroforestri di Desa Teba Liokh di Lampung Barat mampu memfasilitasi pengurangan erosi dan meningkatkan ekonomi masyarakat lokal melalui pemanfaatan tanaman Multi-Peruntukan Tanaman (MPTS) (Wardani et al., 2023). Ini menunjukkan bahwa penerapan teknik agroforestri tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kesehatan tanah, tetapi juga memberikan dampak positif bagi ekonomi lokal.

Kapasitas Penyimpanan Air dan Keseimbangan Hidrologi

Agroforestri memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan kapasitas penyimpanan air dan keseimbangan hidrologi di lahan pertanian. Dengan memadukan tanaman pohon dan tanaman pertanian dalam satu sistem, agroforestri mampu menciptakan kondisi yang lebih baik untuk penyerapan air, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap ketahanan dan efisiensi penggunaan sumber daya air dalam pertanian.

Fitri et al. dalam penelitian mereka menunjukkan bahwa sistem agroforestri memiliki hubungan kuantitatif yang positif dengan kapasitas infiltrasi dan retensi air, khususnya di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung Hulu Fitri et al. (2020). Dengan adanya

tanaman pohon dalam sistem, struktur tanah menjadi lebih baik dalam hal porositas dan kemampuan menyimpan air, sehingga mengurangi pengaliran permukaan. Ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan hidrologi, khususnya dalam mencegah banjir dan kekeringan. Lebih lanjut, Ginting menekankan pentingnya bahan organik dalam tanah yang dihasilkan oleh sistem agroforestri, yang membantu meningkatkan efisiensi penyimpanan air. Bahan organik tidak hanya berfungsi sebagai sumber hara, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kapasitas tanah untuk menampung air. Dalam konteks ini, keberadaan bahan organik yang tinggi merupakan kunci untuk memperbaiki struktur tanah, mengurangi kekompakan tanah, dan meningkatkan daya serap air (Ginting, 2020).

Wahyudi et al. menyampaikan bahwa praktik agroforestri seperti alley cropping dapat berkontribusi pada peningkatan reaksi hidrologi tanah yang berdampak pada ketersediaan air yang lebih baik untuk tanaman (Wahyudi et al., 2023). Dengan menjaga kesuburan tanah dan mencegah erosi, sistem ini membantu meningkatkan akses tanaman terhadap sumber daya air, terutama di wilayah dengan curah hujan yang tidak merata. Siswanto et al. menekankan perlunya pemahaman petani tentang pentingnya konservasi tanah dan air dalam konteks agroforestri, yang dapat membantu meningkatkan kapasitas penyimpanan air serta menjaga keseimbangan hidrologi secara keseluruhan (Siswanto et al., 2021). Edukasi tentang teknik konservasi yang baik dalam agroforestri dapat menghasilkan tanah yang lebih sehat, lebih resisten terhadap erosi, dan lebih mampu mempertahankan kelembapan tanah.

Dari perspektif mikrobiologi dan bioteknologi, penelitian oleh Sittadewi menunjukkan bahwa akar tanaman dan litter yang dihasilkan dalam sistem agroforestri memiliki peran penting dalam meningkatkan infiltrasi tanah (Sittadewi, 2021). Akar pohon yang menyebar di berbagai lapisan tanah dan litternya berkontribusi pada peningkatan makroporositas tanah, yang pada gilirannya meningkatkan laju infiltrasi air. Peningkatan kemampuan infiltrasi tidak hanya membantu dalam penyimpanan air, tetapi juga mengurangi risiko pencucian nutrisi dari tanah.

Peningkatan Produktivitas Pertanian melalui Agroforestri

Peningkatan produktivitas pertanian melalui agroforestri merupakan pendekatan yang semakin banyak diadopsi dalam konteks pertanian berkelanjutan. Sistem agroforestri, yang mencakup kombinasi tanaman pohon dan tanaman pangan, tidak hanya meningkatkan produktivitas lahan tetapi juga memberikan manfaat tambahan pada kondisi lingkungan dan kesejahteraan sosial.

Diversifikasi Produksi dan Ketahanan Pangan

Salah satu aspek utama dari keberhasilan agroforestri dalam meningkatkan produktivitas pertanian adalah keberagaman spesies yang ditanam dalam sistem tersebut.

