



Struktur dan Keanekaragaman Vegetasi pada Sistem Agroforestri Kopi Multistrata di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

(Vegetation Structure and Diversity in Multistrata Coffee Agroforestry Systems in Gowa Regency, South Sulawesi, Indonesia)

Hikmah Hikmah^{1*}, Ainun Azkiya¹, Jauhar Mukti¹, Rahmat Ariandi¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar, Jl. Sultan Alauddin No. 259, Makassar 90221, Indonesia

Informasi Artikel:

Submission : 14 Mei 2026
Revised : 03 September 2026
Accepted : 19 September 2026
Published : 03 Oktober 2026

*Penulis Korespondensi:

Hikmah Hikmah
Program Studi Kehutanan, Fakultas
Pertanian Universitas Muhammadiyah
Makassar, Jl. Sultan Alauddin No. 259,
Makassar 90221, Indonesia
e-mail: hikmah@unismuh.ac.id
Telp: +62 853-4446-0418

Makila 20 (2) 2026: 392-408

DOI:

<https://doi.org/10.30598/makila.v20i2.25753>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the

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

Copyright ©2026 Authors: Hikmah Hikmah, Ainun Azkiya, Jauhar Mukti & Rahmat Ariandi

Journal homepage:

<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila>

Journal e-mail: makilajournal@gmail.com

Research Article · [Open Access](#)

ABSTRACT

Coffee agroforestry integrates coffee crops with shade trees and intercrops and can provide a structurally complex land-use system that supports ecological functions and diversified production. This study analysed the vegetation structure and composition of a multistrata coffee agroforestry system managed by the Lompobattang Forest Farmer Group in Manimbahoi Village, Parigi District, Gowa Regency, Indonesia. A quantitative descriptive approach was employed using field observations in six 20 m × 20 m plots. Data were collected through vegetation identification, measurements of shade-tree structure, and documentation of spatial planting patterns. The results showed that the coffee agroforestry system exhibited a randomly mixed multistrata configuration in which coffee plants, shade trees, and intercrops occurred within the same land units. Five shade-tree species were recorded, namely *Leucaena leucocephala*, *Syzygium aromaticum*, *Toona sureni*, *Persea americana*, and *Erythrina variegata*, comprising 22 individuals across the observation plots. The vertical vegetation structure was predominantly characterised by Stratum C, whereas *E. variegata* reached Stratum B, with a maximum recorded height of 29 m. Two intercrop species, *Amorphophallus muelleri* and *Pennisetum purpureum*, were also recorded within the system. The coexistence of coffee plants, shade trees, and intercrops demonstrates the structural heterogeneity of the multistrata agroforestry system and indicates its potential to support diversified production and ecologically oriented land management. These findings provide baseline information for improving vegetation management and strengthening the sustainability of coffee-based agroforestry within social forestry areas.

KEYWORDS: coffee agroforestry; multistrata system; shade trees; vegetation structure; social forestry

INTISARI

Agroforestri kopi merupakan sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman kopi dengan pohon penabung dan tanaman sela sehingga membentuk struktur vegetasi yang beragam dan mendukung diversifikasi fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan menganalisis struktur dan komposisi vegetasi pada sistem agroforestri kopi multistrata yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan Lompobattang di Desa Manimbahoi, Kecamatan Parigi, Kabupaten Gowa. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan

pada enam plot berukuran 20 m × 20 m. Data dikumpulkan melalui identifikasi vegetasi, pengukuran struktur pohon penabung, serta dokumentasi pola tanam dan stratifikasi vertikal vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi membentuk konfigurasi multistrata dengan pola campuran acak yang mengintegrasikan tanaman kopi, pohon penabung, dan tanaman sela dalam satu unit lahan. Lima jenis pohon penabung teridentifikasi, yaitu *Leucaena leucocephala*, *Syzygium aromaticum*, *Toona sureni*, *Persea americana*, dan *Erythrina variegata*, dengan total 22 individu yang tersebar pada enam plot pengamatan. Struktur vertikal vegetasi didominasi oleh Stratum C, sedangkan *E. variegata* mencapai Stratum B dengan tinggi maksimum 29 m. Dua jenis tanaman sela, yaitu *Amorphophallus muelleri* dan *Pennisetum purpureum*, juga ditemukan dalam sistem agroforestri tersebut. Keberadaan tanaman kopi, pohon penabung, dan tanaman sela menunjukkan heterogenitas struktur vegetasi serta diversifikasi komponen penyusun agroforestri. Temuan ini memberikan informasi dasar bagi pengelolaan vegetasi dan pengembangan sistem agroforestri kopi multistrata yang lebih berkelanjutan pada kawasan perhutanan sosial.

