

PROSPEK DAN STRATEGI PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN TERPADU BERKELANJUTAN (AGROSILVOPASTURA- APIKULTUR TRIGONA) DI DESA SEDAU KECAMATAN NARMADA, LOMBOK BARAT

PROSPECTS AND DEVELOPMENT STRATEGY OF SUSTAINABLE INTEGRATED AGRICULTURE SYSTEM (AGROSILVOPASTURE-TRIGONA APICULTURE) IN SEDAU VILLAGE, WEST LOMBOK

Muhamad Nursan^{1,2*}, Wayan Wangiyana³

¹Program Studi Pertanian Berkelanjutan Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

³Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email Penulis korespondensi: mnursan@unram.ac.id

Abstrak

Permasalahan ketahanan pangan, keterbatasan akses pasar, dan degradasi lingkungan menjadi tantangan utama yang dihadapi masyarakat pertanian di Desa Sedau. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu pendekatan pertanian terpadu berkelanjutan yang mampu mengintegrasikan antar komponen usahatani secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis prospek dan merumuskan strategi pengembangan sistem pertanian terpadu berbasis *agrosilvopastura* dan apikultur *Trigona* di Desa Sedau, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengacu pada protokol PRISMA 2020, dengan korpus analisis sebanyak 30 artikel terseleksi dari 309 artikel awal melalui tahapan *identification*, *screening*, dan *eligibility assessment*. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem pertanian terpadu berbasis *agrosilvopastura* dan apikultur lebah *Trigona* di Desa Sedau menunjukkan peluang yang baik untuk dikembangkan. Kondisi agroekosistem yang sesuai, didukung oleh ketersediaan sumber pakan lebah yang melimpah, menjadi modal utama dalam penerapan sistem ini. Integrasi berbagai komponen usaha tersebut tidak hanya berkontribusi terhadap perbaikan kualitas lingkungan dan peningkatan produktivitas lahan, tetapi juga mampu memperluas sumber pendapatan petani serta memperkuat keberlanjutan usaha pertanian. Strategi pengembangan diarahkan pada penggunaan spesies *Trigona* yang adaptif, penyediaan sumber pakan secara terintegrasi, penguatan kelembagaan komunitas, dan pengelolaan sistem secara adaptif berbasis data. Model integrasi *Agrosilvopastura*–Apikultur lebah *Trigona* dapat menjadi pendekatan inovatif dalam mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan di Desa Sedau.

Kata Kunci: *agrosilvopastura*, berkelanjutan, sistem pertanian terpadu, apikultur *trigona*

Abstract

Food security, limited market access, and environmental degradation are the main challenges faced by the farming community in Sedau Village. Therefore, to address these issues, a sustainable integrated agricultural approach is needed that can optimally integrate various farming components. This study aims to analyze the prospects and formulate strategies for developing an integrated farming system based on *agrosilvopasture* and *Trigona* apiculture in Sedau Village, Narmada District, West Lombok Regency. The method used was a *Systematic Literature Review* (SLR) referring to the PRISMA 2020 protocol, with an analysis corpus of 30 selected articles from 309 initial articles through the stages of *identification*, *screening*, and *eligibility assessment*. The results of the study indicate that the integrated farming system based on *agrosilvopasture* and *Trigona* bee apiculture in Sedau Village shows a good potential for development. Suitable agro-ecosystem conditions, supported by the availability of abundant bee feed sources, are the main capital in implementing this system. The integration of various business components not only contributes to improving environmental quality and increasing land productivity but also expands farmers' income sources and strengthens the sustainability of agricultural businesses. The development strategy focuses on the use of adaptive *Trigona* species, integrated feed supply, strengthening community institutions, and adaptive, data-driven system management. Overall, the integrated *agrosilvopasture*–*Trigona* bee apiculture model can be an innovative approach to supporting sustainable agricultural development in Sedau Village.

Keywords: *agrosilvopasture*, sustainability, integrated agriculture system, *trigona* apiculture

PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian saat ini tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil produksi saja, melainkan juga harus memperhatikan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan petani. Permasalahan seperti pertambahan jumlah penduduk, perubahan iklim, kerusakan lahan, dan keterbatasan sumber daya alam menuntut sistem pertanian yang lebih efisien, dan berkelanjutan (Pretty, 2018; Altieri & Nicholls, 2020). Dalam mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah pendekatan pertanian terpadu yang mampu mengintegrasikan berbagai komponen dalam usahatani yang saling mendukung antara komponen.

Salah satu bentuk pertanian terpadu berkelanjutan yang banyak diterapkan di daerah tropis adalah sistem agrosilvopastura. Sistem ini mampu mengintegrasikan tanaman pertanian, kehutanan, dan peternakan dalam satu kawasan pengelolaan lahan yang produktif dan berkelanjutan (Mosquera-Losada et al., 2018). Integrasi tersebut dapat mengoptimalkan penggunaan lahan, meningkatkan produksi, resiko kerugian menjadi berkurang, dan menciptakan sumber pendapatan petani. Selain itu, sistem agrosilvopastura juga bermanfaat dalam hal konservasi tanah dan air, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan membantu dalam menghadapi perubahan iklim (Gil et al., 2017; Delandmeter et al., 2024).

Salah satu komponen lain yang bisa digabungkan dengan sistem agrosilvopastura adalah ternak lebah tanpa sengat (stingless bee) atau yang biasa disebut lebah trigona. Lebah trigona sangat cocok dipelihara di daerah tropis karena mampu beradaptasi dengan baik, serta menghasilkan berbagai produk yang bernilai ekonomi tinggi seperti madu, propolis, bee pollen, dan lilin (Quezada-Euán et al., 2018). Selain menghasilkan produk yang bernilai ekonomi tinggi, lebah trigona juga berfungsi sebagai penyerbuk alami yang dapat meningkatkan hasil produksi tanaman pertanian dan hortikultura (Roubik, 2018).

Salah satu wilayah yang memiliki potensi yang tinggi untuk mengembangkan pertanian terpadu yang menggabungkan agrosilvopastura dengan lebah trigona adalah Desa Sedau Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat. Desa ini memiliki lahan pertanian, hutan, usaha peternakan, dan berbagai jenis tanaman penghasil nektar menjadi modal utama. Masyarakat desa juga sudah berpengalaman dalam melakukan ternak sapi dan lebah trigona, yang bisa menjadi dasar untuk mengembangkan model sistem pertanian terpadu berkelanjutan. Meskipun demikian, permasalahan sebagian besar petani di Desa Sedau saat ini masih mengelola komponen usaha tani secara parsial yang menyebabkan kurangnya efisiensi penggunaan sumber daya dan nilai tambah. Menurut Dawson et al., (2014), rendahnya integrasi antar komponen usahatani dapat menghambat kesejahteraan petani. Selain itu, pengetahuan dan keterampilan petani masih kurang baik dalam melakukan budidaya lebah trigona, manajemen dan pemasaran (Yusuf et al., 2025).

