



Desain Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB)

Radjali Amin¹ & Febriana Tri Wulandari²

¹Prodi Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Pascasarjana, Institut Teknologi Yogyakarta, jalan Janti km.4 Banguntapan, Bantul DIY

²Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Mataram

Email Korespondensi: febriana.wulandari@unram.ac.id

Abstrak

Peningkatan tekanan terhadap lahan pertanian, kerusakan lingkungan, dan kebutuhan akan ketahanan pangan mendorong perlunya pengembangan sistem pertanian yang berkelanjutan dan multifungsi. Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) merupakan pendekatan inovatif yang mengintegrasikan berbagai elemen produksi seperti tanaman pertanian, tanaman kehutanan, peternakan, perikanan, dan kegiatan ekowisata dalam satu kesatuan sistem yang saling mendukung. Artikel ini merancang model SPTB berbasis agroforestri dan ekowisata yang dikembangkan pada lahan seluas 2 hektar dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip konservasi, keberlanjutan ekologis, serta pemberdayaan masyarakat lokal. Pendekatan penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui kajian literatur dan analisis konseptual. Agroforestri dirancang sebagai basis produksi dan konservasi yang terdiri dari tanaman keras tahunan dan tanaman pertanian musiman yang dikelola secara ekologis. Sementara itu, ekowisata dikembangkan sebagai sarana edukasi, rekreasi, dan pemberdayaan masyarakat melalui aktivitas seperti forest healing, agropetik, pengelolaan sampah terpadu, dan pendidikan lingkungan. Pembagian ruang kawasan dilakukan dalam tiga zona utama: 30% untuk tanaman kehutanan, 50% untuk tanaman pertanian, dan 20% untuk fasilitas wisata atau amenities. Seluruh aktivitas dirancang dengan pendekatan ramah lingkungan dan minim limbah. Model ini menunjukkan bahwa integrasi agroforestri dan ekowisata dalam kerangka SPTB mampu menciptakan sistem yang produktif, konservatif, dan inklusif, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan 13 (aksi terhadap perubahan iklim) dan tujuan 15 (menjaga ekosistem darat). Desain ini diharapkan dapat direplikasi dalam pengelolaan lahan multifungsi berbasis masyarakat.

Kata kunci: sistem pertanian terpadu, agroforestri, ekowisata, keberlanjutan, konservasi, SDGs

Integrated Agriculture System Design

Abstract

Increasing pressure on agricultural land, environmental degradation, and the need for food security are driving the need to develop sustainable and multifunctional agricultural systems. The Sustainable Integrated Farming System (SPTB) is an innovative approach that integrates various production elements such as agricultural crops, forestry crops, livestock, fisheries, and ecotourism activities into a single, mutually supportive system. This article designs an agroforestry and ecotourism-based SPTB model developed on a 2-hectare plot of land, considering the principles of conservation, ecological sustainability, and local community empowerment. The research approach uses qualitative descriptive methods through literature review and conceptual analysis. Agroforestry is designed as a production and conservation base, consisting of perennial and seasonal agricultural crops managed ecologically. Meanwhile, ecotourism is developed as a means of education, recreation, and community empowerment through activities such as forest healing, agropetics, integrated waste management, and environmental education. The area is divided into three main zones: 30% for forestry crops, 50% for agricultural crops, and 20% for tourism facilities or amenities. All activities are designed with an environmentally friendly and waste-free approach. This model demonstrates that integrating agroforestry and ecotourism within the SPTB framework can create a productive, conservative, and inclusive system, and support the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 13 (action on climate change) and Goal 15 (protecting terrestrial ecosystems). This design is expected to be replicated in community-based multifunctional land management.

Keywords: integrated farming system, agroforestry, ecotourism, sustainability, conservation, SDGs

How to Cite: Amin, R. ., & Wulandari, F. T. (2026). Desain Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB). *Empiricism Journal*, 7(1), 325-336. <https://doi.org/10.36312/te6ff433>



<https://doi.org/10.36312/te6ff433>

Copyright© 2026, Amin dan Wulandari.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Peningkatan tekanan terhadap sumber daya lahan pertanian, degradasi lingkungan, serta meningkatnya kebutuhan pangan menjadi tantangan utama dalam pembangunan

pertanian berkelanjutan. Pertumbuhan penduduk dan perubahan penggunaan lahan telah menyebabkan menurunnya kualitas tanah, berkurangnya keanekaragaman hayati, serta meningkatnya kerentanan ekosistem terhadap perubahan iklim. Kondisi tersebut menuntut pengembangan sistem pertanian yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan produksi, tetapi juga mampu menjaga keseimbangan ekologis serta keberlanjutan sumber daya alam. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah sistem pertanian terpadu (*integrated farming system*), yaitu suatu sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan berbagai komponen produksi seperti tanaman, peternakan, perikanan, dan pemanfaatan limbah sehingga membentuk siklus produksi yang saling mendukung. Konsep ini menghasilkan berbagai produk utama yang dikenal dengan pendekatan 4F, yaitu *food*, *feed*, *fuel*, dan *fertilizer* (Asmawati & Marwati, 2022). Integrasi berbagai komponen tersebut memungkinkan pemanfaatan sumber daya secara lebih efisien sekaligus meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian.

Dalam perkembangannya, sistem pertanian terpadu semakin banyak dikombinasikan dengan pendekatan *agroforestri*, yaitu sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dalam suatu ruang dan waktu yang sama. *Agroforestri* memiliki berbagai manfaat ekologis dan ekonomi, antara lain meningkatkan kesuburan tanah, menjaga stabilitas ekosistem, meningkatkan keanekaragaman hayati, serta memberikan sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem *agroforestri* mampu meningkatkan produktivitas lahan sekaligus berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan penyerapan karbon dan perlindungan sumber daya tanah dan air (Rahman et al., 2023). Selain itu, *agroforestri* juga dapat menjadi dasar pengembangan berbagai kegiatan ekonomi berbasis sumber daya alam yang berkelanjutan.