KATA KUNCI: agroforestri kopi; pohon penabung; struktur vegetasi; stratifikasi vertikal; perhutanan sosial

PENDAHULUAN

Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan komponen pepohonan dengan tanaman pertanian dan/atau ternak dalam satu unit pengelolaan untuk mempertahankan fungsi produksi sekaligus fungsi ekologis lahan (Latuamury, 2020). Sistem ini berkembang luas di wilayah tropis karena mampu menyediakan berbagai manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial melalui diversifikasi komponen vegetasi dan pemanfaatan ruang secara vertikal maupun horizontal (Raj *et al.*, 2024). Dalam konteks pengelolaan sumber daya alam, agroforestri tidak hanya dipandang sebagai teknik budidaya, tetapi juga sebagai pendekatan pengelolaan bentang lahan yang dapat menjembatani kepentingan produksi dengan konservasi lingkungan (Fikry & Sarjan, 2024).

Agroforestri berbasis kopi merupakan salah satu bentuk pengelolaan lahan yang banyak berkembang di kawasan tropis karena mengombinasikan tanaman kopi dengan berbagai jenis pohon penabung dan tanaman lainnya dalam satu sistem produksi (Hoi *et al.*, 2020). Keberadaan pohon penabung dapat memengaruhi intensitas cahaya, kelembapan tanah, siklus hara, stabilitas mikroiklimat, dan perlindungan permukaan tanah dari proses erosi, sehingga keberadaannya menjadi komponen penting dalam pengelolaan agroekosistem kopi (Jose, 2009; Hairiah *et al.*, 2020; Bote & Struik, 2021). Pada sistem multistrata, perbedaan tinggi dan posisi tajuk antara tanaman kopi, pohon penabung, serta tanaman sela membentuk struktur vegetasi vertikal yang lebih kompleks.

Struktur tersebut berpotensi mendukung konservasi tanah, keanekaragaman hayati, dan penyimpanan karbon dibandingkan sistem budidaya yang lebih sederhana (Mbow *et al.*, 2014; Campera *et al.*, 2022; Zewdie *et al.*, 2022).

Dalam konteks perhutanan sosial, agroforestri semakin penting karena dapat menyediakan ruang bagi masyarakat untuk mengintegrasikan produksi komoditas dengan pemeliharaan fungsi ekologis kawasan. Sistem agroforestri juga berpotensi memperkuat diversifikasi sumber penghidupan dan meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat terhadap perubahan lingkungan dan iklim (Abebaw *et al.*, 2025). Hikmah dkk. (2025) menunjukkan bahwa pengelolaan agroforestri berbasis Kelompok Tani Hutan memiliki peran dalam mendukung keberlanjutan ekologis sekaligus penguatan kelembagaan masyarakat pada kawasan perhutanan sosial di Sulawesi Selatan. Sejalan dengan itu, Ariandi dkk. (2025) menunjukkan bahwa pemilihan pola agroforestri yang sesuai dengan kondisi biofisik lahan dapat membantu mempertahankan keseimbangan antara fungsi produksi dan konservasi pada kawasan yang dikelola masyarakat (Tilden *et al.*, 2024; Pramulya *et al.*, 2025).

Salah satu praktik tersebut dijumpai pada sistem agroforestri kopi yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan Lompobattang di Desa Manimbahoi, Kecamatan Parigi, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Sistem ini mengombinasikan tanaman kopi dengan beberapa jenis pohon penayang, antara lain *Toona sureni*, *Leucaena leucocephala*, *Persea americana*, dan *Erythrina variegata*, serta tanaman sela dalam satu unit pengelolaan. Kombinasi tersebut menghasilkan konfigurasi vegetasi dengan perbedaan komposisi jenis dan posisi vertikal tajuk. Pemilihan jenis tanaman dalam agroforestri pada umumnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi biofisik lahan, tetapi juga oleh pengetahuan lokal, preferensi rumah tangga, fungsi ekonomi tanaman, dan pengalaman pengelolaan masyarakat (Mishra & Mishra, 2017).

Berbagai penelitian mengenai agroforestri kopi telah banyak membahas aspek produktivitas, fungsi ekologis, konservasi tanah, keanekaragaman hayati, dan manfaat ekonomi (Jose, 2009; Mbow *et al.*, 2014). Namun, informasi empiris mengenai komposisi jenis, struktur vertikal vegetasi, stratifikasi tajuk, dan pola penanaman pada sistem agroforestri kopi multistrata yang dikelola pada tingkat Kelompok Tani Hutan masih belum terdokumentasi secara memadai, khususnya dalam konteks pengelolaan perhutanan sosial di Kabupaten Gowa. Informasi tersebut penting karena struktur dan komposisi vegetasi menentukan tingkat kompleksitas sistem agroforestri serta memberikan dasar ekologis bagi evaluasi dan pengembangan praktik pengelolaan lahan yang lebih adaptif dan berkelanjutan (Tesfa *et al.*, 2025; Asanok *et al.*, 2024).