Penelitian oleh Siarudin et al. menunjukkan bahwa sistem agroforestri yang beragam dapat meningkatkan potensi sekuestro karbon di lahan yang terdegradasi di Jawa Barat, dengan memberikan keuntungan bagi mata pencaharian masyarakat dan meningkatkan pengetahuan serta dukungan kebijakan terkait agroforestri Siarudin et al. (2021). Keberagaman ini tidak hanya membantu dalam mengoptimalkan penggunaan lahan tetapi juga menambah daya tahan terhadap hama dan penyakit yang dapat merusak tanaman.

Salah satu keuntungan utama dari diversifikasi produksi adalah kemampuannya dalam meningkatkan stabilitas hasil pertanian. Menurut Makate et al., diversifikasi tanaman tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga memastikan ketersediaan pangan dan nutrisi. Hal ini terjadi karena jika satu jenis tanaman gagal, petani bisa bergantung pada tanaman lain yang tetap memberikan hasil Makate et al. (2016). Pendekatan ini sangat penting untuk menjawab tantangan ketidakpastian iklim yang sering mempengaruhi hasil pertanian. Waha et al. menyoroti bahwa diversifikasi pertanian merupakan strategi krusial untuk mencapai ketahanan pangan di Afrika, di mana perubahan iklim dan variasi cuaca dapat mengancam pasokan pangan (Waha et al., 2018). Melalui pendekatan ini, para petani dapat meningkatkan pendapatan mereka dan memastikan adanya ketersediaan pangan yang lebih baik.

Perluasan keanekaragaman hasil pertanian juga berpengaruh pada nutrisi masyarakat. Penelitian oleh Mulmi et al. menunjukkan bahwa produksi pangan yang lebih beragam berhubungan positif dengan kualitas diet anak, terutama di keluarga berpendapatan rendah di Nepal (Mulmi et al., 2017). Dengan meningkatkan keanekaragaman tanaman yang dibudidayakan, petani tidak hanya meningkatkan produksi pangan, tetapi juga memastikan bahwa makanan yang tersedia kaya akan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan yang sehat. Selain itu, Asante et al. menegaskan bahwa diversifikasi tanaman dalam sistem pertanian terintegrasi sangat penting untuk memperoleh pendapatan yang stabil, dan hal ini berkaitan langsung dengan pengambilan keputusan petani dalam melanjutkan praktik diversifikasi mereka (Asante et al., 2017). Diversifikasi berfungsi sebagai strategi untuk mengelola risiko terkait pertanian yang dihadapi petani, termasuk risiko iklim dan pasar.

Dalam konteks ketahanan pangan, Pattanayak et al. menemukan bahwa keberagaman tanaman dapat meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan di India, membuktikan bahwa diversifikasi pertanian penting dalam mengurangi dampak ekstrem dan menciptakan sistem pertanian yang lebih kuat (Pattanayak et al., 2023). Penyesuaian terhadap kondisi cuaca yang ekstrem sangat penting untuk memastikan bahwa ketahanan pangan terjaga pada tingkat yang memadai. Gil et al. menekankan bahwa strategi pertanian harus mempertimbangkan kontribusi diversifikasi terhadap ketahanan pangan global (Gil et

al., 2018). Dalam konteks ini, perubahan struktural dalam sistem pangan global harus mendukung tujuan keberlanjutan, terutama terkait dengan pengentasan kelaparan dan peningkatan nutrisi, di mana diversifikasi pertanian berperan sebagai penggerak utama.

Penerapan diversifikasi pertanian juga menunjukkan hasil yang positif dalam peningkatan keamanan pangan dan kualitas hidup masyarakat. Menurut Douyon et al., diversifikasi tanaman di Mali menunjukkan bahwa diversifikasi berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan di kalangan petani kecil dan secara signifikan membantu dalam menciptakan sistem pertanian yang resilient (Douyon et al., 2022).

Efisiensi Penggunaan Lahan

Efisiensi penggunaan lahan merupakan salah satu aspek yang penting dalam pengelolaan sumber daya pertanian, terutama dalam konteks pertanian berkelanjutan. Agroforestri, yang mengintegrasikan tanaman pertanian dan kehutanan dalam satu sistem, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan secara signifikan. Penerapan sistem ini tidak hanya menambah produktivitas lahan tetapi juga mendukung konservasi sumber daya alam dan ketahanan pangan.

Fajr et al. (2022) menekankan bahwa efisiensi penggunaan lahan di kawasan Barat Indonesia dapat ditingkatkan melalui pendekatan yang lebih strategis dan terintegrasi. Dengan mengadopsi sistem agroforestri, lahan yang ada tidak hanya dimanfaatkan untuk satu jenis tanaman tetapi dapat menghasilkan berbagai produk yang beragam, sehingga meningkatkan potensi hasil per unit lahan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan secara efisien dapat menciptakan lebih banyak peluang ekonomi bagi petani.