Oleh karena itu, diperlukan strategi yang komprehensif dalam mengembangkan dan mengimplementasikan model sistem pertanian terpadu berkelanjutan (agrosilvopastura dengan lebah trigona). Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upaya mengintegrasikan dua komponen strategis yang selama ini dikaji secara terpisah, yaitu *agrosilvopastura* dan apikultur *Trigona*, ke dalam satu model sistem pertanian terpadu berkelanjutan yang dikaji secara sistematis melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Penelitian ini bertujuan mengetahui prospek dan merumuskan strategi pengembangan sistem pertanian terpadu berkelanjutan (agrosilvopastura-apikultur trigona) di Desa Sedau Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), yakni suatu metode kajian ilmiah yang dirancang untuk mengidentifikasi, menyeleksi, mengevaluasi, dan menyintesis seluruh bukti empiris yang relevan guna menjawab pertanyaan penelitian secara sistematis dan terreplikasi (Page et al., 2021). Pendekatan ini dipilih karena mampu mengintegrasikan temuan dari berbagai studi secara objektif dan menyeluruh, sehingga menghasilkan simpulan berbasis bukti yang lebih kuat dibandingkan kajian naratif konvensional. Prosedur pelaporan SLR dalam penelitian ini mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020, yang menetapkan 27 butir pelaporan esensial demi menjamin transparansi dan reproduibilitas proses tinjauan.

Proses penelusuran literatur dilakukan secara komprehensif melalui beberapa pangkalan data ilmiah daring, meliputi *Google Scholar*, *Scopus*, *Science Direct*, dan *Semantic Scholar*. Penelusuran menggunakan kombinasi kata kunci terstruktur dalam dua bahasa, antara lain: "*agrosilvopastura*", "*silvopastoral system*", "*meliponiculture*", "*Trigona apiculture*", "*integrated farming system*", "*sustainable agriculture Indonesia*", "*stingless bee*", serta kombinasi istilah tersebut dengan variabel konteks seperti "*Lombok*" dan "*West Nusa Tenggara*". Seluruh penelusuran dibatasi pada artikel yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2026 guna memastikan relevansi dan kemutakhiran informasi yang digunakan.

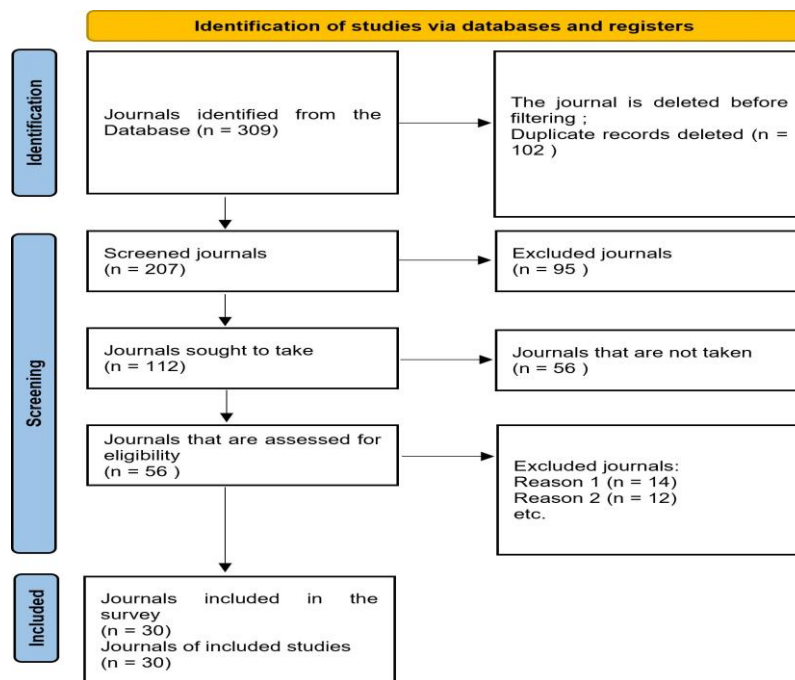
Tahapan seleksi literatur mengikuti empat fase utama sesuai diagram alur PRISMA 2020, sebagaimana digambarkan dalam *flowchart* yang telah disusun. Pada fase *identification*, diperoleh sebanyak 309 artikel dari berbagai basis data. Setelah dilakukan penghapusan rekaman duplikat, sebanyak 102 artikel dieliminasi sehingga tersisa 207 artikel untuk diproses lebih lanjut. Pada fase *screening*, seluruh 207 artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak dengan menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya, menghasilkan 95 artikel yang tidak memenuhi syarat dan dikeluarkan. Dari 112 artikel yang masih tersisa, dilakukan seleksi lanjutan berdasarkan aksesibilitas *full-text*, sehingga 56 artikel tidak dapat diambil dan tersisa 56 artikel yang dinilai kelayakannya (*eligibility assessment*). Pada tahap ini, evaluasi mendalam terhadap konten dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi topik, kualitas metodologi, serta kesesuaian dengan tujuan penelitian. Sebanyak 26 artikel tambahan dieksklusi berdasarkan alasan spesifik, yakni 14 artikel karena tidak memenuhi kriteria tematik (*Reason 1*) dan 12 artikel karena kualitas metodologi yang tidak memadai (*Reason 2*). Pada fase *included*, ditetapkan sebanyak 30 artikel final yang digunakan sebagai korpus analisis dalam penelitian ini.