Di sisi lain, perkembangan sektor pariwisata berbasis alam juga semakin pesat melalui konsep *ekowisata*. *Ekowisata* merupakan bentuk pariwisata yang menekankan pada pelestarian lingkungan, pendidikan ekologis, serta pemberdayaan masyarakat lokal melalui pemanfaatan potensi alam secara berkelanjutan. Dalam konteks ini, *ekowisata* tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan rekreasi, tetapi juga sebagai sarana edukasi lingkungan dan penguatan ekonomi masyarakat berbasis potensi lokal (Sari & Hapsari, 2022). Pengelolaan kawasan berbasis ekosistem, seperti kawasan hutan atau lanskap pertanian yang dikelola secara alami, memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai destinasi *ekowisata* yang memberikan manfaat ekonomi sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Meskipun kajian mengenai *agroforestri* maupun pengembangan *ekowisata* telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih membahas kedua konsep tersebut secara terpisah. Penelitian tentang *agroforestri* umumnya lebih berfokus pada aspek produksi, konservasi tanah, atau diversifikasi tanaman, sementara kajian mengenai *ekowisata* lebih banyak menitikberatkan pada pengembangan destinasi wisata berbasis alam dan aspek sosial ekonomi masyarakat. Kajian yang secara khusus mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut dalam kerangka sistem pertanian terpadu berkelanjutan masih relatif terbatas, terutama yang merumuskan desain pengelolaan kawasan secara konseptual dan spasial dalam satu sistem yang terintegrasi. Padahal, integrasi antara *agroforestri* dan *ekowisata* berpotensi menciptakan sistem pengelolaan lahan multifungsi yang mampu memberikan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial secara bersamaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengintegrasikan sistem pertanian terpadu, *agroforestri*, dan *ekowisata* dalam satu kerangka pengelolaan yang berkelanjutan. Integrasi ini diharapkan dapat menciptakan sistem pengelolaan lahan yang tidak hanya produktif secara ekonomi, tetapi juga mampu menjaga fungsi ekologis, meningkatkan kualitas lingkungan, serta memberikan peluang pemberdayaan masyarakat lokal melalui kegiatan pariwisata berbasis alam. Dengan demikian, pengembangan sistem pertanian terpadu berbasis *agroforestri* dan *ekowisata* dapat menjadi salah satu alternatif model pengelolaan lahan multifungsi yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan dan berkontribusi terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-13 terkait aksi terhadap perubahan iklim dan tujuan ke-15 mengenai perlindungan ekosistem daratan.

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada perancangan model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) yang mengintegrasikan *agroforestri* dan *ekowisata*

dalam satu desain kawasan pengelolaan lahan multifungsi berbasis konservasi dan pemberdayaan masyarakat. Model yang dikembangkan tidak hanya menggabungkan dua pendekatan tersebut, tetapi juga merumuskan prinsip pengelolaan kawasan, pembagian ruang, serta potensi pengembangan kegiatan edukasi dan wisata berbasis ekosistem dalam satu sistem yang terpadu. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang model sistem pertanian terpadu berkelanjutan yang mengintegrasikan agroforestri dan ekowisata dalam satu kawasan pengelolaan lahan yang produktif, konservatif, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan structured literature review yang dipadukan dengan analisis konseptual untuk merancang model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) berbasis agroforestri dan ekowisata. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel jurnal ilmiah, buku akademik, laporan penelitian, serta dokumen kebijakan yang relevan dengan sistem pertanian terpadu, agroforestri, dan ekowisata. Penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan jurnal nasional terakreditasi, dengan prioritas publikasi pada rentang tahun 2015–2024. Pencarian literatur menggunakan kombinasi kata kunci integrated farming system, agroforestry, ecotourism, dan sustainable agriculture. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan relevansi topik, kualitas sumber ilmiah, dan kontribusinya terhadap pengembangan konsep sistem pertanian berkelanjutan. Dari proses penelusuran tersebut diperoleh sekitar 40–50 sumber literatur utama yang dianalisis lebih lanjut. Analisis dilakukan melalui tahapan identifikasi, seleksi, klasifikasi, dan sintesis literatur untuk membangun kerangka konseptual model pengelolaan lahan multifungsi yang mengintegrasikan produksi pertanian, konservasi ekosistem, dan kegiatan wisata berbasis alam. Berdasarkan hasil sintesis literatur tersebut, dilakukan perancangan model kawasan agroforestri dan ekowisata pada lahan seluas 2 ha dengan pembagian ruang terdiri atas 30% zona tanaman kehutanan, 50% zona tanaman pertanian, dan 20% zona fasilitas wisata (amenities). Model yang dihasilkan kemudian dianalisis secara komparatif dengan beberapa praktik agroforestri dan pengembangan ekowisata yang telah diterapkan di berbagai daerah untuk menilai kesesuaian konsep serta potensi penerapannya dalam pengelolaan lahan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agroforestri sebagai Basis Ekologis Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan

Agroforestri merupakan salah satu pendekatan pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dalam satu sistem produksi yang saling berinteraksi secara ekologis dan ekonomis. Dalam konteks pembangunan pertanian berkelanjutan, agroforestri dipandang sebagai fondasi ekologis yang mampu menjaga keseimbangan antara produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan. Integrasi vegetasi pohon dengan tanaman pertanian menciptakan struktur vegetasi bertingkat yang memungkinkan terjadinya interaksi biologis yang kompleks antara tanaman, mikroorganisme tanah, serta berbagai organisme lain dalam ekosistem pertanian. Interaksi tersebut berperan penting dalam meningkatkan stabilitas ekosistem sekaligus mendukung keberlanjutan sistem produksi pertanian (van Noordwijk, 2021). Salah satu fungsi ekologis utama agroforestri adalah meningkatkan kualitas dan kesuburan tanah. Keberadaan pohon dalam sistem agroforestri berkontribusi terhadap peningkatan kandungan bahan organik tanah melalui guguran daun dan sisa biomassa yang terdekomposisi secara alami. Proses ini memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta memperkaya kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Selain itu, sistem perakaran pohon yang lebih dalam dibandingkan tanaman semusim mampu menyerap unsur hara dari lapisan tanah yang lebih dalam dan mengembalikannya ke permukaan melalui siklus biomassa, sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam sistem pertanian (Xiao et al., 2022).