Di sisi lain, Kusnadi et al. mengemukakan bahwa analisis efisiensi usahatani padi di beberapa sentra produksi di Indonesia menunjukkan bahwa tingkat efisiensi produksi rata-rata mencapai 91,86 persen. Hal ini menunjukkan bahwa usahatani padi di daerah tersebut telah dilakukan secara efisien, meskipun ada tantangan yang dihadapi (Kusnadi et al., 2016). Dengan mengintegrasikan praktik agroforestri, efisiensi ini dapat ditingkatkan lebih jauh dengan diversifikasi sumber daya dan produk yang dihasilkan. Penelitian oleh Sinabang et al. juga memberikan wawasan tentang elastisitas produksi dalam konteks berbagai tingkat luas lahan garapan, di mana hasil analisis mengungkapkan bahwa penggunaan input pada lahan sempit masih belum efisien (Sinabang et al., 2021). Dengan sistem agroforestri, efisiensi penggunaan input seperti benih dan pupuk dapat ditingkatkan melalui pengoptimalan interaksi antar tanaman dalam satu lahan, sehingga mencapai hasil yang lebih baik.

Selain itu, penelitian oleh Susilowati et al. menunjukkan bahwa penggunaan irigasi yang efisien, seperti irigasi tetes, dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air

di lahan pertanian (Susilowati et al., 2023). Teknologi irigasi yang tepat dalam sistem agroforestri tidak hanya menghemat penggunaan air tetapi juga meningkatkan hasil panen, sebab pemberian air yang lebih terukur dan tepat waktu dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Penggunaan model akuaponik juga dapat dilihat sebagai cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan sumber daya air. Palinussa et al. menjelaskan bahwa sistem akuaponik dapat menggabungkan budidaya tanaman dengan pemeliharaan ikan, sehingga menghasilkan produk secara simultan dalam satu lahan. Dengan memanfaatkan limbah ikan sebagai pupuk untuk tanaman, sistem ini memfasilitasi siklus yang lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (Palinussa et al., 2023).

Selain itu, Adnan dan Rutarlina (2023) menambahkan bahwa efisiensi penggunaan lahan sudah seharusnya menjadi fokus dalam perencanaan pertanian modern, terutama di area yang berpotensi mengalami konversi lahan. Mereka menasehkan untuk mengembangkan indikator dan metode yang lebih efektif dalam mengukur efisiensi lahan, agar dapat diterapkan pada berbagai praktik pertanian, termasuk agroforestri (Kristanto et al., 2023). Akhirnya, penggunaan metode analisis yang tepat seperti fungsi produksi Cobb-Douglas dalam mengevaluasi efisiensi teknis dan alokatif, yang ditunjukkan dalam penelitian Fadwiwati et al., dapat membantu mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu ditingkatkan dalam penggunaan lahan pertanian (Fadwiwati et al., 2016). Dengan pengetahuan tentang efisiensi ini, para petani dapat meningkatkan praktik mereka dan mencapai hasil yang lebih baik.

Mitigasi Perubahan Iklim dan Ketahanan Terhadap Perubahan Cuaca

Salah satu aspek penting dari agroforestri adalah kemampuannya dalam meningkatkan ketahanan ekosistem terhadap perubahan iklim. Menurut Hilman et al., perubahan iklim mempengaruhi produksi pertanian dengan cara yang kompleks, seperti kerusakan lahan, peningkatan frekuensi kekeringan, dan perkembangan hama serta patogen Hilman et al. (2019). Dalam konteks ini, agroforestri dapat berfungsi sebagai strategi adaptasi yang memungkinkan petani untuk mengelola risiko tersebut melalui diversifikasi produk yang lebih baik dan peningkatan ketahanan lahan. Selain itu, secara ekologis, agroforestri juga berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim dengan meningkatkan stok karbon di tanah dan biomassa tanaman. Mattsson et al. menjelaskan bahwa penggunaan sistem agroforestri dapat meningkatkan kapasitas sequestering karbon, yang berkontribusi terhadap pengurangan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer (Mattsson et al., 2013). Dengan mengintegrasikan pohon dalam sistem pertanian, hasil dari penyerapan karbon dapat dialokasikan untuk mengurangi dampak dari perubahan iklim.