Kriteria inklusi yang diterapkan meliputi: artikel diterbitkan pada jurnal terindeks bereputasi, membahas tema *agrosilvopastura*, *meliponiculture*, sistem pertanian terpadu, atau ekologi lebah tanpa sengat, menggunakan bahasa Indonesia atau Inggris, serta tersedia dalam format *full-text*. Pendekatan SLR berbasis agroekologi terbukti efektif dalam mengidentifikasi pola-pola temuan lintas studi secara sistematis dan terstruktur (Fitri & Usni, 2024). Seluruh proses seleksi dan ekstraksi data dilakukan oleh dua penelaah secara independen untuk meminimalkan bias subjektif, dengan konsultasi pihak ketiga jika terjadi perbedaan penilaian. Data yang diekstraksi mencakup identitas penulis, tahun terbit, judul dan temuan pokok. Sintesis dilakukan secara naratif-tematik dengan mengelompokkan temuan berdasarkan dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial dari model sistem pertanian terpadu yang dikaji (Page et al., 2021). Dengan adanya berbagai tahapan analisis tersebut maka hasil kajian ini dipercaya memiliki tingkat validitas dan kepercayaan yang tinggi yang bisa dijadikan acuan dalam pengembangan pertanian terpadu berkelanjutan (Agrosilvopastura-Apikultur Trigona) di Desa Sedau Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat sebagai wilayah studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Seleksi Literatur

Proses identifikasi dan seleksi literatur dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap mengacu pada kerangka *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020. Gambaran alur seleksi literatur secara lengkap disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram alur seleksi literatur berdasarkan protokol PRISMA 2020

Berdasarkan penelusuran pada pangkalan data *Google Scholar*, *Scopus*, *Science Direct*, dan *Semantic Scholar*, diperoleh sebanyak 309 artikel pada tahap *identification*. Setelah eliminasi 102 rekaman duplikat, tersisa 207 artikel untuk disaring lebih lanjut. Pada tahap *screening*, sebanyak 95 artikel dieksklusi berdasarkan ketidaksesuaian judul dan abstrak, sehingga 112 artikel diupayakan akses *full-text*-nya. Dari jumlah tersebut, 56 artikel tidak dapat diperoleh teksnya secara lengkap, sehingga 56 artikel masuk ke tahap penilaian kelayakan. Evaluasi mendalam menghasilkan pengecualian 26 artikel tambahan, terdiri atas 14 artikel karena ketidaksesuaian tematik (*Reason 1*) dan 12 artikel karena kelemahan metodologi (*Reason 2*). Pada akhirnya, sebanyak 30 artikel ditetapkan sebagai korpus analisis final. Karakteristik dan temuan pokok ketiga puluh artikel tersebut dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 1. Hasil analisis kajian pustaka dari 30 artikel yang diinklusi

No	Author	Judul	Hasil Temuan
1	Viana et al., (2021)	Meliponiculture in Agroforestry Systems in Belterra, Pará, Brazil	15% menjadikan meliponicultura sebagai aktivitas ekonomi utama; 38 spesies hutan dalam SAF; hambatan utama: deforestasi dan pestisida
2	Gupta et al., (2026)	Livelihood and Energy-Carbon Dynamics of Livestock-Based Integrated Farming System	LIFS menghasilkan produksi 8,4× lebih tinggi, pendapatan 6,4×, dan keuntungan karbon bersih 4,6× dibanding sistem konvensional
3	Moreno-Galván et al., (2023)	Long-Term Implementation of a Silvopastoral System Enhances Soil P Availability and Bacterial Diversity	SPS meningkatkan ketersediaan P tanah, aktivitas enzim fosfomono-esterase, dan diversitas bakteri dibanding padang rumput

4	Rathore et al., (2022)	Integrated Agroforestry Systems Improve Soil Carbon Storage, Water Productivity, and Economic Returns	Integrasi <i>phalsa</i> + kacang hijau-kentang menghasilkan produktivitas tertinggi (25,9 Mg/ha); SOC dan efisiensi air tertinggi pada sistem berbasis legum
5	Jiménez-Ballesta et al., (2025)	Application of Regenerative Agriculture: A Review and Case Study in an Agrosilvopastoral Region	Pertanian regeneratif berbasis agrosilvopastura meningkatkan kualitas tanah, biodiversitas, dan profitabilitas peternakan
6	Lemes et al., (2021)	Silvopastoral System is an Alternative to Improve Animal Welfare and Productive Performance	SPS menurunkan suhu tubuh ternak, meningkatkan kesejahteraan dan performa; meningkatkan bobot badan serta laju pemulihan oosit
7	Moojen et al., (2024)	Case Study Analysis of Innovative Producers Toward Sustainable Integrated Crop-Livestock Systems	Hambatan adopsi ICLS meliputi perubahan pola pikir dan adaptasi operasional; titik balik mencakup program, pengaruh sosial, dan dukungan kelembagaan
8	Carvalho et al., (2018)	Do Emotions Influence the Motivations and Preferences of Keepers of Stingless Bees?	Motivasi utama beternak lebah bersifat emosional-estetis; preferensi spesies dipengaruhi produktivitas madu dan perilaku lebah
9	Moraes et al., (2026)	Silvopastoral System Versus Unwooded Pastures: Changing the Mindset to Combine Animal Welfare and Profitable Performance	SPS menciptakan iklim mikro lebih sejuk, memperbaiki kesejahteraan dan perilaku ternak; bobot badan dan lingkaran skrotum serupa antar kelompok
10	Gonzalez Quintero et al., (2024)	Enhancing Dairy Cattle Sustainability: The Impact of Silvopastoral Systems and Improved Pastures on Milk Carbon Footprint	SPS+IP mengurangi <i>carbon footprint</i> susu hingga 40% dan meningkatkan produktivitas hewan
11	Hoosbeek et al., (2018)	Trees Enhance Soil Carbon Sequestration and Nutrient Cycling in a Silvopastoral System in Nicaragua	Kehadiran pohon meningkatkan kandungan C, N, P tanah lapisan atas dan bawah; siklus hara meningkat dengan diferensiasi antar spesies
12	Chui et al., (2023)	Stingless Bee Foraging and Predation at Trunk Resin Sources	Kunjungan lebah <i>Trigona</i> ke sumber resin tidak umum (27,3%); predasi oleh <i>assassin bug</i> 100% berhasil
13	Pribadi & Roza, (2021)	Enhancing Capacity and Empowering Local Communities Through Meliponiculture in Thirty Hills National Park	Produksi madu meningkat rata-rata 63,12% pada semester kedua; Air Bomban tertinggi (16,3 kg); komunitas mampu memelihara koloni secara mandiri
14	Sandoval et al., (2023)	Economic-Environmental Assessment of Silvo-Pastoral Systems in Colombia	SPS meningkatkan indikator profitabilitas; reduksi emisi metan bernilai US\$6,12/ekor; nilai regulasi iklim mikro US\$2.026/ha
15	Rahmad, et al., (2024)	Distribution of Stingless Bee (<i>Trigona</i> spp.) from Meliponiculture in South Sumatra Province, Indonesia	Ditemukan 8 varietas lebah <i>Trigona</i> ; distribusi tidak merata; ukuran lebah mempengaruhi ukuran sarang, pot madu, dan sel brood
16	Sumarna et al., (2024)	Floristic Composition and Carbon Storage of Floor Vegetation in Community Forests of Ciamis Regency, West Java	Vegetasi lantai hutan menyimpan karbon 0,107–0,238 Mg C/ha; potensi sekuestrasi rata-rata 0,730 Mg C/ha
17	Cotrina-Sanchez et al., (2023)	Multicriteria Analysis in Apiculture: A Sustainable Tool for Rural Development in Northwest Peru	Kesesuaian lahan apikultura dipengaruhi kriteria biofisik (65%) dan sosial-ekonomi (35%); lahan sangat sesuai mencapai 315,6 km ²
18	Nengsi, (2025)	Integration of Farming-Livestock Systems in Sustainable Agrocomplex Development in Indonesia	Sistem terpadu meningkatkan efisiensi nitrogen 37–52%, mengurangi pupuk kimia 45%, meningkatkan pendapatan petani 43,7%