Selain memperbaiki kesuburan tanah, agroforestri juga memiliki peran penting dalam konservasi tanah dan air. Kanopi pohon mampu mengurangi intensitas curah hujan yang langsung mengenai permukaan tanah sehingga menurunkan potensi erosi. Sistem

perakaran yang kuat juga membantu menstabilkan struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan infiltrasi air serta pengurangan limpasan permukaan yang dapat menyebabkan degradasi lahan. Dalam skala lanskap, keberadaan vegetasi pohon dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai penyangga ekologis yang menjaga keseimbangan hidrologi dan meningkatkan ketahanan sistem pertanian terhadap variabilitas iklim. Agroforestri juga berperan penting dalam meningkatkan keanekaragaman hayati dalam lanskap pertanian. Berbeda dengan sistem pertanian monokultur yang umumnya memiliki keragaman spesies rendah, sistem agroforestri menyediakan berbagai jenis habitat bagi organisme seperti burung, serangga penyerbuk, serta mikroorganisme tanah. Keberadaan organisme tersebut berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, termasuk dalam proses penyerbukan tanaman dan pengendalian hama secara alami. Oleh karena itu, agroforestri sering dipandang sebagai strategi penting dalam menjaga fungsi ekosistem sekaligus meningkatkan ketahanan sistem pertanian terhadap gangguan lingkungan.

Selain itu, agroforestri juga memiliki kontribusi penting terhadap mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan penyimpanan karbon. Pohon dalam sistem agroforestri berfungsi sebagai penyerap karbon dioksida melalui proses fotosintesis, yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa dan bahan organik tanah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri memiliki potensi penyimpanan karbon yang lebih tinggi dibandingkan sistem pertanian konvensional karena keberadaan vegetasi pohon yang berperan sebagai penyerap karbon jangka panjang (van Noordwijk, 2021). Dengan demikian, agroforestri tidak hanya berfungsi sebagai sistem produksi pertanian, tetapi juga sebagai bagian dari strategi pengelolaan lanskap yang berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim. Dalam kerangka Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB), agroforestri berperan sebagai elemen utama yang menghubungkan fungsi ekologis dengan fungsi produksi. Vegetasi pohon yang menjadi komponen utama agroforestri berfungsi sebagai infrastruktur ekologis yang menjaga stabilitas sistem sekaligus mendukung berbagai aktivitas produksi pertanian. Dengan demikian, agroforestri tidak hanya meningkatkan produktivitas lahan tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang lebih resilien terhadap tekanan lingkungan, sehingga menjadi fondasi penting dalam pengembangan sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan.

Ekowisata sebagai Diversifikasi Nilai dan Penguatan Livelihood

Ekowisata merupakan salah satu pendekatan pengelolaan sumber daya alam yang mengintegrasikan kegiatan pariwisata dengan prinsip konservasi lingkungan dan pemberdayaan masyarakat lokal. Berbeda dengan pariwisata konvensional yang sering berorientasi pada eksploitasi sumber daya alam secara intensif, ekowisata menekankan pada pemanfaatan potensi alam secara berkelanjutan melalui kegiatan rekreasi, edukasi lingkungan, serta peningkatan kesejahteraan masyarakat di sekitar kawasan. Dalam konteks pengelolaan lanskap pertanian dan kehutanan, ekowisata dapat berfungsi sebagai strategi diversifikasi ekonomi yang memberikan nilai tambah terhadap sumber daya alam yang dikelola secara berkelanjutan (Samal et al., 2023).

Salah satu fungsi utama ekowisata adalah meningkatkan nilai ekonomi kawasan tanpa mengurangi fungsi ekologisnya. Pengembangan kegiatan wisata berbasis alam seperti agroedukasi, wisata petik buah, trekking, bird watching, serta forest healing dapat menciptakan sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat lokal. Diversifikasi aktivitas ekonomi ini penting dalam sistem pertanian terpadu karena memungkinkan masyarakat memperoleh pendapatan tidak hanya dari produksi pertanian, tetapi juga dari sektor jasa berbasis ekosistem. Dengan demikian, ekowisata dapat meningkatkan stabilitas ekonomi masyarakat pedesaan melalui pengembangan berbagai aktivitas wisata yang memanfaatkan potensi lanskap alam secara berkelanjutan (Bhushan et al., 2024).

Selain memberikan manfaat ekonomi, ekowisata juga memiliki fungsi sosial yang penting dalam pemberdayaan masyarakat lokal. Pengembangan ekowisata umumnya melibatkan masyarakat dalam berbagai kegiatan seperti pengelolaan kawasan wisata, penyediaan jasa pemandu wisata, pengelolaan homestay, penyediaan produk lokal, serta kegiatan edukasi lingkungan. Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan kawasan wisata dapat meningkatkan rasa kepemilikan terhadap sumber daya alam sekaligus memperkuat kesadaran masyarakat untuk menjaga kelestarian lingkungan. Partisipasi masyarakat juga

berperan penting dalam menciptakan sistem pengelolaan wisata yang lebih inklusif dan berkelanjutan (Chatterjee & Datta, 2024). Dalam konteks sistem pertanian terpadu, ekowisata juga berperan sebagai media edukasi lingkungan bagi masyarakat dan pengunjung. Aktivitas wisata yang dikombinasikan dengan kegiatan pertanian dan pengelolaan lingkungan memungkinkan pengunjung memahami secara langsung bagaimana sistem produksi pangan dapat berjalan seiring dengan upaya konservasi alam. Kegiatan seperti agroedukasi, pengelolaan limbah organik, dan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan dapat meningkatkan kesadaran ekologis masyarakat sekaligus memperkuat hubungan antara manusia dan lingkungan alam.

Lebih jauh lagi, pengembangan ekowisata berbasis lanskap agroforestri juga dapat memperkuat ketahanan sosial-ekonomi masyarakat pedesaan. Diversifikasi sumber pendapatan melalui sektor pariwisata dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap satu jenis kegiatan ekonomi saja, sehingga meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghadapi fluktuasi harga komoditas pertanian atau perubahan kondisi lingkungan. Dalam banyak kasus, pengembangan ekowisata berbasis masyarakat juga berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas lokal melalui pelatihan, pengembangan kelembagaan, serta penguatan jaringan ekonomi lokal.