Dalam kaitannya dengan ketahanan pangan, penelitian oleh Harini et al. mengungkapkan bahwa perubahan iklim dapat memberikan dampak negatif pada ketahanan pangan, yang sangat tergantung pada pola curah hujan dan suhu (Harini et al., 2022). Implementasi sistem agroforestri dapat menjadi solusi untuk mengatasi dampak ini dengan menyediakan lebih banyak variabilitas dalam sumber pakan dan nutrisi, sehingga memperbaiki ketahanan pangan pada tingkatan keluarga dan komunitas. Dengan penggunaan teknik-teknik adaptasi yang cerdas, seperti pemilihan varietas yang lebih tahan terhadap kekeringan dan perubahan iklim, petani dapat meningkatkan ketahanan tanaman mereka. Nurindah dan Yulianti menunjukkan bahwa perubahan fisiologis pada tanaman tebu dapat dikendalikan melalui manajemen tanggap terhadap perubahan iklim (Nurindah & Yulianti, 2018). Hal ini menandakan bahwa agroforestri juga perlu diintegrasikan dengan praktik teknologi pertanian modern untuk memaksimalkan manfaatnya.

Program Kampung Iklim, yang diinisiasi di wilayah seperti Bekasi, dapat dijadikan contoh bagaimana masyarakat dapat dilibatkan dalam aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Patrianti et al. mencatat bahwa melalui upaya komunitas yang terintegrasi, masyarakat dapat mengontrol emisi gas rumah kaca dan meningkatkan ketahanan mereka terhadap dampak buruk dari perubahan iklim (Patrianti et al., 2023). Ini mencerminkan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam merancang solusi yang berdampak pada lingkungan dan ekonomi. Mitigasi perubahan iklim juga harus melibatkan pemahaman tentang jasa layanan ekosistem yang disediakan oleh agroforestri. Sulastri et al. memberikan penekanan pada bagaimana agroforestri dapat berperan dalam meningkatkan ketahanan pangan dengan menyediakan berbagai jasa ekosistem yang mendukung keberlangsungan pertanian dan konservasi sumber daya (Sulastri et al., 2022). Tanaman dalam sistem agroforestri tidak hanya menyuplai hasil pertanian tetapi juga meningkatkan stabilitas tanah dan kualitas air.

Tantangan dan Kendala Implementasi Agroforestri

Kurangnya Pengetahuan dan Adopsi oleh Petani

Salah satu tantangan utama dalam penerapan agroforestri adalah kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang praktik tersebut di kalangan petani. Seghieri et al. menekankan bahwa meskipun agroforestri menawarkan banyak keuntungan, petani sering kali tidak memiliki informasi yang diperlukan untuk mengadopsi sistem ini secara efektif Seghieri et al. (2021). Pendidikan yang memadai dan penyuluhan yang lebih intensif diperlukan untuk mengatasi kekurangan pengetahuan ini dan membantu petani memahami cara pengelolaan agroforestri yang baik.

studi oleh Puspitasari et al. menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk meningkatkan pengetahuan petani tentang teknologi pertanian yang baru, termasuk agroforestri. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa petani yang terlibat dalam demplot mengalami kesulitan dalam memahami komponen teknologi baru yang diperkenalkan, yang mencakup keunggulan relatif dan kesesuaian dengan kondisi setempat (Puspitasari et al., 2020). Ini menunjukkan perlunya program penyuluhan dan pelatihan yang lebih intensif untuk memperkenalkan praktik agroforestri yang efektif kepada petani. Kendala lain yang dihadapi adalah kurangnya akses terhadap informasi yang relevan dan penting.

Menurut Swastika (2016), ketidaktahuan tentang teknik-teknik pertanian yang lebih maju, termasuk teknologi pascapanen, menghambat adopsi inovasi oleh petani, yang merugikan produktivitas dan efisiensi hasil pertanian . Tanpa pemahaman yang memadai mengenai manfaat dan cara kerja teknologi tersebut, petani cenderung enggan untuk mengadopsinya. Problematika lain terkait adopsi teknologi adalah pendekatan sosial-kultural yang diperlukan untuk memahami karakteristik petani. Primilestari et al. mengemukakan bahwa sosialisasi inovasi teknologi harus dilakukan dengan mempertimbangkan latar belakang budaya dan kondisi sosial petani. Ini termasuk penggunaan metode penyampaian informasi yang sesuai agar petani lebih mudah memahami dan menerima inovasi yang ditawarkan (Primilestari et al., 2022).