19	Brunetti et al., (2025)	Late Stages of Tropical Silvopastoral System: An Opportunity to Maximise Forage and Animal Production	SPS tahap lanjut (83 pohon/ha) menghasilkan produktivitas hewan 460 kg BH/ha/tahun (322% di atas rata-rata Brasil) + 15,8 m ³ /ha kayu
20	Aldasoro Maya et al., (2023)	Stingless Bee Keeping: Biocultural Conservation and Agroecological Education	Meliponicultura sebagai media konservasi biokultural dan pendidikan agroekologi; memperkuat dialog antargenerasi dan transisi agroekologi
21	Narjes Sanchez et al., (2021)	Promoting Forage Legume–Pollinator Interactions: Integrating Crop Pollination Management, Native Beekeeping and Silvopastoral Systems	Integrasi legum hijauan dalam SPS meningkatkan layanan ekosistem penyerbukan; hambatan: keterbatasan benih legum
22	Budiaman et al., (2025)	Analysis of Productivity from Four Stingless Bees and Forages in Urban Forest, South Sulawesi, Indonesia	<i>T. sapiens</i> memiliki produktivitas tertinggi (madu 15,72 g; propolis 29,01 g); suhu sarang berkorelasi kuat dengan produktivitas ($r=0,942$)
23	Ariyana & Wangiyana, (2025)	Sistem Agrosilvopastura Tropis: Tinjauan Integrasi Kelapa, Jahe, Turi dan Kambing untuk Keberlanjutan Agroekosistem di Pulau Lombok	Integrasi komponen menghasilkan siklus hara lebih tertutup, meningkatkan karbon tanah, mendiversifikasi pendapatan jangka pendek–panjang
24	Narváez-Herrera et al., (2025)	Silvopastoral Systems with Native Forage Species and Their Impact on Milk Production and Quality	SPS meningkatkan konsumsi BK, produksi susu, dan efisiensi pakan; B/C ratio 2,05; <i>payback period</i> 3,5 tahun
25	Shanmugam et al., (2024)	Crop–Livestock-Integrated Farming System: A Strategy to Achieve Synergy Between Agricultural Production, Nutritional Security, and Environmental Sustainability	MEY total 162,31 ton; emisi GRK negatif (–15.118 kg CO ₂ -e); pendapatan bersih meningkat; 475 hari kerja/musim
26	Marçal et al., (2022)	Potential Use of Quartzipisamment under Agroforestry and Silvopastoral System for Large-Scale Production in Brazil	AGF dan SILVP meningkatkan atribut fisik-kimia tanah, terutama lapisan permukaan; penyimpanan C dan N menjadi variabel pembeda utama
27	Swarnam et al., (2024)	Climate Smart Crop-Livestock Integrated Farming as a Sustainable Agricultural Strategy for Humid Tropical Islands	Produktivitas naik dari 2,8 → 35,6 t/ha; pendapatan naik dari USD 359 → 3.500/ha; mitigasi GRK 5,40 Mg CO ₂ eq/ha/tahun
28	Leão et al., (2016)	Colony Development and Management of <i>Scaptotrigona aff. postica</i> Using Different Hive Models	Sarang vertikal menghasilkan area brood comb 2× lebih besar; manajemen lebih mudah; kerusakan sarang minimal saat inspeksi
29	Rahmad, et al., (2024)	Food Source Diversity and Honey Production in Stingless Bee Meliponiculture, Ogan Komering Ulu Timur, South Sumatra	Pola tanam perkebunan-kehutanan menghasilkan madu tertinggi (360 kg/tahun); kualitas madu memenuhi SNI
30	Martínez-Puc et al., (2024)	Sociodemographic Characteristics and Participation of Women in Meliponiculture from the Yucatán Peninsula, Mexico	66% peternak laki-laki; perempuan lebih muda (38,1 vs 47,4 tahun) dan memiliki koloni lebih sedikit; produktivitas madu/koloni setara

Sumber: Data Skunder Diolah (2026)

Prospek Pengembangan Sistem Pertanian Terpadu Berbasis *Agrosilvopastura* dan Apikultur *Trigona* di Desa Sedau, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat

Sintesis terhadap 30 artikel yang diinklusi menunjukkan bahwa prospek pengembangan model sistem pertanian terpadu berbasis *agrosilvopastura* dan apikultur *Trigona* di Desa Sedau, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat sangat menjanjikan, ditopang oleh bukti empiris dari aspek ekologis, ekonomis, dan sosial-budaya yang saling memperkuat. Ketiga aspek tersebut secara simultan membentuk fondasi keberlanjutan sistem yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Dari sisi ekologis, sejumlah studi membuktikan bahwa integrasi komponen pohon, tanaman pangan, ternak, dan satwa polinasi dalam satu unit manajemen lahan menghasilkan manfaat lingkungan yang substansial. Sistem *silvopastoral* jangka panjang selama sembilan tahun terbukti meningkatkan ketersediaan fosfor tanah, aktivitas enzim *phosphomonoesterase*, dan keanekaragaman komunitas bakteri dibandingkan padang rumput monokultur (Moreno-Galván et al., 2023). Temuan serupa ditunjukkan oleh Hoosbeek et al. (2018) yang mengungkapkan bahwa kehadiran pohon dalam sistem *silvopastoral* di Nikaragua secara nyata meningkatkan kandungan karbon, nitrogen, dan fosfor tanah pada lapisan atas maupun bawah, sekaligus memperkuat siklus hara melalui deposisi serasah. Pada konteks Indonesia, komunitas hutan rakyat berbasis *agroforestri* di Jawa Barat mampu menyimpan karbon senilai 0,107–0,238 Mg C/ha dengan potensi sekuestrasi rata-rata 0,730 Mg C/ha (Sumarna et al., 2024). Kondisi ini sangat relevan bagi Desa Sedau yang memiliki keanekaragaman vegetasi lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai penyedia *forage* sekaligus penyimpan karbon dalam sistem *agrosilvopastura*.