Dengan demikian, dalam kerangka Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB), ekowisata tidak hanya berfungsi sebagai aktivitas rekreasi, tetapi juga sebagai instrumen penting dalam meningkatkan nilai ekonomi kawasan, memperkuat pemberdayaan masyarakat, serta mendorong kesadaran lingkungan. Integrasi antara kegiatan pertanian, konservasi ekosistem, dan aktivitas wisata dalam satu sistem pengelolaan lanskap memungkinkan terciptanya model pembangunan pedesaan yang lebih inklusif, berkelanjutan, dan adaptif terhadap berbagai tantangan pembangunan di masa depan.

Integrasi Agroforestri dan Ekowisata dalam Desain Kawasan SPTB

Berdasarkan sintesis berbagai literatur mengenai agroforestri, sistem pertanian terpadu, dan pengembangan ekowisata, penelitian ini merancang model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan pada lahan seluas 2 hektar dengan pendekatan lanskap multifungsi. Dalam model ini, kawasan dibagi menjadi tiga zona utama, yaitu zona tanaman kehutanan (30%), zona tanaman pertanian (50%), dan zona fasilitas wisata atau amenities (20%). Zona tanaman kehutanan ditempatkan sebagai area konservasi dan penyangga ekosistem yang berfungsi untuk menjaga stabilitas lingkungan. Vegetasi kehutanan dalam zona ini dipilih dari jenis tanaman lokal yang memiliki nilai ekologis maupun ekonomi, seperti tanaman buah, tanaman penghasil hasil hutan bukan kayu, serta vegetasi yang mampu mendukung keberadaan satwa liar. Selain berfungsi sebagai zona konservasi, kawasan ini juga dapat dimanfaatkan sebagai area wisata alam seperti kegiatan forest healing, bird watching, dan trekking. Zona pertanian dikembangkan sebagai pusat produksi pangan yang memadukan tanaman hortikultura dengan tanaman pelindung atau tanaman sela dalam sistem agroforestri. Sistem ini memungkinkan terjadinya diversifikasi tanaman serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan melalui interaksi ekologis antar tanaman. Selain itu, hasil produksi pertanian dari kawasan ini dapat dimanfaatkan langsung oleh pengunjung melalui konsep farm-to-table, yaitu konsumsi produk pertanian segar yang dipanen langsung dari lokasi agroforestri.

Sementara itu, zona fasilitas wisata atau amenities berfungsi sebagai ruang pendukung kegiatan ekowisata yang meliputi fasilitas parkir, sarana edukasi lingkungan, area perkemahan, fasilitas sanitasi, serta pusat pengelolaan limbah organik. Seluruh fasilitas dirancang dengan prinsip ramah lingkungan melalui penerapan sistem pengelolaan sampah terpadu, termasuk pengomposan limbah organik dari kegiatan pertanian maupun aktivitas wisata.

Pendekatan ini menunjukkan bahwa lanskap pertanian dapat berfungsi tidak hanya sebagai ruang produksi pangan, tetapi juga sebagai ruang edukasi, rekreasi, serta interaksi manusia dengan lingkungan alam. Konsep lanskap multifungsi semacam ini semakin mendapat perhatian dalam literatur pembangunan berkelanjutan karena mampu mengintegrasikan berbagai fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial dalam satu sistem pengelolaan lahan yang terpadu (Klimke et al., 2024).

Selain memberikan kerangka konseptual integrasi agroforestri dan ekowisata, model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) yang dirancang dalam penelitian ini juga memiliki implikasi penting terhadap struktur lanskap, potensi produksi, dan penyediaan jasa ekosistem. Dari perspektif spasial, pembagian kawasan dengan rasio 30% vegetasi kehutanan, 50% area pertanian, dan 20% fasilitas wisata mencerminkan pendekatan lanskap multifungsi yang menyeimbangkan fungsi konservasi dan produksi. Zona vegetasi kehutanan berperan sebagai infrastruktur ekologis yang mendukung stabilitas sistem melalui peningkatan penyerapan karbon, perlindungan tanah dari erosi, serta penyediaan habitat bagi biodiversitas. Keberadaan vegetasi pohon dalam lanskap pertanian juga terbukti meningkatkan kualitas tanah dan stabilitas hidrologi melalui peningkatan infiltrasi air serta akumulasi bahan organik tanah (van Noordwijk, 2021; Xiao et al., 2022).

Sementara itu, zona pertanian yang mencakup sekitar 50% kawasan memiliki potensi produksi yang tinggi melalui penerapan sistem agroforestri yang memadukan tanaman hortikultura, tanaman pangan, dan tanaman naungan dalam satu sistem budidaya yang saling melengkapi. Diversifikasi komoditas ini memungkinkan peningkatan produktivitas lahan sekaligus mengurangi risiko kegagalan panen akibat fluktuasi iklim atau serangan hama. Studi mengenai sistem pertanian terpadu menunjukkan bahwa integrasi berbagai komponen produksi dalam satu sistem dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya dan stabilitas ekonomi petani melalui diversifikasi produk pertanian (Low et al., 2023). Selain menghasilkan pangan, kawasan pertanian dalam model SPTB juga memiliki nilai tambah melalui konsep agroedukasi dan farm-to-table, yang memungkinkan hasil panen dimanfaatkan langsung oleh pengunjung sebagai bagian dari aktivitas ekowisata.

Dari perspektif ekologis, integrasi antara vegetasi pohon, produksi pertanian, dan aktivitas wisata dalam satu lanskap menghasilkan berbagai jasa ekosistem yang penting bagi keberlanjutan sistem. Agroforestri diketahui mampu meningkatkan penyimpanan karbon, menjaga kesuburan tanah, serta meningkatkan keanekaragaman hayati dalam lanskap pertanian (Xiao et al., 2022). Selain itu, pengembangan ekowisata berbasis alam juga dapat memberikan manfaat sosial melalui peningkatan kesadaran lingkungan serta pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal (Samal et al., 2023; Bhushan et al., 2024). Dengan demikian, model SPTB tidak hanya berfungsi sebagai sistem produksi pangan, tetapi juga sebagai lanskap pertanian multifungsi yang mampu menghasilkan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial secara simultan. Integrasi berbagai fungsi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan lanskap terpadu dapat menjadi strategi efektif dalam pengelolaan lahan berkelanjutan sekaligus mendukung agenda pembangunan berkelanjutan.