Penelitian ini memberikan kontribusi empiris melalui karakterisasi struktur vegetasi pada agroforestri kopi multistrata yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan Lompobattang, dengan menelaah komposisi vegetasi, pola tanam, keberadaan pohon penayang dan tanaman sela, serta stratifikasi vertikal tajuk. Pendekatan tersebut memberikan informasi dasar mengenai organisasi vegetasi pada sistem agroforestri lokal yang berkembang dalam konteks perhutanan sosial. Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dan komposisi vegetasi pada sistem agroforestri kopi multistrata yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan Lompobattang di Desa Manimbahoi, Kecamatan Parigi, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2026 di lahan agroforestri kopi yang dikelola oleh anggota Kelompok Tani Hutan (KTH) Lompobattang, Desa Manimbahoi, Kecamatan Parigi, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian ditentukan secara purposive berdasarkan keberadaan sistem agroforestri kopi yang mengombinasikan tanaman kopi dengan pohon penayang dan tanaman sela dalam satu unit pengelolaan.

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis observasi lapangan untuk mengkarakterisasi sistem agroforestri kopi multistrata yang dikelola oleh masyarakat. Pengamatan difokuskan pada komposisi jenis vegetasi, konfigurasi pola tanam, keberadaan pohon penayang dan tanaman sela, serta struktur vertikal vegetasi berdasarkan tinggi pohon dan stratifikasi tajuk. Data primer diperoleh melalui identifikasi dan pengukuran vegetasi serta dokumentasi kondisi dan konfigurasi tanaman pada setiap plot pengamatan. Data sekunder berupa dokumen pendukung, literatur ilmiah, dan informasi kelembagaan KTH digunakan sebagai informasi pelengkap dalam mendeskripsikan konteks pengelolaan agroforestri di lokasi penelitian.

Pengamatan Vegetasi

Pengamatan vegetasi dilakukan pada enam plot berukuran 20 m × 20 m yang ditempatkan pada lahan agroforestri kopi yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan (KTH) Lompobattang di Desa Manimbahoi, Kecamatan Parigi, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Pengamatan difokuskan pada komponen vegetasi penyusun sistem agroforestri, meliputi tanaman kopi sebagai tanaman utama, pohon penayang, dan tanaman sela. Pada setiap plot dilakukan identifikasi jenis vegetasi, pencatatan keberadaan dan jumlah individu pohon penayang, serta dokumentasi distribusi dan konfigurasi tanaman untuk menggambarkan pola pencampuran antarkomponen vegetasi dalam sistem agroforestri.

Struktur vertikal vegetasi diamati melalui pengukuran tinggi pohon penayang dan pengelompokan individu berdasarkan kelas stratifikasi tajuk yang digunakan dalam penelitian. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi diferensiasi posisi vertikal pohon penayang serta mengkarakterisasi struktur multistrata pada sistem agroforestri kopi. Selain itu, keberadaan tanaman kopi dan tanaman sela pada setiap plot dicatat untuk menggambarkan komposisi vegetasi dan pemanfaatan ruang tumbuh pada lapisan bawah tegakan.

Dokumentasi lapangan dilakukan untuk merekam kondisi aktual dan konfigurasi vegetasi pada setiap plot pengamatan. Seluruh data hasil pengamatan kemudian ditabulasi berdasarkan jenis tanaman, jumlah individu pohon penayang, distribusi antarplot, kisaran tinggi pohon, dan posisi

komponen vegetasi dalam sistem agroforestri. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menganalisis komposisi vegetasi, pola tanam, serta struktur vertikal agroforestri kopi multistrata KTH Lompobattang.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengkarakterisasi komposisi vegetasi, struktur vertikal tajuk, serta konfigurasi tanaman pada sistem agroforestri kopi multistrata. Komposisi vegetasi dideskripsikan berdasarkan jenis dan jumlah individu pohon penayang serta keberadaan tanaman kopi dan tanaman sela pada plot pengamatan. Struktur vertikal vegetasi dianalisis berdasarkan distribusi tinggi pohon penayang ke dalam kelas stratifikasi tajuk sesuai kriteria yang digunakan dalam penelitian.

Konfigurasi sistem agroforestri dianalisis berdasarkan hasil observasi terhadap pencampuran dan posisi relatif tanaman kopi, pohon penayang, dan tanaman sela pada setiap plot. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan uraian deskriptif untuk menunjukkan karakteristik utama sistem agroforestri kopi multistrata yang dikelola oleh KTH Lompobattang.