Kesesuaian agroekosistem Pulau Lombok dengan sistem *agrosilvopastura* terpadu semakin diperkuat oleh kajian Ariyana & Wangiyana (2025) yang secara spesifik mengevaluasi integrasi kelapa, jahe, turi, dan kambing di Lombok. Hasil tinjauan tersebut menunjukkan terbentuknya siklus hara yang lebih tertutup, peningkatan kandungan karbon tanah, serta diversifikasi sumber pendapatan dalam rentang waktu pendek hingga panjang. Sementara itu, Marçal et al. (2022) mempertegas bahwa sistem *agroforestri* dan *silvopastoral* pada lahan berkesuburan rendah sekalipun mampu memperbaiki atribut fisik-kimia tanah secara bermakna, dengan penyimpanan karbon dan nitrogen sebagai variabel pembeda paling signifikan dibandingkan padang rumput konvensional.

Dalam hal produktivitas ternak sebagai komponen *pastura*, sistem *silvopastoral* tahap lanjut dengan kepadatan pohon 83 pohon/ha di Brasil menghasilkan produktivitas hewan mencapai 460 kg bobot hidup/ha/tahun, angka ini setara dengan 322% di atas rata-rata nasional Brasil, sekaligus menghasilkan produksi kayu tambahan sebesar 15,8 m³/ha (Brunetti et al., 2025). Lemes et al. (2021) juga membuktikan bahwa sistem *silvopastoral* menurunkan suhu tubuh ternak, meningkatkan kesejahteraan dan performa ternak dara, serta memperbaiki laju pemulihan oosit dibandingkan sistem rotasional tanpa naungan. Moraes et al. (2026) memperkuat argumentasi ini dengan menunjukkan bahwa iklim mikro yang lebih sejuk dalam *silvopastoral* memperbaiki perilaku dan kesejahteraan sapi jantan muda tanpa mengorbankan perkembangan bobot badan maupun lingkaran skrotum. Kondisi agroklimat semi-lembap di Kecamatan Narmada berpotensi memberikan manfaat serupa bagi ternak lokal yang dipelihara dalam sistem terpadu.

Prospek komponen apikultur *Trigona* dalam sistem terpadu ini juga memiliki landasan empiris yang kuat. Kajian di Lombok Tengah mengonfirmasi bahwa *Tetragonula* sp. berperan nyata sebagai agen penyerbuk yang meningkatkan produksi kopi robusta secara signifikan (Supeno, 2021). Lebih jauh, perbandingan produktivitas tiga spesies *Tetragonula* di Lombok menunjukkan perbedaan yang signifikan bergantung pada ketersediaan sumber pakan dan manajemen koloni (Erwan et al., 2023), mengindikasikan bahwa seleksi spesies yang tepat

merupakan kunci keberhasilan integrasi apikultur. Di Sulawesi Selatan, *Tetragonula sapiens* menunjukkan produktivitas madu tertinggi (15,72 g) dan propolis tertinggi (29,01 g), dengan suhu sarang berkorelasi sangat kuat terhadap produktivitas ($r = 0,942$) (Budiaman et al., 2025). Diversitas spesies *Trigona* yang ditemukan di Sumatera Selatan mencakup delapan varietas dengan distribusi tidak merata (Rahmad et al., 2024a), menunjukkan pentingnya kajian distribusi lokal sebelum pengembangan skala usaha. Di wilayah Sumatera Selatan pula, pola tanam berbasis perkebunan-kehutanan menghasilkan produksi madu tertinggi mencapai 360 kg/tahun dengan kualitas memenuhi Standar Nasional Indonesia (Rahmad et al., 2024b), sebuah acuan yang sangat relevan bagi pengembangan apikultur di Desa Sedau yang memiliki vegetasi serupa.

Lebih dari sekadar nilai produksi, integrasi apikultur *Trigona* dalam *agrosilvopastura* juga memperkuat layanan ekosistem penyerbukan. Narjes Sanchez et al. (2021) menegaskan bahwa penyertaan beekeeping asli bersama sistem *silvopastoral* berbasis legum mampu meningkatkan ekosistem penyerbukan sekaligus produktivitas benih legum hijauan. Viana et al. (2021) di Brazil menggambarkan bahwa *meliponiculture* dalam sistem *agroforestri* memanfaatkan 38 spesies pohon dari 21 famili botani sebagai sumber pakan lebah, membuktikan sinergisme kuat antara keanekaragaman vegetasi *agroforestri* dan keberlanjutan koloni lebah tanpa sengat. Hal ini menegaskan bahwa Desa Sedau, dengan keragaman vegetasi lokalnya, menyimpan prospek besar untuk mengembangkan sistem terpadu ini secara berkelanjutan.

Dari perspektif sosial-ekonomi, prospek pengembangan model sistem terpadu ini juga didukung oleh bukti yang solid. Studi *life cycle assessment* tiga tahun menunjukkan bahwa sistem pertanian terpadu berbasis ternak menghasilkan produksi 8,4 kali lebih tinggi, pendapatan 6,4 kali lebih besar, dan keuntungan karbon bersih 4,6 kali lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional (Gupta et al., 2026). Shanmugam et al. (2024) melaporkan bahwa sistem pertanian terpadu satu hektar yang menggabungkan tanaman pangan, hortikultura, sapi, kambing, dan unggas menghasilkan total *maize equivalent yield* sebesar 162,31 ton disertai emisi gas rumah kaca negatif sebesar $-15.118 \text{ kg CO}_2\text{-e}$. Sistem berbasis iklim cerdas di pulau tropis lembap memperlihatkan peningkatan produktivitas dari 2,8 menjadi 35,6 t/ha dalam tujuh tahun, disertai mitigasi GRK sebesar $5,40 \text{ Mg CO}_2\text{eq/ha/tahun}$ (Swarnam et al., 2024), sebuah trajektori yang sangat relevan bagi Lombok sebagai kepulauan tropis.

Secara keseluruhan, bukti sintesis dari 30 artikel mempertegas bahwa sistem pertanian terpadu yang menggabungkan *agrosilvopastura* dan apikultur *Trigona* bukan sekadar alternatif teoritis, melainkan merupakan solusi sistemik yang terbukti secara empiris mampu meningkatkan produktivitas, memperbaiki kualitas lingkungan, dan memperkuat ketahanan sosial-ekonomi masyarakat petani. Keberhasilannya di berbagai konteks tropis dari Brasil, Kolombia, Nikaragua, hingga Indonesia sendiri memperkuat keyakinan bahwa Desa Sedau memiliki prasyarat agroekologis dan sosial yang memadai untuk menjadi percontohan sistem pertanian terpadu berkelanjutan berbasis kearifan lokal Lombok.