Implikasi Model terhadap Pengelolaan Lahan Berkelanjutan

Model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) yang mengintegrasikan agroforestri dan ekowisata memiliki berbagai implikasi penting terhadap pengelolaan lahan berkelanjutan, baik dari aspek ekologis, ekonomi, maupun sosial. Integrasi berbagai komponen dalam satu sistem lanskap memungkinkan terciptanya sinergi antara fungsi produksi dan konservasi, sehingga pengelolaan lahan tidak hanya berorientasi pada peningkatan hasil pertanian, tetapi juga pada keberlanjutan sumber daya alam serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dari perspektif ekologis, keberadaan vegetasi pohon dalam sistem agroforestri berperan sebagai elemen penting dalam menjaga stabilitas ekosistem. Vegetasi pohon meningkatkan kapasitas penyerapan karbon, memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, serta meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air. Sistem perakaran pohon juga membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan infiltrasi air, sehingga berkontribusi terhadap stabilitas hidrologi kawasan. Selain itu, keberadaan vegetasi yang beragam dalam lanskap agroforestri menciptakan habitat bagi berbagai organisme seperti burung, serangga penyerbuk, serta mikroorganisme tanah yang berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Dengan demikian, model SPTB berpotensi meningkatkan kualitas lingkungan sekaligus memperkuat ketahanan sistem pertanian terhadap tekanan lingkungan seperti degradasi lahan dan perubahan iklim (van Noordwijk, 2021; Xiao et al., 2022). Dari perspektif ekonomi, integrasi kegiatan pertanian dengan pengembangan ekowisata menciptakan peluang diversifikasi sumber pendapatan bagi masyarakat. Selain memperoleh pendapatan dari produksi komoditas pertanian, masyarakat

juga dapat memperoleh manfaat ekonomi dari berbagai aktivitas wisata berbasis alam seperti agrowisata, agroedukasi, wisata petik buah, dan kegiatan rekreasi berbasis lanskap agroforestri.

Diversifikasi ekonomi ini penting untuk meningkatkan stabilitas pendapatan masyarakat pedesaan, terutama dalam menghadapi fluktuasi harga komoditas pertanian atau perubahan kondisi lingkungan. Pengembangan ekowisata juga dapat menciptakan peluang usaha baru seperti penyediaan jasa pemandu wisata, pengelolaan homestay, penjualan produk lokal, serta penyediaan layanan wisata berbasis alam yang dapat meningkatkan nilai ekonomi kawasan secara keseluruhan (Samal et al., 2023; Bhushan et al., 2024). Sementara itu, dari perspektif sosial, model SPTB juga berkontribusi terhadap peningkatan partisipasi dan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam. Pengembangan ekowisata berbasis masyarakat memungkinkan keterlibatan aktif masyarakat dalam berbagai kegiatan pengelolaan kawasan, termasuk dalam pengelolaan fasilitas wisata, kegiatan edukasi lingkungan, serta pengembangan produk lokal berbasis sumber daya alam. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan kawasan dapat meningkatkan rasa kepemilikan terhadap sumber daya alam serta memperkuat kesadaran kolektif untuk menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu, kegiatan agroedukasi yang dikembangkan dalam kawasan SPTB juga dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat dan pengunjung mengenai praktik pertanian berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan yang ramah ekosistem (Chatterjee & Datta, 2024). Secara keseluruhan, model SPTB menunjukkan bahwa integrasi antara agroforestri, produksi pertanian, dan ekowisata dapat menciptakan sistem pengelolaan lahan yang lebih adaptif, produktif, dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam, tetapi juga memperkuat hubungan antara manusia dan lingkungan melalui pengelolaan lanskap yang berbasis pada prinsip keberlanjutan ekologis, kesejahteraan ekonomi, dan partisipasi sosial masyarakat. Dengan demikian, model ini memiliki potensi untuk menjadi alternatif strategi pengelolaan lahan multifungsi yang dapat diterapkan dalam pengembangan kawasan pertanian berbasis masyarakat di berbagai wilayah.

Kontribusi Ilmiah dan Kebaruan Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan konsep pengelolaan lanskap pertanian berkelanjutan melalui integrasi agroforestri, sistem pertanian terpadu, dan ekowisata dalam satu model pengelolaan kawasan. Selama ini, sebagian besar penelitian mengenai agroforestri lebih berfokus pada aspek ekologis dan produktivitas lahan, sementara kajian mengenai ekowisata lebih banyak menitikberatkan pada pengembangan destinasi wisata berbasis alam dan dampaknya terhadap ekonomi masyarakat lokal. Penelitian tentang sistem pertanian terpadu juga umumnya membahas integrasi komponen produksi seperti tanaman, peternakan, atau perikanan dalam satu sistem budidaya. Namun, kajian yang secara khusus mengintegrasikan ketiga pendekatan tersebut dalam satu kerangka pengelolaan lanskap pertanian multifungsi masih relatif terbatas dalam literatur ilmiah. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pengembangan model konseptual Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) yang mengintegrasikan fungsi produksi pertanian, konservasi ekosistem, dan aktivitas wisata berbasis alam dalam satu desain lanskap terpadu. Model ini tidak hanya menggabungkan konsep agroforestri dan ekowisata, tetapi juga merumuskan pembagian ruang kawasan secara spasial melalui pendekatan lanskap multifungsi dengan komposisi zonasi vegetasi kehutanan, area pertanian, dan fasilitas wisata yang saling mendukung. Pendekatan ini menunjukkan bagaimana sistem pertanian dapat dirancang tidak hanya sebagai ruang produksi pangan, tetapi juga sebagai ruang konservasi ekosistem, edukasi lingkungan, serta aktivitas sosial-ekonomi berbasis masyarakat.

Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi konseptual dalam memahami bagaimana integrasi antara komponen ekologi, ekonomi, dan sosial dapat diterapkan dalam pengelolaan lanskap pertanian berkelanjutan. Dengan memadukan pendekatan agroforestri sebagai fondasi ekologis, sistem pertanian terpadu sebagai basis produksi, dan ekowisata sebagai diversifikasi ekonomi, model SPTB yang dikembangkan dalam penelitian ini menawarkan kerangka pengelolaan lahan yang lebih adaptif terhadap tantangan pembangunan pertanian modern, termasuk degradasi lingkungan, perubahan iklim, serta

kebutuhan peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan kerangka konseptual pengelolaan lanskap pertanian multifungsi yang mengintegrasikan fungsi produksi, konservasi ekosistem, dan aktivitas wisata dalam satu sistem terpadu. Model yang diusulkan tidak hanya memperkaya kajian ilmiah mengenai sistem pertanian berkelanjutan, tetapi juga memberikan dasar konseptual yang dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan kawasan pertanian berbasis masyarakat serta dalam perumusan strategi pengelolaan lahan yang mendukung agenda pembangunan berkelanjutan.

Paduan Agroforestri dan Ekowisata

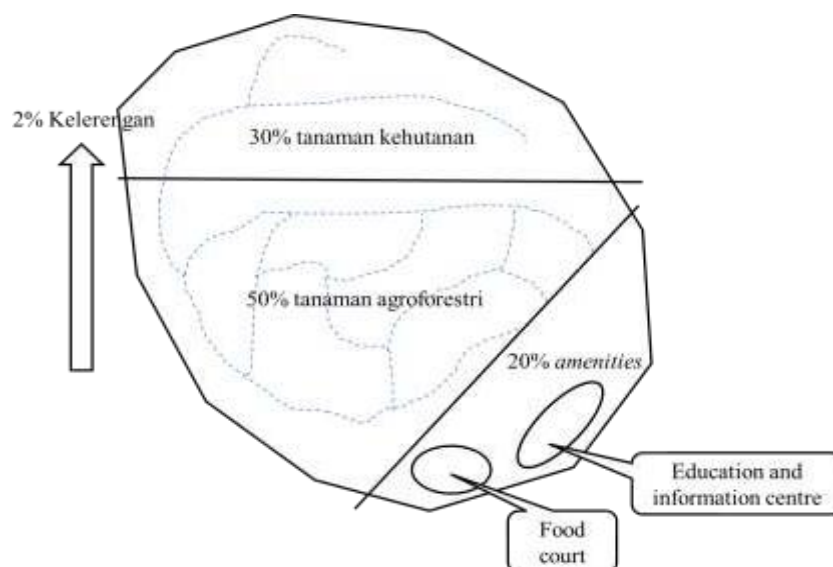
Elemen wisata daya tarik yang disajikan di dalam agrowisata bersifat alami atau bersifat natural. Karena agroforestri adalah suatu integrasi beberapa elemen dimana intergrasinya ini dapat direncanakan atau direkayasa (engineered) maka ekowisata yang berada di dalam agroforestri dapat direkayasa pula atau buatan (artificial). Dari kedua usaha ini agroforestri merupakan domain atau peran utama atau subjek di dalam usaha ekowisata. Maksudnya adalah bahwa usaha agroforestri harus direkayasa sedemikian rupa sehingga menjadi daya tarik para wisatawan untuk berkunjung ke tempat itu. Beberapa contoh agroforestri yang juga berfungsi sebagai ekowisata bisa ditemukan di berbagai tempat seperti contohnya di Desa Rumbai Barat, Kota Pekanbaru yang memanfaatkan kebun-kebun perumahan di desa itu menjadi objek wisata (Handayani, Maryantina, & Yanti, 2024), di Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang yang berusaha untuk mengembalikan fungsi hutan desa di tempat itu (Mufarrokhah, 2023), dan di Desa Ternadi, Kabupaten Kudus yang merevitalisasi kebun-kebun penduduk dengan tanaman kopi dimana wisatawan bisa langsung menikmati minuman kopi yang dipanen langsung dari kegiatan agroforestri (Prakoso, Ariyanto, Widyastuti, & Murrinie, 2023).

Dengan kata lain, dengan mempelajari beberapa contoh di atas, sebenarnya masing-masing lokasi mempunyai atraksinya sendiri-sendiri tergantung dari ketersediaan dan kemampuan dari pengelola di dalam menjalankan sistem agroforestri di tempatnya. Agroforestri yang terdiri dari dua elemen yaitu tanaman kehutanan dan tanaman pertanian dimana masing-masing mempunyai daya tariknya sendiri-sendiri disamping paduan dari dua usaha ini mampu menciptakan fungsi-fungsi ekologis yang berguna untuk manusia termasuk untuk kegiatan ekoturisme. Penelitian yang dilakukan oleh Putri, Wijayanti, and Hidayati (2024) mengkonfirmasi peranan hutan sebagai sarana atau tempat proses healing yang dapat memberikan kenyamanan kesehatan dan kejernihan pikiran bagi mereka yang mengalami permasalahan atau penyakit. Fungsi-fungsi hutan seperti suara yang dihasilkan dari gesekan daun, kicauan burung di atas pohon, keredupan sinar matahari yang masuk ke dalam hutan telah berhasil menciptakan harmonis suara yang melegakan dan meredakan emosi bahkan tekanan darah sehingga manusia bisa menjadi lebih tenang santai dan sehat. Potensi ini dapat dikembangkan di dalam agroforestri. Lebih-lebih karena agroforestri juga menanam tanaman-tanaman pertanian maka dapat menjadi daya tarik ekowisata. Kalau potensi forest healing dan potensi tanaman pertanian di dalam kawasan ini ada maka bukan hal yang tidak mungkin ekowisata menjadi hal yang baru di dalam agroforestri.

Agroforestri yang menopang usaha ekowisata di dalam area seluas 2 ha dengan kelerengan sebesar 2% akan dirancang dengan mengedepankan beberapa prinsip guna menunjang keberhasilan ekowisata dan menjamin keberlanjutan dari usaha dan lokasi itu. Prinsip itu adalah:

1. Agroforestri yang berbasis kepada proses biotik ekosistem mempunyai sifat (self-) renewable sehingga dengan menjaga proses – proses di dalamnya maka keberlanjutan ekosistem akan terjadi.
2. Daya tarik kawasan agroforestri harus direkayasa sedemikian rupa sehingga prinsip keberlanjutan ekosistem dan mampu menarik wisatawan di tempat itu.
3. Amenities yang disediakan tetap harus menjaga kesetimbangan ekosistem agroforestri dan sekaligus menciptakan daya tarik wisatawan ke tempat itu.