Oleh karena itu, keterlibatan petani melalui pendekatan partisipatif dalam perencanaan dan implementasi praktik agroforestri sangat penting. Selanjutnya, Sumarno dan Hiola menemukan bahwa pengelolaan tanaman terpadu (PTT) sering kali tidak diadopsi secara optimal meskipun telah disosialisasikan (Sumarno & Hiola, 2017). Penelitian menunjukkan bahwa faktor sosial-ekonomi, seperti kondisi keuangan petani dan akses terhadap sumber daya, berfungsi sebagai penghalang untuk adopsi penuh. Ini menunjukkan perlunya perhatian lebih pada faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan petani untuk berinovasi.

Miskomunikasi atau kurangnya interaksi antara pihak penyuluh dan petani dapat menyebabkan rendahnya tingkat adopsi teknologi. Pentingnya peran penyuluh dalam memberikan informasi dan pendampingan yang berkualitas untuk membantu petani memahami dan menerapkan inovasi dengan lebih baik (Idawati et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa penyuluh harus memiliki kompetensi yang memadai untuk menanamkan kepercayaan dan memfasilitasi pemahaman yang lebih baik mengenai inovasi. Masalah lain yang sering kali muncul adalah keengganan petani untuk beralih dari praktik pertanian konvensional yang telah mereka jalani selama bertahun-tahun.

Demplot yang melibatkan petani dalam studi oleh Puspitasari et al. (2020), menggambarkan bahwa meskipun petani menyadari keunggulan dari teknologi baru, banyak dari mereka yang tetap memilih metode yang sudah dikenal dan mapan sebagai bentuk penghindaran risiko . Akhirnya, adopsi teknologi baru juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kebijakan pemerintah dan ketersediaan pasar untuk produk agroforestri. Kurniasih et al. menunjukkan bahwa akses terhadap produk unggul yang berkualitas sangat memungkinkan munculnya daya tarik bagi petani untuk mengadopsi praktik baru, selama mereka dapat menjamin hasil yang lebih baik (Asnamawati et al., 2024).

Kendala Kebijakan dan Regulasi

Dukungan kebijakan dan institusi yang sering kali tidak memadai sering kali menjadi kendala lainnya . Zouari dan Hachicha (2024). mencatat bahwa meskipun ada potensi besar untuk agroforestri dalam mitigasi perubahan iklim dan konservasi air, kurangnya dukungan kebijakan yang efisien dan terintegrasi dapat memperlambat penerimaan luas praktik agroforestri di berbagai wilayah, termasuk Tunisia (Zouari & Hachicha, 2024). Dengan kebijakan yang lebih mendukung, adopsi agroforestri dapat dipercepat, memungkinkan petani untuk memanfaatkan keuntungan yang ditawarkan sistem ini.

Selanjutnya, pada tingkat praktis, kendala teknis juga menjadi hambatan dalam implementasi agroforestri. Dissanayaka et al. menunjukkan bahwa integrasi pohon dengan tanaman pertanian membutuhkan manajemen yang lebih holistik, termasuk penelitian, pemantauan, dan keahlian dalam pengelolaan sistem agroforestri (Dissanayaka et al., 2023). Ini sering kali memerlukan lebih banyak investasi waktu dan biaya daripada praktik pertanian konvensional.

Kendala-kendala ini, jika tidak diperhatikan, bisa membuat petani enggan untuk beralih ke sistem agroforestri. Tantangan finansial merupakan kendala signifikan lainnya terkait implementasi agroforestri. Banyak petani tidak memiliki akses yang memadai terhadap pembiayaan dan investasi awal yang diperlukan untuk memulai sistem agroforestri. Paanandhya dan Pramudita menekankan bahwa kurangnya sumber daya keuangan sering menjadi hambatan terbesar bagi petani kecil untuk menerapkan praktik agroforestri, meskipun manfaat jangka panjang dari praktik ini dapat menghasilkan keuntungan ekonomi yang lebih besar (Mattsson et al., 2013).