Strategi Pengembangan Model Sistem Pertanian Terpadu Berkelanjutan Berbasis *Agrosilvopastura* dan Apikultur *Trigona* di Desa Sedau

Perumusan strategi pengembangan sistem pertanian terpadu di Desa Sedau harus bertumpu pada pendekatan multi-dimensi yang memadukan aspek teknis agronomis, kelembagaan, sosial ekonomi-budaya, dan kebijakan. Analisis sintesis literatur menghasilkan beberapa strategis dalam pengembangan model sistem pertanian terpadu berkelanjutan berbasis *agrosilvopastura* dan apikultur *trigona* di Desa Sedau yaitu sebagai berikut.

Pemilihan spesies yang tepat sesuai kondisi agroekosistem lokal

Strategi pertama adalah pemilihan spesies yang tepat sesuai kondisi agroekosistem lokal. Kajian Jiménez-Ballesta et al. (2025) menegaskan bahwa pertanian regeneratif berbasis

agrosilvopastura yang berhasil di Spanyol ditopang oleh pemilihan spesies tanaman dan ternak yang disesuaikan dengan konteks regional, bukan pendekatan generik. Untuk komponen apikultur *Trigona*, Budiaman et al. (2025) merekomendasikan *T. sapiens* sebagai spesies unggul berdasarkan produktivitas tertinggi pada semua parameter, sementara manajemen suhu sarang menjadi variabel kritis yang harus dikendalikan. Inovasi desain sarang juga perlu diperhatikan; Leão et al. (2016) membuktikan bahwa sarang vertikal menghasilkan area *brood comb* dua kali lebih luas dengan manajemen yang lebih mudah dibandingkan sarang horizontal konvensional, sehingga dapat dijadikan acuan teknis dalam pengembangan di Desa Sedau.

Pembangunan Infrastruktur Pakan (Forage)

Strategi kedua ialah pembangunan infrastruktur pakan (*forage*) terintegrasi yang mendukung sekaligus ternak dan lebah. Cotrina-Sanchez et al. (2023) membuktikan bahwa analisis kesesuaian lahan berbasis *Multiple Criteria Evaluation* mampu mengidentifikasi zona terbaik untuk pengembangan apikultur, dengan faktor biofisik memegang bobot 65% dan faktor sosial-ekonomi 35%. Pendekatan perencanaan spasial serupa perlu diterapkan di Desa Sedau untuk mengoptimalkan tata letak komponen *agrosilvopastura*. Gonzalez Quintero et al. (2024) menambahkan bahwa kombinasi *silvopastoral* dengan padang rumput yang diperbaiki mampu menurunkan *carbon footprint* susu hingga 40% sekaligus meningkatkan produktivitas ternak, membuktikan bahwa investasi pada kualitas hijauan memberikan keuntungan ekologis dan ekonomis sekaligus. Sandoval et al. (2023) melengkapi hal ini dengan menunjukkan nilai ekonomi regulasi iklim mikro *silvopastoral* mencapai USD 2.026 per hektar, sebuah insentif ekonomi yang signifikan bagi petani Desa Sedau.

Penguatan Dimensi Sosial-Budaya Dan Kelembagaan

Strategi ketiga adalah penguatan dimensi sosial-budaya dan kelembagaan. Carvalho et al. (2018) mengungkap bahwa motivasi utama peternak lebah bersifat emosional-estetis, bukan semata ekonomi, sehingga pendekatan pemberdayaan berbasis kecintaan terhadap alam justru lebih efektif dalam mendorong adopsi *meliponiculture*. Aldasoro Maya et al. (2023) mengembangkan konsep *meliponiculture* sebagai media konservasi biokultural dan pendidikan agroekologi yang memperkuat dialog antargenerasi, sebuah pendekatan yang sangat relevan bagi komunitas pedesaan Desa Sedau. Sementara itu, Pribadi & Roza (2021) memperlihatkan bahwa program pemberdayaan berbasis *meliponiculture* di Taman Nasional Tiga Puluh Bukit berhasil meningkatkan produksi madu rata-rata 63,12% pada semester kedua, membuktikan efektivitas pendampingan terstruktur dalam meningkatkan kapasitas komunitas lokal.

Moojen et al. (2024) mengingatkan bahwa hambatan utama adopsi sistem pertanian terpadu meliputi perubahan pola pikir (*mindset change*) dan adaptasi operasional, namun titik balik keberhasilan umumnya dipicu oleh program kelembagaan, pengaruh figur sosial berpengaruh, dan inisiatif penyuluhan sistematis. Strategi ini relevan bagi Desa Sedau di mana sinergi antara penyuluh pertanian, peneliti, dan kelompok tani menjadi prasyarat keberhasilan implementasi model terpadu. Martínez-Puc et al. (2024) menambahkan perspektif kesetaraan gender; meskipun 66% peternak lebah adalah laki-laki, perempuan memiliki produktivitas madu per koloni yang setara, sehingga strategi pengembangan perlu mengintegrasikan perempuan secara aktif sebagai pelaku usaha tani berbasis *Trigona*.

Pengelolaan Sistem Secara Adaptif Dan Berbasis Data

Strategi keempat adalah pengelolaan sistem secara adaptif dan berbasis data. Narváez-Herrera et al. (2025) menunjukkan bahwa *silvopastoral* dengan spesies pakan lokal di kaki bukit Amazonia menghasilkan rasio manfaat-biaya (*B/C ratio*) sebesar 2,05 dengan *payback period* 3,5 tahun, sebuah kelayakan finansial yang dapat dijadikan acuan proyeksi investasi di Desa Sedau. Rathore et al. (2022) memperkuat argumen ini dengan membuktikan bahwa integrasi pohon buah dengan tanaman pangan musiman di lahan semi-arid mampu meningkatkan indeks keberlanjutan karbon hingga 27,6 dan potensi sekuestrasi karbon sebesar

0,6–0,67 Mg/ha/tahun. Integrasi sistem informasi spasial berbasis kriteria biofisik dan sosial-ekonomi seperti yang diterapkan Cotrina-Sanchez et al. (2023) perlu diadaptasi untuk menyusun peta kesesuaian lahan *agrosilvopastura* dan apikultur *Trigona* di kawasan Desa Sedau, sehingga strategi implementasi dapat bersifat berbasis bukti dan presisi tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian *Systematic Literature Review* terhadap 30 artikel ilmiah maka dapat disimpulkan bahwa prospek pengembangan sistem pertanian terpadu berbasis agrosilvopastura dan apikultur lebah *Trigona* di Desa Sedau menunjukkan peluang yang baik untuk dikembangkan. Kondisi agroekosistem yang sesuai, didukung oleh ketersediaan sumber pakan lebah yang melimpah, menjadi modal utama dalam penerapan sistem ini. Integrasi berbagai komponen usaha tersebut tidak hanya berkontribusi terhadap perbaikan kualitas lingkungan dan peningkatan produktivitas lahan, tetapi juga mampu memperluas sumber pendapatan petani serta memperkuat keberlanjutan usaha pertanian. Strategi pengembangan diarahkan pada penggunaan spesies *Trigona* yang adaptif, penyediaan sumber pakan secara terintegrasi, penguatan kelembagaan dan kapasitas masyarakat, serta penerapan pengelolaan yang adaptif berdasarkan informasi dan kondisi lapangan untuk mendukung keberlanjutan ekologis maupun ekonomi.

Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diberikan meliputi petani dan kelompok tani di Desa Sedau, perlu melakukan penerapan sistem *agrosilvopastura* secara bertahap dengan mengintegrasikan koloni *Trigona* ke dalam lahan yang telah memiliki keanekaragaman vegetasi, mengutamakan spesies *T. sapiens* sebagai unit produksi utama. Bagi pemangku kebijakan di tingkat Kabupaten Lombok Barat, diperlukan penyusunan peta kesesuaian lahan *agrosilvopastura* berbasis *Multiple Criteria Evaluation* sebagai instrumen perencanaan spasial pertanian berkelanjutan. Bagi peneliti selanjutnya, sangat dianjurkan untuk melakukan kajian empiris lapangan di Desa Sedau guna memvalidasi proyeksi yang dihasilkan dari sintesis literatur ini, khususnya terkait produktivitas koloni *Trigona* lokal, kapasitas *forage* vegetasi setempat, dan kelayakan finansial sistem dalam konteks spesifik di Kabupaten Lombok Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldasoro Maya, E. M., Rodríguez Robles, U., Martínez Gutiérrez, M. L., Chan Mutul, G. A., Avilez López, T., Morales, H., Ferguson, B. G., & Mérida Rivas, J. A. (2023). Stingless bee keeping: Biocultural conservation and agroecological education. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1081400>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881–898.
- Ariyana, M. D., & Wangiyana, W. (2025). Sistem Agrosilvopastura Tropis: Tinjauan Integrasi Kelapa, Jahe, Turi dan Kambing untuk Keberlanjutan Agroekosistem dan Peluang Penerapannya di Pulau Lombok. *Agroteksos*, 35(3), 941–960. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v35i3.1541>
- Brunetti, H. B., Pasquini Neto, R., Bosi, C., Oliveira, P. P. A., Garcia, A. R., Pinho, L. F., de Sousa, A. J. C., Ramos, G. G., de Campos Bernardi, A. C., de Pedroso, A. F., &

- Pezzopane, J. R. M. (2025). Late Stages of Tropical Silvopastoral System: An Opportunity to Maximise Forage and Animal Production. *Grass and Forage Science*, 80(3), 1–16. <https://doi.org/10.1111/gfs.70010>
- Budiaman, Rahman, A. F., Nurhayati, Jumadi, N. H., Khatima, K., & Prastiyo, A. (2025). Analysis of productivity from four stingless bees (Apidae: Meliponini) and forages in urban forest, South Sulawesi, Indonesia. *Asian Journal of Forestry*, 9(1), 144–151. <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r090115>
- Carvalho, R. M. A., Martins, C. F., Alves, R. R. N., & Alves, Â. G. C. (2018). Do emotions influence the motivations and preferences of keepers of stingless bees? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0246-3>
- Chui, S. X., Wahab, R. B. H. A., & Leonhardt, S. D. (2023). Stingless bee (Apidae: Meliponini) foraging and predation at trunk resin sources: Rare observations captured with microcontroller-based camera traps in a lowland dipterocarp forest. *Insectes Sociaux*, 70(1), 29–41. <https://doi.org/10.1007/s00040-022-00889-x>
- Cotrina-Sanchez, A., García, L., Calle, C., Sari, F., Bandopadhyay, S., Rojas-Briceño, N. B., Meza-Mori, G., Guzmán, C. T., Auquiñivín-Silva, E., Arellanos, E., & Oliva, M. (2023). Multicriteria Analysis in Apiculture: A Sustainable Tool for Rural Development in Communities and Conservation Areas of Northwest. *Land*, 12, 1–18. <https://doi.org/10.3390/land12101900>
- Delandmeter, M., de Faccio Carvalho, P. C., Bremm, C., dos Santos Cargnelutti, C., Bindelle, J., & Dumont, B. (2024). Integrated crop and livestock systems increase both climate change adaptation and mitigation capacities. *Science of the total environment*, 912, 169061.
- Erwan, Habiburrohman, Wiryawan, I. K. G., Muhsinin, M., Supeno, B., & Agussalim. (2023). Comparison of productivity from three stingless bees: *Tetragonula sapiens*, *T. clypearis* and *T. biroi* managed under same feed sources for meliponiculture. *Biodiversitas*, 24(5), 2988–2994. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240553>
- Fitri, M. A., & Usni, M. (2024). Systematic literature review: Pertanian berbasis agroekologi untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 427–436. <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1125>
- Gil, J. D., Cohn, A. S., Duncan, J., Newton, P., & Vermeulen, S. (2017). The resilience of integrated agricultural systems to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(4), e461.
- Gonzalez Quintero, R., García, E. H., Florez, F., Burkart, S., & Arango, J. (2024). A case study on enhancing dairy cattle sustainability: The impact of silvopastoral systems and improved pastures on milk carbon footprint and farm economics in Cauca department, Colombia. *Agroforestry Systems*, 98(8), 3001–3018. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01070-y>
- Gupta, G., Palsaniya, D. R., Sannagoudar, M. S., Choudhary, B. B., Barman, S., Choudhary, M., Upadhyay, D., Patel, R. K., Singh, S. K., Chand, K., Pandey, S., & Suman, M. (2026). Livelihood and energy-carbon dynamics of livestock-based integrated farming system: Assessment and implications for sustainable farming. *Farming System*, 4(1), 100183. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2025.100183>
- Hoosbeek, M. R., Remme, R. P., & Rusch, G. M. (2018). Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvopastoral system in south-western Nicaragua. *Agroforestry Systems*, 92(2), 263–273. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0049-2>