Interpretasi mengenai potensi fungsi ekologis komponen penyusun agroforestri dilakukan secara hati-hati dengan merujuk pada karakteristik vegetasi yang teramati dan literatur ilmiah yang relevan, serta tidak diperlakukan sebagai hasil pengukuran langsung apabila parameter ekologis tersebut tidak diukur dalam penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pola Agroforestri Kopi Multistrata

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan (KTH) Lompobattang di Desa Manimbahoi tersusun atas tanaman kopi, pohon penayang, dan tanaman sela yang tumbuh secara bersama dalam satu unit pengelolaan. Kombinasi tersebut membentuk konfigurasi vegetasi multistrata yang ditandai oleh perbedaan jenis, tinggi, dan posisi tajuk antar-komponen vegetasi. Keberadaan tanaman dengan karakter pertumbuhan yang berbeda menunjukkan pemanfaatan ruang tumbuh secara vertikal dan horizontal serta membentuk struktur vegetasi yang lebih heterogen dibandingkan sistem budidaya dengan satu lapisan tajuk.

Secara struktural, pola agroforestri yang diamati dapat dikategorikan sebagai sistem campuran multistrata karena tanaman kopi menempati lapisan vegetasi yang lebih rendah, sedangkan pohon penayang berada pada lapisan tajuk yang lebih tinggi dan tanaman sela mengisi ruang tumbuh di antara komponen utama. Konfigurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem agroforestri di lokasi penelitian tidak hanya tersusun berdasarkan satu jenis tanaman produksi, tetapi memadukan beberapa komponen vegetasi dengan fungsi dan posisi ruang yang berbeda.

Struktur seperti ini menjadi karakter penting agroforestri multistrata karena memungkinkan terjadinya pembagian ruang tumbuh antarkomponen tanaman di dalam satu unit lahan.

Keberadaan pohon penaung merupakan komponen penting dalam pembentukan struktur vertikal sistem agroforestri kopi. Pada lokasi penelitian, pohon penaung membentuk lapisan tajuk di atas tanaman kopi sehingga berpotensi memengaruhi kondisi iklim mikro pada lapisan vegetasi di bawahnya. Dalam sistem agroforestri kopi, pohon penaung diketahui dapat mengurangi paparan radiasi matahari secara langsung, membantu mempertahankan kelembapan tanah, serta memasok bahan organik melalui serasah daun. Jose (2009) menjelaskan bahwa keberadaan komponen pohon dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan fungsi ekologis melalui konservasi tanah, perbaikan siklus hara, dan peningkatan kompleksitas vegetasi. Dengan demikian, keberadaan beberapa jenis pohon penaung pada agroforestri KTH Lompobattang dapat dipandang sebagai komponen struktural yang berpotensi mendukung fungsi ekologis lahan, meskipun parameter iklim mikro dan sifat tanah tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini (Jawo *et al.*, 2024; Muñoz-Villers *et al.*, 2025).

Peranan tajuk penaung juga penting dalam konteks budidaya kopi di wilayah tropis. Bote dan Struik (2021) menunjukkan bahwa tingkat naungan dapat memengaruhi kondisi suhu, radiasi, dan lingkungan tumbuh tanaman kopi. Oleh karena itu, konfigurasi tajuk bertingkat yang ditemukan pada agroforestri KTH Lompobattang menunjukkan adanya karakter struktural yang secara teoritis dapat membantu menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang lebih terlindungi bagi tanaman kopi. Namun, besarnya pengaruh tersebut memerlukan pengukuran iklim mikro secara langsung sehingga pada penelitian ini interpretasi dibatasi pada karakteristik struktur vegetasi yang teramati (Tilden *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, karakteristik utama sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang terletak pada integrasi tanaman kopi, pohon penaung, dan tanaman sela dalam konfigurasi vegetasi bertingkat. Pola tersebut menghasilkan heterogenitas struktur vertikal dan komposisi tanaman yang menjadi ciri penting sistem agroforestri multistrata. Temuan ini menunjukkan bahwa pengelolaan agroforestri di tingkat KTH tidak hanya berorientasi pada keberadaan tanaman kopi sebagai komoditas utama, tetapi juga mempertahankan berbagai komponen vegetasi yang dapat mendukung diversifikasi pemanfaatan lahan dan berpotensi memperkuat fungsi ekologis kawasan perhutanan sosial.

Komposisi Jenis Tanaman

Pohon Penaung

Hasil pengamatan pada enam plot menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang memiliki lima jenis pohon penaung, yaitu lamtoro (*Leucaena leucocephala*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), suren (*Toona sureni*), alpukat (*Persea americana*), dan dadap duri (*Erythrina variegata*). Berdasarkan distribusi antarplot, alpukat memiliki sebaran paling luas karena ditemukan pada lima dari enam plot pengamatan (P1, P2, P3, P4, dan P6), sedangkan suren ditemukan pada

empat plot (P2, P4, P5, dan P6). Suren memiliki jumlah individu tertinggi berdasarkan data pada Tabel 1, diikuti oleh alpukat, yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi pohon penayang pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang

No.	Jenis pohon penayang	Nama ilmiah	Jumlah individu	Plot pengamatan	Potensi peran dalam sistem agroforestri
1	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	5	P1, P3, P6	Pohon penayang leguminosa dan sumber biomassa
2	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	2	P2	Pohon penayang sekaligus tanaman produksi
3	Suren	<i>Toona sureni</i>	8	P2, P4, P5, P6	Pembentuk tajuk penayang dan komponen pohon berkayu
4	Alpukat	<i>Persea americana</i>	6	P1, P2, P3, P4, P6	Pohon penayang sekaligus penghasil buah
5	Dadap duri	<i>Erythrina variegata</i>	5	P1	Pohon penayang leguminosa dan sumber biomassa

Keterangan: data lapangan, 2026. Jumlah individu harus diverifikasi kembali terhadap data primer karena nilai pada tabel saat ini berjumlah 26 individu.

Komposisi tersebut menunjukkan bahwa pohon penayang pada agroforestri kopi KTH Lompobattang tidak tersusun oleh satu jenis, tetapi terdiri atas beberapa spesies dengan karakter pertumbuhan dan potensi pemanfaatan yang berbeda. Suren mempunyai jumlah individu tertinggi, sedangkan alpukat menunjukkan distribusi spasial paling luas berdasarkan jumlah plot tempat spesies tersebut ditemukan. Keberadaan kedua jenis tersebut memperlihatkan bahwa struktur pohon penayang terdiri atas kombinasi pohon berkayu dan tanaman penghasil buah, sehingga sistem agroforestri memiliki komponen yang berpotensi menjalankan fungsi penayangan sekaligus menyediakan produk tambahan (Asanok *et al.*, 2024).

Lamtoro dan dadap duri merupakan komponen pohon leguminosa yang dapat memberikan karakter fungsional berbeda dalam sistem agroforestri. Secara ekologis, pohon leguminosa berpotensi memberikan masukan biomassa melalui serasah dan berkontribusi terhadap dinamika nitrogen tanah melalui kemampuan fiksasi nitrogen. Hairiah *et al.* (2020) menjelaskan bahwa keberadaan pohon leguminosa dalam sistem agroforestri dapat mendukung perbaikan kualitas tanah dan keberlanjutan produktivitas lahan. Namun, karena kandungan nitrogen dan sifat kimia tanah tidak diukur dalam penelitian ini, kontribusi tersebut diposisikan sebagai potensi fungsi ekologis berdasarkan karakteristik jenis, bukan sebagai efek yang terukur secara langsung pada lokasi penelitian.

Tanaman Sela

Selain tanaman kopi dan pohon penayang, dua jenis tanaman sela ditemukan pada sistem agroforestri KTH Lompobattang, yaitu porang (*Amorphophallus muelleri*) dan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Porang ditemukan pada lima dari enam plot pengamatan (P1, P2, P3, P4, dan P6), sedangkan rumput gajah ditemukan pada tiga plot (P4, P5, dan P6). Kedua jenis ditemukan

secara bersamaan pada P4 dan P6. Distribusi ini menunjukkan bahwa ruang bawah tegakan agroforestri dimanfaatkan untuk penanaman komponen vegetasi selain kopi dan pohon penaung.

Tabel 2. Komposisi tanaman sela pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang

No.	Jenis tanaman sela	Nama ilmiah	Plot pengamatan	Potensi pemanfaatan dalam sistem agroforestri
1	Porang	<i>Amorphophallus muelleri</i>	P1, P2, P3, P4, P6	Pemanfaatan ruang bawah tegakan dan komoditas tambahan
2	Rumput gajah	<i>Pennisetum purpureum</i>	P4, P5, P6	Penutup tanah dan sumber pakan ternak

Keterangan: data lapangan, 2026.

Keberadaan porang pada sebagian besar plot menunjukkan pemanfaatan ruang bawah tajuk untuk komponen tanaman tambahan. Karakter pertumbuhan porang yang dapat berkembang pada kondisi ternaungi membuat tanaman ini relevan sebagai salah satu komponen bawah dalam konfigurasi agroforestri multistrata. Sementara itu, rumput gajah menambah keragaman pemanfaatan ruang bawah tegakan dan berpotensi menyediakan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Dengan demikian, keberadaan tanaman sela memperlihatkan bahwa sistem agroforestri yang diamati tidak hanya tersusun atas hubungan kopi-pohon penaung, tetapi juga mencakup komponen bawah tegakan yang memperluas diversifikasi penggunaan lahan.

Secara konseptual, diversifikasi komponen tanaman dalam agroforestri dapat memperluas sumber produksi dan mengurangi ketergantungan rumah tangga terhadap satu komoditas. Mbow *et al.* (2014) menunjukkan bahwa keragaman komponen dalam sistem agroforestri dapat berkontribusi terhadap ketahanan penghidupan masyarakat pedesaan. Dalam konteks penelitian ini, implikasi tersebut harus dipahami sebagai potensi sistem berdasarkan konfigurasi vegetasi yang ditemukan, karena pendapatan dan ketahanan ekonomi rumah tangga tidak dianalisis secara langsung (Chemeda *et al.*, 2024; Lalani *et al.*, 2024).