Faktor Ekologi dan Sosial

Kendala lingkungan juga tidak bisa diabaikan. Perubahan iklim yang ekstrem, dampak bencana alam, dan degradasi tanah dapat membuat keberhasilan implementasi agroforestri menjadi tidak pasti. Olana et al. menunjukkan bahwa ketidakpastian yang

ditimbulkan oleh perubahan cuaca dan pola hujan dapat mempengaruhi hasil dari tanaman yang ditanam dalam sistem agroforestri, yang dapat mengurangi minat petani untuk berkomitmen pada praktik ini (Olana et al., 2024). Akhirnya, memiliki sistem agroforestri yang efektif memerlukan kolaborasi multisektor dari pemerintah, komunitas lokal, lembaga pendidikan, dan organisasi non-pemerintah. Keterlibatan mereka sangat penting untuk membuat kebijakan dan program yang dapat membantu mendukung dan memfasilitasi transisi menuju praktik agroforestri yang lebih prevalen. Kassa menyarankan perlunya kekompakan antara kebijakan pembangunan berkelanjutan dan penerapan praktik agroforestri untuk memastikan bahwa kedua tujuan dapat tercapai secara bersamaan (Kassa, 2021).

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Agroforestri adalah sistem pertanian berkelanjutan yang mengombinasikan tanaman pertanian dengan pepohonan untuk meningkatkan produktivitas lahan, ketahanan pangan, serta mitigasi perubahan iklim. Sistem ini berkontribusi terhadap kesehatan tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik, memperbaiki siklus nutrisi, serta mengurangi erosi dan risiko bencana hidrologi seperti banjir dan kekeringan. Selain itu, agroforestri mampu menyerap karbon, menjaga keseimbangan ekosistem, dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Namun, implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kurangnya pemahaman petani, keterbatasan akses terhadap dukungan kebijakan, serta kendala lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya edukasi, peningkatan akses keuangan, serta regulasi yang lebih mendukung agar agroforestri dapat diterapkan secara optimal dan memberikan manfaat maksimal bagi pertanian, lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat.

Rekomendasi dalam Mendukung Efektivitas Sistem Agroforestri

Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan Petani

Program penyuluhan yang agresif dan berbasis komunitas perlu dilakukan untuk meningkatkan kesadaran petani tentang manfaat agroforestri. Ini termasuk edukasi mengenai teknik-teknik terbaik dalam pengelolaan agroforestri untuk mencapai hasil optimal. Rekomendasi ini sejalan dengan penelitian oleh Tamrin dan Kamaluddin, yang menekankan pentingnya sosialisasi kesadaran lingkungan dan pemahaman tentang manfaat agroforestri Tamrin & Kamaluddin (2020).

Penguatan Kebijakan dan Dukungan Pemerintah

Kebijakan pemerintah yang terintegrasi dan adil sangat penting untuk mendukung pengembangan agroforestri. Hal ini mencakup penyusunan kebijakan yang memfasilitasi akses petani terhadap sumber daya, termasuk modal dan pelatihan. Sebuah kajian oleh Suhada et al.

menunjukkan perlunya transisi tata kelola yang lebih baik untuk memperkecil gap antara kebijakan dan implementasi di lapangan (Suhada et al., 2019).

Inovasi Teknologi dan Penelitian Berkelanjutan

Pengembangan teknologi yang relevan dan penelitian yang berkelanjutan dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan produktivitas lahan dan menjaga keberlanjutan sistem tersebut. Penelitian oleh Wattimena et al. menekankan bahwa integrasi inovasi teknologi dalam praktik agroforestri dapat membantu meningkatkan pendapatan petani sekaligus menjaga kelestarian lingkungan (Wattimena et al., 2024).

Pengelolaan Sumber Daya secara Berkelanjutan:

Penekanan pada praktik agroforestri harus meliputi kebijakan yang menekankan pengelolaan sumber daya alam dengan cara yang berkelanjutan. Hal ini penting untuk menjaga biodiversitas dan fungsi ekosistem, seperti yang dijelaskan oleh Fitri dan Nuraida dalam penelitian tentang sistem agroforestri berkelanjutan (Fitri & Nuraida, 2022)..

DAFTAR PUSTAKA

Aji, B., Wijayanto, N., & Wasis, B. (2021). Visual evaluation of soil structure (VESS) method to assess soil properties of agroforestry system in Pangalengan, West Java. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)*, *27*(2), 80–88. https://doi.org/10.7226/jtfm.27.2.80

Akbar, H. (2021). Prediksi erosi dan teknik konservasi tanah sistem agroforestri di Sub DAS Krueng Meueh Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Agrium*, *18*(2). https://doi.org/10.29103/agrium.v18i2.5327

Asante, B., Villano, R., Patrick, I., & Battese, G. (2017). Determinants of farm diversification in integrated crop–livestock farming systems in Ghana. *Renewable Agriculture and Food Systems*, *33*(2), 131–149. https://doi.org/10.1017/s1742170516000545