Secara skematik, paduan agroforestri dan ekowisata di dalam lahan seluas 2 ha seperti di dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pengelolaan Kawasan Agroforestri

Pembagian ruang kawasan dalam model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) sebesar 30% vegetasi kehutanan, 50% area pertanian, dan 20% fasilitas wisata didasarkan pada prinsip lanskap multifungsi yang menyeimbangkan fungsi ekologis, produksi pangan, dan aktivitas sosial-ekonomi dalam satu sistem pengelolaan lahan terpadu. Alokasi sekitar 30% vegetasi kehutanan berfungsi sebagai infrastruktur ekologis yang menjaga stabilitas ekosistem, termasuk konservasi tanah dan air, pengisian kembali air tanah, penyimpanan karbon, serta penyediaan habitat bagi keanekaragaman hayati. Berbagai studi lanskap menunjukkan bahwa keberadaan 20–30% habitat alami dalam lanskap pertanian diperlukan untuk mempertahankan jasa ekosistem dan meningkatkan ketahanan sistem terhadap erosi, degradasi tanah, serta variabilitas iklim (Tscharntke et al., 2012; van Noordwijk, 2021; Xiao et al., 2022).

Sementara itu, sekitar 50% kawasan dialokasikan untuk kegiatan agroforestri dan pertanian, yang menjadi sumber utama produksi pangan dan pendapatan. Area ini memungkinkan integrasi tanaman hortikultura, tanaman pangan, serta tanaman pelindung seperti kopi atau pohon leguminosa dalam satu sistem produksi yang lebih efisien secara ekologis dan ekonomis. Diversifikasi komoditas dalam sistem pertanian terpadu terbukti meningkatkan stabilitas produksi dan keberlanjutan ekonomi petani (Low et al., 2023). Zona pertanian yang mencakup sekitar 50% kawasan berfungsi sebagai pusat produksi pangan sekaligus ruang agroedukasi. Integrasi tanaman hortikultura dengan tanaman naungan atau tanaman sela dalam sistem agroforestri memungkinkan terjadinya efisiensi pemanfaatan sumber daya seperti cahaya, air, dan nutrisi. Diversifikasi tanaman juga meningkatkan stabilitas produksi dan mengurangi risiko kegagalan panen karena sistem tidak bergantung pada satu komoditas saja. Produk pertanian yang dihasilkan dapat langsung dimanfaatkan dalam konsep farm-to-table, yaitu konsumsi produk segar yang dipanen langsung dari kawasan agroforestri oleh pengunjung. Hal ini menciptakan nilai tambah ekonomi sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap sistem pertanian berkelanjutan (Low et al., 2023).

Adapun 20% kawasan amenities dialokasikan untuk fasilitas pendukung seperti area edukasi, jalur interpretasi, perkemahan, food court, dan pengelolaan sampah. Ruang ini mendukung pengembangan ekowisata berbasis agroforestri, termasuk kegiatan forest healing, bird watching, panen buah, serta edukasi lingkungan. Integrasi fasilitas sosial-ekonomi tersebut memungkinkan peningkatan nilai ekonomi kawasan tanpa mengurangi fungsi produksi dan konservasi. Dengan demikian, komposisi spasial 30–50–20 merepresentasikan kompromi ekologis dan ekonomi dalam pendekatan multifunctional

landscape, yaitu sistem pengelolaan lahan yang secara simultan mendukung konservasi ekosistem, produksi pangan, serta aktivitas sosial dan wisata berkelanjutan (Klimke et al., 2024). Zona fasilitas wisata yang mencakup sekitar 20% kawasan berperan sebagai elemen penghubung antara fungsi ekologis dan ekonomi kawasan. Fasilitas seperti jalur trekking, area edukasi lingkungan, perkemahan, serta pusat pengelolaan limbah organik memungkinkan pengunjung berinteraksi langsung dengan lanskap agroforestri. Aktivitas seperti forest healing, agrowisata, dan edukasi pengelolaan lingkungan tidak hanya meningkatkan daya tarik wisata tetapi juga memperkuat fungsi sosial kawasan melalui peningkatan kesadaran ekologis masyarakat. Dengan demikian, manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial dalam model SPTB muncul dari sinergi antara zona konservasi, zona produksi, dan zona aktivitas manusia yang dirancang dalam satu sistem lanskap terpadu.

Berbagai penelitian mengenai agroforestri dan pengelolaan lanskap berkelanjutan menunjukkan bahwa integrasi antara fungsi produksi dan konservasi merupakan pendekatan yang semakin banyak diterapkan dalam pembangunan pertanian modern. Studi mengenai agroforestri lanskap multifungsi menunjukkan bahwa sistem yang mengintegrasikan vegetasi pohon dengan produksi pertanian mampu meningkatkan jasa ekosistem sekaligus mempertahankan produktivitas lahan (van Noordwijk, 2021). Penelitian lain menegaskan bahwa agroforestri tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah dan keanekaragaman hayati, tetapi juga meningkatkan ketahanan sistem pertanian terhadap perubahan iklim melalui peningkatan kapasitas penyerapan karbon dan perlindungan tanah (Xiao et al., 2022). Dalam konteks sistem pertanian terpadu, beberapa studi menunjukkan bahwa integrasi berbagai komponen usaha tani seperti tanaman, ternak, dan pengelolaan limbah organik mampu meningkatkan efisiensi sumber daya dan stabilitas ekonomi petani (Low et al., 2023). Sementara itu, penelitian mengenai ekowisata berbasis lanskap alam menunjukkan bahwa kegiatan wisata berbasis alam dapat menjadi mekanisme diversifikasi ekonomi yang efektif sekaligus mendorong konservasi lingkungan melalui peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga ekosistem (Samal et al., 2023; Bhushan et al., 2024). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih membahas agroforestri, sistem pertanian terpadu, atau ekowisata secara terpisah. Penelitian agroforestri biasanya berfokus pada aspek produksi dan konservasi tanah, sedangkan kajian ekowisata lebih banyak menitikberatkan pada pengembangan destinasi wisata berbasis alam dan dampaknya terhadap ekonomi masyarakat lokal. Integrasi ketiga pendekatan tersebut dalam satu desain pengelolaan lanskap terpadu masih relatif terbatas dalam literatur ilmiah.