Tanaman Utama

Tanaman utama pada sistem agroforestri KTH Lompobattang terdiri atas kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea canephora*). Kedua jenis kopi tersebut dibudidayakan bersama pohon penaung dan tanaman sela sehingga membentuk sistem dengan beberapa komponen vegetasi pada posisi vertikal dan fungsi pemanfaatan yang berbeda. Integrasi tersebut menjadi dasar karakterisasi sistem sebagai agroforestri kopi multistrata.

Tabel 3. Komponen vegetasi penyusun sistem agroforestri kopi multistrata KTH Lompobattang

Komponen vegetasi	Jenis tanaman	Posisi/peran dalam konfigurasi agroforestri
Tanaman utama	Kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)	Komoditas kopi utama dalam sistem agroforestri
Tanaman utama	Kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>)	Komoditas kopi utama dalam sistem agroforestri
Pohon penaung	Suren, alpukat, lamtoro, dadap duri, dan cengkeh	Membentuk lapisan tajuk di atas tanaman kopi dan menambah komponen pohon pada sistem

Tanaman sela	Porang dan rumput gajah	Mengisi sebagian ruang bawah tegakan dan mendiversifikasi komponen tanaman
--------------	-------------------------	--

Sumber: data primer setelah diolah, 2026.

Keberadaan dua jenis kopi bersama lima jenis pohon penaung dan dua jenis tanaman sela memperlihatkan heterogenitas komposisi vegetasi pada sistem agroforestri KTH Lompobattang. Kombinasi komponen tersebut menghasilkan struktur pengelolaan yang lebih beragam daripada sistem yang hanya terdiri atas tanaman kopi dan satu jenis penaung. Dalam sistem kopi bernaungan, keberadaan berbagai komponen pohon dapat memengaruhi lingkungan tumbuh dan menyediakan fungsi produksi maupun ekologis yang berbeda (Vaast *et al.*, 2016). Namun, karena penelitian ini tidak menggunakan sistem monokultur sebagai pembanding dan tidak mengukur fungsi ekosistem secara langsung, temuan tersebut terutama menunjukkan karakter komposisi dan kompleksitas struktur vegetasi, bukan bukti langsung mengenai keunggulan ekologis sistem terhadap budidaya monokultur (Wynter *et al.*, 2025; Anhar *et al.*, 2025).

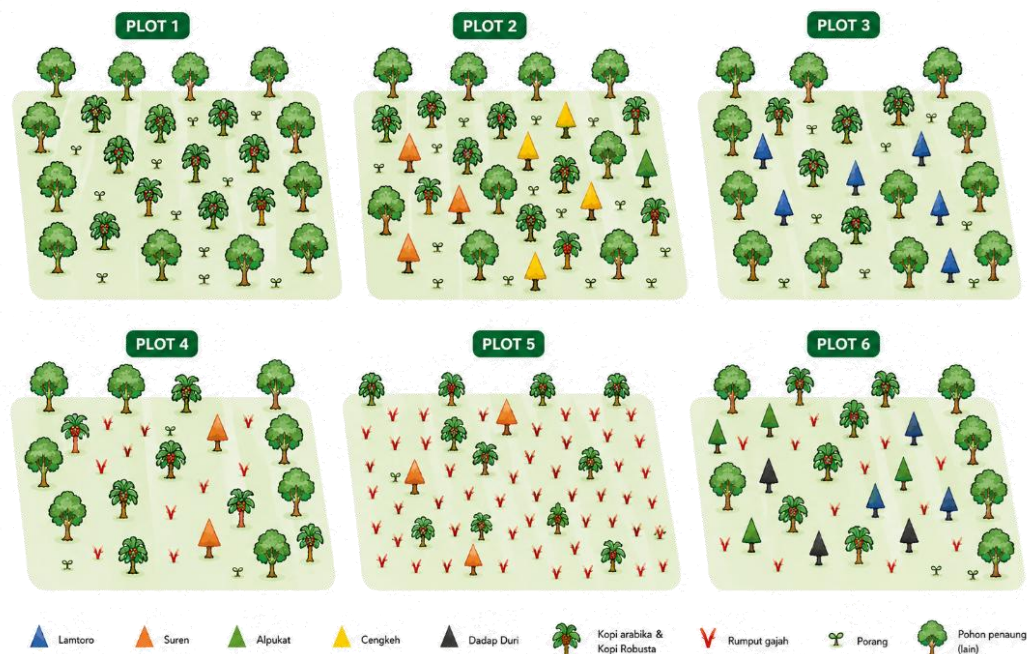
Secara keseluruhan, komposisi tanaman pada agroforestri kopi KTH Lompobattang menunjukkan integrasi antara tanaman produksi utama, pohon penaung, dan tanaman sela dalam satu unit pengelolaan. Heterogenitas tersebut menjadi karakter utama sistem agroforestri multistrata di lokasi penelitian dan memberikan dasar empiris untuk analisis lebih lanjut mengenai stratifikasi vertikal vegetasi serta implikasinya terhadap pengelolaan agroforestri pada kawasan perhutanan sosial..