Asnamawati, L., Herawati, I., Rasoki, T., Faridha, I., & Nurmalia, A. (2024). Using RITx soil technology and weather sensors to increase rice production: How farmers adopt innovation? *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, *21*(2), 480–497. https://doi.org/10.32663/ja.v21i2.4179

Castle, S., Miller, D., Ordoñez, P., Baylis, K., & Hughes, K. (2021). The impacts of agroforestry interventions on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in low- and middle-income countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, *17*(2). https://doi.org/10.1002/cl2.1167

Dissanayaka, N., Dissanayake, D., Udumann, S., Nuwarapaksha, T., & Atapattu, A. (2023). Agroforestry—A key tool in the climate-smart agriculture context: A review on coconut cultivation in Sri Lanka. *Frontiers in Agronomy*, *5*. https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1162750

Douyon, A., Worou, O., Diama, A., Badolo, F., Denou, R., Toure, S., … Tabo, R. (2022). Impact of crop diversification on household food and nutrition security in southern and

central Mali. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.751349

Fadwiwati, A., Hartoyo, S., Kuncoro, S., & Rusastra, I. (2016). Analisis efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi usahatani jagung berdasarkan varietas di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Agro Ekonomi*, *32*(1), 1–12. https://doi.org/10.21082/jae.v32n1.2014.1-12

Fajr, M., Istifadah, N., & Pratama, B. (2022). Analisis determinan efisiensi penggunaan lahan di kawasan Indonesia bagian barat: Pendekatan slack base model. *Jurnal Pertanahan*, *12*(2), 143–153. https://doi.org/10.53686/jp.v12i2.182

Fitri, R. (2022). Sistim agroforestri berkelanjutan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu. *Jurnal Kehutanan Papuasia*, *8*(1), 87–93. https://doi.org/10.46703/jurnalpapuasia.vol8.iss1.293

Fitri, R., Hartoyo, A., Mangunsong, N., & Satriawan, H. (2020). Pengaruh agroforestri terhadap kualitas Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu, Jawa Barat (Impact of agroforestry on the quality of Ciliwung Hulu watershed, West Java). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, *4*(2), 173–186. https://doi.org/10.20886/jppdas.2020.4.2.173-186

Gil, J., Reidsma, P., Giller, K., Todman, L., Whitmore, A., & van Ittersum, M. (2018). Sustainable Development Goal 2: Improved targets and indicators for agriculture and food security. *Ambio*, *48*(7), 685–698. https://doi.org/10.1007/s13280-018-1101-4

Ginting, E. (2020). Pentingnya bahan organik untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan di perkebunan kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, *25*(3), 139–154. https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v25i3.38

Guo, J., Wang, B., Wang, G., Wu, Y., & Cao, F. (2019). Afforestation and agroforestry enhance soil nutrient status and carbon sequestration capacity in Eastern China. *Land Degradation & Development*, *31*(3), 392–403. https://doi.org/10.1002/ldr.3457

Harini, R., Ariani, R., & Yulianda, Y. (2022). Strategi adaptasi ketahanan pangan terhadap perubahan iklim di pinggiran Kota Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, *36*(1), 1–11. https://doi.org/10.22146/mgi.60245

Hilman, Y., Suciantini, S., & Rosliani, R. (2019). Adaptasi tanaman hortikultura terhadap perubahan iklim pada lahan kering. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, *38*(1), 55–64. https://doi.org/10.21082/jp3.v38n1.2019.p55-64

Idawati, I., Fatchiya, F., & Tjitropranoto, T. (2018). Kapasitas adaptasi petani kakao terhadap perubahan iklim. *Journal Tabaro Agriculture Science*, *2*(1), 178–188. https://doi.org/10.35914/tabaro.v2i1.112

Jalón, S., Graves, A., Palma, J., Williams, A., Upson, M., & Burgess, P. (2017). Modelling and valuing the environmental impacts of arable, forestry and agroforestry systems: A case study. *Agroforestry Systems*, *92*(4), 1059–1073. https://doi.org/10.1007/s10457-017-0128-z

Kassa, G. (2021). Agroforestry: A pathway to climate smart agribusiness—Lessons to smallholder farmers. *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-184084/v1

Kristanto, E., Pramono, R., & Hadianti, A. (2023). Produktivitas penggunaan lahan perkotaan di Pulau Jawa. *Jurnal Multidisiplin West Science*, *2*(07), 523–533. https://doi.org/10.58812/jmws.v2i07.496