- Jiménez-Ballesta, R., Mongil-Manso, J., & Jiménez-Sánchez, A. (2025). Application of Regenerative Agriculture: A Review and Case Study in an Agrosilvopastoral Region. *Sustainability (Switzerland)*, 17(20), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su17209066>
- Leão, K. L., Queiroz, A. C. M., Veiga, J. C., Contrera, F. A. L., & Venturieri, G. C. (2016). Colony development and management of the stingless bee *Scaptotrigona aff. postca* (Apidae: Meliponini) using different hive models. *Sociobiology*, 63(4), 1038–1045. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i4.1041>
- Lemes, A. P., Garcia, A. R., Pezzopane, J. R. M., Brandão, F. Z., Watanabe, Y. F., Cooke, R. F., Sponchiado, M., de Paz, C. C. P., Camplesi, A. C., Binelli, M., & Gimenes, L. U. (2021). Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. *Scientific Reports*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93609-7>
- Marçal, M. F. M., de Souza, Z. M., Tavares, R. L. M., Farhate, C. V. V., Monteiro Júnior, R. E., Lima, E. de S., & Lovera, L. H. (2022). Potential Use of Quartzipisamment under Agroforestry and Silvopastoral System for Large-Scale Production in Brazil. *Agronomy*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy12040905>
- Martínez-Puc, J. F., Magaña-Magaña, M. Á., Cetzal-Ix, W., Mendoza-Arroyo, G. E., Sierra-Vasquez, Á. C., & Basu, S. K. (2024). Sociodemographic characteristics and participation of women in meliponiculture from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13002-024-00745-1>
- Moojen, F. G., Ryschawy, J., Wulfhorst, J. D., Archer, D. W., de Faccio Carvalho, P. C., & Hendrickson, J. R. (2024). Case study analysis of innovative producers toward sustainable integrated crop-livestock systems: trajectory, achievements, and thought process. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(3), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00953-9>
- Moraes, M. J., de Carvalho Balieiro, J. C., Tonato, F., de Faria Pedroso, A., Pezzopane, J. R. M., Brandão, F. Z., de Castilho, E. F., do Nascimento Barreto, A., Pinho, L. F., Ramos, G. G., & Garcia, A. R. (2026). Silvopastoral system versus unwooded pastures: changing the mindset to combine animal welfare and profitable performance in cattle farming. *Agroforestry Systems*, 100(2), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10457-026-01442-6>
- Moreno-Galván, A. E., Romero-Perdomo, F., Pardo-Díaz, S., Dávila-Mora, L. L., Castro-Rincón, E., Rojas-Tapias, D. F., & Estrada-Bonilla, G. A. (2023). Long-term implementation of a silvopastoral system enhances soil P availability and bacterial diversity. *Geoderma*, 433(March). <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116458>
- Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Rois-Díaz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey-Vázquez, J. A., Ferreiro-Domínguez, N., Pantera, A., Pisanelli, A., & Rigueiro-Rodríguez, A. (2018). Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land Use Policy*, 78, 603–613.
- Narjes Sanchez, M. E., Cardoso Arango, J. A., & Burkart, S. (2021). Promoting Forage Legume–Pollinator Interactions: Integrating Crop Pollination Management, Native Beekeeping and Silvopastoral Systems in Tropical Latin America. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(September), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.725981>
- Narváez-Herrera, J. P., Angulo-Arizala, J., Barragán-Hernández, W. A., Riascos-Guerrero, Y. M., & Mahecha-Ledesma, L. (2025). Silvopastoral systems with native

- forage species and their impact on milk production and quality: a case study on a farm in the Colombian Amazonian foothills. *Agroforestry Systems*, 99(8), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01292-8>
- Nengsi, S. W. (2025). Integration of Farming-Livestock Systems in Sustainable Agrocomplex Development in Indonesia. *Journal of Agro Complex Development Society*, 2(1), 11–18.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pretty, J. (2018). Sustainable intensification of agriculture. *Natural Resources Forum*, 42(1), 1–13.
- Pribadi, A., & Roza, D. (2021). Enhancing capacity and empowering local communities live inside Thirty Hills National Park, Riau through meliponiculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 917(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/917/1/012001>
- Quezada-Euán, J. J. G., Nates-Parra, G., Maués, M. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Roubik, D. W. (2018). The economic and cultural values of stingless bees. *Apidologie*, 49(4), 534–557.
- Rahmad, B., Damiri, N., Hanafiah, S., & Adriani, D. (2024). Distribution of Stingless Bee (*Trigona* spp.) from Meliponiculture in South Sumatra Province, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 30(2), 227–236. <https://doi.org/10.7226/jtfm.30.2.227>
- Rahmad, B., Damiri, N., Hanafiah, Z., Adriani, D., & Hanum, L. (2024). Food source diversity and honey production in stingless bee meliponiculture, Ogan Komering Ulu Timur, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(6), 2747–2756. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250645>
- Rathore, S. S., Babu, S., El-Sappah, A. H., Shekhawat, K., Singh, V. K., Singh, R. K., Upadhyay, P. K., & Singh, R. (2022). Integrated agroforestry systems improve soil carbon storage, water productivity, and economic returns in the marginal land of the semi-arid region. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(10), 103427. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103427>
- Sandoval, D. F., Florez, J. F., Enciso Valencia, K. J., Sotelo Cabrera, M. E., & Stefan, B. (2023). Economic-environmental assessment of silvo-pastoral systems in Colombia: An ecosystem service perspective. *Heliyon*, 9(8), e19082. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19082>
- Shanmugam, P. M., Sangeetha, S. P., Prabu, P. C., Varshini, S. V., Renukadevi, A., Ravisankar, N., Parasuraman, P., Parthipan, T., Satheeshkumar, N., Natarajan, S. K., & Gopi, M. (2024). Crop–livestock-integrated farming system: a strategy to achieve synergy between agricultural production, nutritional security, and environmental sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1338299>
- Sumarna, A., Hadisusanto, S., & Purnomo. (2024). Floristic Composition and Carbon Storage of Floor Vegetation in Community Forests of Ciamis Regency, West Jawa. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 30(2), 213–226. <https://doi.org/10.7226/jtfm.30.2.213>
- Supeno, B. (2021). Enhances production of coffee (*Coffea robusta*): The role of

- pollinator, forages potency, and honey production from *Tetragonula* sp.(Meliponinae) in Central Lombok, Indonesia. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 22(10).
- Swarnam, T. P., Velmurugan, A., Subramani, T., Ravisankar, N., Subash, N., Pawar, A. S., Perumal, P., Jaisankar, I., & Dam Roy, S. (2024). Climate smart crop-livestock integrated farming as a sustainable agricultural strategy for humid tropical islands. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2298189>
- Viana, A. P. S., Pauletto, D., Gama, J. R. V., Pires, A. P., Freitas, H. H., & Pacheco, A. (2021). Meliponiculture in agroforestry systems in Belterra, Pará, Brazil. *ACTA Apicola Brasilica*, 9, e7913. <https://doi.org/10.18378/aab.v9i0.7913>