Pola Tanam

Hasil pengamatan pada enam plot menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang memiliki pola tanam campuran tidak beraturan yang ditandai oleh keberadaan tanaman kopi, beberapa jenis pohon penaung, dan tanaman sela dalam satu unit pengelolaan tanpa susunan barisan yang seragam. Konfigurasi tanaman berbeda antarplot, baik dalam jenis maupun posisi relatif komponen vegetasi, sehingga menunjukkan heterogenitas pola pengelolaan pada tingkat lahan. Tanaman kopi menjadi komponen produksi utama, sedangkan pohon penaung dan tanaman sela menempati posisi yang berbeda di dalam unit agroforestri. Pola tersebut menunjukkan pemanfaatan ruang tumbuh secara horizontal yang beragam, sedangkan karakter multistrata secara vertikal ditunjukkan oleh perbedaan tinggi dan posisi tajuk antarkomponen vegetasi (Tesfa *et al.*, 2025). Representasi konfigurasi tanaman pada enam plot disajikan pada **Gambar 1**.

Perbedaan konfigurasi antarplot menunjukkan bahwa pola agroforestri KTH Lompobattang tidak bersifat homogen. Beberapa plot memiliki kombinasi tanaman kopi dan pohon penaung yang lebih beragam, sedangkan plot lainnya juga mengintegrasikan tanaman sela berupa porang (*Amorphophallus muelleri*) dan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Berdasarkan data komposisi pohon penaung, alpukat (*Persea americana*) mempunyai distribusi antarplot paling luas, sedangkan suren (*Toona sureni*) memiliki jumlah individu tertinggi berdasarkan pencatatan pada plot pengamatan. Keberadaan berbagai jenis pohon tersebut memperlihatkan bahwa lapisan penaung

tidak dibentuk oleh satu spesies, tetapi oleh kombinasi beberapa jenis pohon dengan karakter pertumbuhan dan potensi pemanfaatan yang berbeda.



Gambar 1. Representasi skematik pola tanam pada enam plot sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang.

Sumber: Data primer diolah, 2026.

Secara ekologis, keberadaan pohon penayang dalam konfigurasi tersebut berpotensi memengaruhi kondisi lingkungan tumbuh tanaman kopi melalui modifikasi tutupan tajuk, radiasi matahari, dan masukan serasah. Suren dan alpukat membentuk komponen pohon berkayu pada beberapa plot, sedangkan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan dadap duri (*Erythrina variegata*) merupakan leguminosa yang secara fungsional berpotensi berkontribusi terhadap dinamika nitrogen dan masukan bahan organik melalui biomassa. Namun, karena mikroklimat, sifat tanah, dan laju erosi tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini, fungsi-fungsi tersebut diperlakukan sebagai implikasi ekologis potensial berdasarkan karakteristik vegetasi dan dukungan literatur, bukan sebagai efek yang terukur pada lokasi penelitian. Jose (2009) menunjukkan bahwa integrasi komponen pohon dalam agroforestri dapat mendukung konservasi tanah, siklus hara, dan kompleksitas ekologis, sedangkan Hairiah *et al.* (2020) menekankan potensi pohon leguminosa dalam mendukung kualitas tanah pada sistem agroforestri (Jawo *et al.*, 2024).

Tanaman sela memperkuat heterogenitas konfigurasi sistem. Porang ditemukan pada P1, P2, P3, P4, dan P6, sedangkan rumput gajah ditemukan pada P4, P5, dan P6. Keberadaan kedua jenis tersebut menunjukkan pemanfaatan sebagian ruang bawah tegakan untuk komponen tanaman selain kopi. Dengan demikian, pola tanam yang ditemukan tidak hanya menggambarkan kombinasi antara kopi dan pohon penayang, tetapi juga integrasi tanaman bawah yang memperluas keragaman komponen produksi dalam satu unit lahan.