Keunggulan utama model yang dikembangkan dalam penelitian ini terletak pada integrasi konseptual antara agroforestri, sistem pertanian terpadu, dan ekowisata dalam satu desain lanskap multifungsi. Berbeda dengan sebagian besar penelitian sebelumnya yang hanya menekankan salah satu aspek, model SPTB yang dirancang dalam penelitian ini menggabungkan tiga fungsi utama secara simultan, yaitu fungsi produksi pangan, fungsi konservasi ekosistem, dan fungsi sosial-ekonomi melalui ekowisata. Integrasi ini memungkinkan terciptanya sistem pengelolaan lahan yang lebih adaptif terhadap tantangan pembangunan pertanian berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam bentuk perancangan spasial kawasan yang menjelaskan bagaimana pembagian ruang lanskap dapat diatur untuk mendukung keberlanjutan sistem. Pembagian kawasan menjadi zona vegetasi kehutanan, zona produksi pertanian, dan zona fasilitas wisata menunjukkan bagaimana konsep lanskap multifungsi dapat diterapkan secara praktis dalam pengelolaan lahan skala lokal. Pendekatan ini memberikan kerangka konseptual yang dapat direplikasi dalam pengembangan kawasan pertanian berbasis masyarakat, khususnya di daerah yang memiliki potensi pengembangan agroforestri dan ekowisata. Dengan demikian, model SPTB yang diusulkan tidak hanya memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan konsep pengelolaan lanskap pertanian berkelanjutan, tetapi juga menawarkan pendekatan praktis yang dapat diterapkan dalam pengembangan sistem pertanian terpadu yang produktif, konservatif, dan inklusif serta mendukung agenda pembangunan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini merancang model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan (SPTB) yang mengintegrasikan agroforestri dan ekowisata dalam satu sistem pengelolaan lanskap multifungsi. Model ini menerapkan pembagian ruang kawasan sebesar 30% vegetasi kehutanan, 50% area pertanian, dan 20% fasilitas wisata, sehingga tercipta keseimbangan antara fungsi konservasi, produksi pangan, dan aktivitas sosial-ekonomi. Integrasi vegetasi pohon dalam sistem agroforestri berperan penting dalam menjaga stabilitas ekosistem melalui peningkatan kesuburan tanah, konservasi air, serta penyimpanan karbon, sekaligus meningkatkan keanekaragaman hayati. Di sisi lain, pengembangan ekowisata berbasis agroforestri memberikan diversifikasi sumber pendapatan bagi masyarakat melalui kegiatan agrowisata, agroedukasi, dan wisata alam. Sinergi antara fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial tersebut menunjukkan bahwa model SPTB mampu menjadi pendekatan efektif dalam pengelolaan.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya perlu melakukan uji implementasi lapangan untuk mengevaluasi produktivitas, nilai ekonomi, dan kontribusi jasa ekosistem dari model SPTB secara kuantitatif. Selain itu, penguatan partisipasi masyarakat dan dukungan kebijakan daerah penting dilakukan agar model ini dapat diterapkan secara lebih luas sebagai strategi pengelolaan lahan berkelanjutan berbasis agroforestri dan ekowisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhagat, R., Singh, R., Kumar, S., & Yadav, R. (2024). Integrated farming systems as environmentally sustainable approaches for improving farm productivity and livelihood security. *Food and Energy Security*, 13(1), e534. <https://doi.org/10.1002/fes3.534>
- Bhushan, S., Pandey, R., & Singh, K. (2024). Evaluating local livelihoods, sustainable forest management, and ecotourism linkages in forest landscapes. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1491917. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1491917>
- Blanton, A., Friess, D. A., & Webb, E. L. (2024). Ecotourism and mangrove conservation in Southeast Asia: Current trends and perspectives. *Journal of Environmental Management*, 358, 120623. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120623>
- Chatterjee, P., & Datta, S. K. (2024). Preserving environmental quality of ecotourism sites through community participation: Evidence from Purulia District, West Bengal, India. *Regional Sustainability*, 5(1), 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2024.01.003>
- Dash, B., Patra, A., & Nayak, B. (2024). Sustainable tourism, livelihood, and coastal governance: The case of Chilika Lake, India. *Ocean & Coastal Management*, 244, 106743. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.106743>
- Klimke, M., Schraml, U., & Konold, W. (2024). Allowing for the multifunctionality of agroforestry systems: Lessons from a legal perspective with a focus on Germany. *Current Research in Environmental Sustainability*, 7, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2024.100230>
- Low, G., Smyth, S., & Phillips, P. (2023). Mixed farming and agroforestry systems: A systematic review on value chain implications. *Agricultural Systems*, 207, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103607>
- Quandt, A. (2023). Climate change adaptation through agroforestry: Opportunities and constraints. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 61, 101250. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101250>
- Robinson, G. M., Carson, D., & Carson, D. (2024). Global sustainable agriculture and land management systems. *Environmental Challenges*, 16, 100938. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100938>
- Samal, R., Behera, B., & Sahu, N. (2023). Ecotourism, biodiversity conservation and livelihoods: Understanding the convergence and divergence. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 100243. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100243>
- Shang, X., Li, Y., & Chen, W. (2025). Benefits of forest therapy for adult mental health: A systematic review and meta-analysis based on the Profile of Mood States (POMS). *Frontiers in Psychology*, 16, 1670804. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1670804>

-
- Sharma, U., Tiwari, R., & Singh, P. (2025). A global review of agroforestry research and policy directions. *Trees, Forests and People*, 19, 100728. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100728>
- Van Noordwijk, M. (2021). Agroforestry-based ecosystem services: Reconciling values of humans and nature in sustainable development. *Land*, 10(7), 699. <https://doi.org/10.3390/land10070699>
- Van Noordwijk, M. (2021). Agroforestry-based ecosystem services: Multifunctional landscapes for sustainable development. *Land*, 10(8), 770. <https://doi.org/10.3390/land10080770>
- Xiao, J., Zhang, Y., Liu, L., & Li, Z. (2022). Agroforestry ecosystem services and its implications for ecological restoration in degraded landscapes. *Science of the Total Environment*, 842, 156912. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156912>