Kusnadi, N., Tinaprilla, N., Susilowati, S., & Purwoto, A. (2016). Analisis efisiensi usahatani padi di beberapa sentra produksi padi di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, *29*(1), 25–41. https://doi.org/10.21082/jae.v29n1.2011.25-48

Makate, C., Wang, R., Makate, M., & Mango, N. (2016). Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: Adaptive management for environmental change. *SpringerPlus*, *5*(1). https://doi.org/10.1186/s40064-016-2802-4

Marques, M., Anjos, L., & Delgado, Á. (2022). Land recovery and soil management with agroforestry systems. *Spanish Journal of Soil Science*, *12*. https://doi.org/10.3389/sjss.2022.10457

Mattsson, E., Ostwald, M., Nissanka, S., & Marambe, B. (2013). Homegardens as a multi-functional land-use strategy in Sri Lanka with focus on carbon sequestration. *Ambio*, *42*(7), 892–902. https://doi.org/10.1007/s13280-013-0390-x

Muhana, N., Ghifari, M., Putri, A., Saputri, M., & Haji, A. (2024). Pemetaan tingkat bahaya erosi dan rekomendasi mitigasi di kawasan UB Forest, Desa Tawangargo, Kabupaten Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, *11*(1), 42–53. https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2024.011.01.5

Mulmi, P., Masters, W., Ghosh, S., Namirembe, G., Rajbhandary, R., Manohar, S., … Webb, P. (2017). Household food production is positively associated with dietary diversity and intake of nutrient-dense foods for older preschool children in poorer families: Results from a nationally-representative survey in Nepal. *PLOS ONE*, *12*(11), e0186765. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186765

Naharuddin, N. (2018). Sistem pertanian konservasi pola agroforestri dan hubungannya dengan tingkat erosi di wilayah Sub-DAS Wuno, DAS Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, *6*(3), 183–192. https://doi.org/10.14710/jwl.6.3.183-192

Nurindah, N., & Yulianti, T. (2018). Strategi pengelolaan serangga hama dan penyakit tebu dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, *5*(2), 81–92. https://doi.org/10.21082/jtidp.v5n2.2018.p81-92

Nurlina, N., Syam'un, E., & Yuliadi, M. (2019). Pengaruh sistem tanam dan pemberian mulsa terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, *7*(1), 27–34. https://doi.org/10.23960/jat.v7i1.3635

Permatasari, H., & Handayani, S. (2021). Pengaruh pemanfaatan pekarangan rumah berbasis agroforestri terhadap ketahanan pangan keluarga. *Jurnal Ketahanan Nasional*, *27*(1), 1–15. https://doi.org/10.22146/jkn.61233

Pradana, R., & Waluyo, S. (2020). Evaluasi kinerja sistem agroforestri terhadap konservasi tanah dan air di lahan kering. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, *7*(2), 527–536. https://doi.org/10.25077/jsl.v7n2.2020.527-536

Puspita, A., Setiawan, E., & Wicaksono, A. (2020). Efektivitas sistem agroforestri terhadap peningkatan produksi dan pendapatan petani di lereng Gunung Sumbing. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, *8*(1), 63–74. https://doi.org/10.29244/jai.2020.8.1.63-74

Rahayu, T., & Prasetyo, B. (2019). Analisis kontribusi agroforestri terhadap penghidupan petani di Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *17*(2), 159–166. https://doi.org/10.14710/jil.17.2.159-166

Ramdani, F., & Setyowati, D. (2018). Peran sistem agroforestri dalam pelestarian lingkungan dan pengembangan ekonomi masyarakat. *Jurnal Agriekonomika*, *7*(2), 123–132. https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v7i2.4754

Rizal, M., Widodo, W., & Suryanto, E. (2022). Efisiensi teknis dan pendapatan petani pada sistem agroforestri kopi. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, *18*(1), 1–12. https://doi.org/10.24843/JSEP.2022.v18.i01.p01

Sari, D., & Lestari, N. (2020). Dampak pemanfaatan lahan pekarangan dengan sistem agroforestri terhadap ketahanan pangan rumah tangga. *Jurnal Ketahanan Pangan*, *6*(1), 45–55. https://doi.org/10.24198/jkp.v6i1.28947

Satriawan, H., Hartoyo, A., Fitri, R., & Mangunsong, N. (2021). Agroforestry sebagai strategi pengelolaan DAS yang berkelanjutan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, *11*(1), 99–109. https://doi.org/10.29244/jpsl.11.1.99-109