Kombinasi berbagai komponen vegetasi tersebut secara konseptual dapat meningkatkan diversifikasi pemanfaatan lahan dan mengurangi ketergantungan terhadap satu jenis komoditas. Mbow *et al.* (2014) menjelaskan bahwa diversifikasi tanaman dalam sistem agroforestri berpotensi mendukung ketahanan penghidupan masyarakat pedesaan dan meningkatkan kapasitas sistem dalam menghadapi perubahan lingkungan. Dalam konteks KTH Lompobattang, temuan penelitian ini terutama menunjukkan bahwa heterogenitas konfigurasi tanaman merupakan karakter penting sistem agroforestri kopi multistrata, sementara manfaat ekonomi, produktivitas, iklim mikro, dan fungsi konservasinya memerlukan pengukuran tersendiri untuk dapat dinilai secara kuantitatif (Chemeda *et al.*, 2024; Lalani *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, pola tanam pada enam plot menunjukkan sistem agroforestri kopi dengan konfigurasi campuran tidak beraturan dan komposisi vegetasi yang bervariasi antarplot. Struktur tersebut mengintegrasikan tanaman kopi sebagai komponen utama, pohon penayang sebagai pembentuk lapisan tajuk, serta tanaman sela sebagai komponen bawah tegakan. Temuan ini memperkuat karakterisasi agroforestri KTH Lompobattang sebagai sistem multikomponen dengan heterogenitas horizontal yang jelas dan struktur vertikal yang selanjutnya dapat dievaluasi melalui analisis stratifikasi tajuk.

Struktur Pohon Penayang

Hasil pengamatan pada enam plot menunjukkan adanya variasi tinggi antarpohon penayang yang membentuk diferensiasi vertikal tajuk pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang. Pohon penayang yang tercatat terdiri atas lamtoro (*Leucaena leucocephala*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), suren (*Toona sureni*), alpukat (*Persea americana*), dan dadap duri (*Erythrina variegata*). Berdasarkan pengukuran lapangan, tinggi pohon penayang berada pada kisaran 14–29 m. Variasi tersebut menunjukkan bahwa komponen pohon tidak menempati satu lapisan tajuk yang seragam, tetapi membentuk struktur vertikal yang menjadi salah satu karakter utama sistem agroforestri multistrata (Tesfa *et al.*, 2025; Asanok *et al.*, 2024).

Tabel 4. Kisaran tinggi dan stratifikasi vertikal pohon penayang pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang

No.	Jenis pohon penayang	Nama ilmiah	Kisaran tinggi (m)	Stratum
1	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	15–19	C
2	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i>	18–20	C
3	Suren	<i>Toona sureni</i>	17–21	C
4	Alpukat	<i>Persea americana</i>	14–19	C
5	Dadap duri	<i>Erythrina variegata</i>	29	B

Sumber: Data primer setelah diolah, 2026.

Sebagian besar jenis pohon penayang memiliki tinggi pada rentang yang ditempatkan pada Stratum C berdasarkan klasifikasi stratifikasi yang digunakan dalam penelitian. Lamtoro memiliki kisaran tinggi 15–19 m, cengkeh 18–20 m, dan alpukat 14–19 m. Suren mempunyai kisaran 17–21 m

sehingga klasifikasi individunya perlu disesuaikan secara konsisten dengan batas tinggi setiap strata. Sementara itu, dadap duri tercatat mencapai tinggi 29 m dan ditempatkan pada Stratum B. Posisi vertikal tersebut menunjukkan bahwa *E. variegata* membentuk lapisan tajuk tertinggi di antara jenis pohon penaung yang diamati pada lokasi penelitian.

Perbedaan tinggi antarjenis menunjukkan adanya diferensiasi ruang vertikal dalam sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang. Pohon dengan tinggi yang berbeda membentuk lapisan tajuk pada posisi vertikal yang tidak seragam di atas tanaman kopi. Struktur tersebut memberikan bukti empiris terhadap karakter multistrata sistem agroforestri yang diamati, karena komponen vegetasinya menempati posisi vertikal yang berbeda dalam satu unit pengelolaan. Dengan demikian, kompleksitas sistem tidak hanya ditunjukkan oleh keberagaman jenis tanaman, tetapi juga oleh variasi dimensi vertikal pohon penaung.

Secara ekologis, stratifikasi tajuk seperti yang teramati berpotensi memengaruhi distribusi radiasi matahari, suhu udara di bawah tajuk, kelembapan, serta masukan serasah pada lantai agroforestri. Jose (2009) menjelaskan bahwa keberadaan struktur vegetasi bertingkat pada sistem agroforestri dapat meningkatkan kompleksitas ekologis dan mendukung sejumlah fungsi seperti siklus hara dan perlindungan tanah. Dalam sistem kopi bernaungan, konfigurasi dan karakter tajuk pohon penaung juga dapat memengaruhi lingkungan tumbuh tanaman kopi (Vaast *et al.*, 2016). Meskipun demikian, penelitian ini tidak mengukur intensitas cahaya, suhu, kelembapan, maupun sifat tanah secara langsung sehingga fungsi-fungsi tersebut diperlakukan sebagai implikasi ekologis potensial dari struktur vegetasi yang teramati (Muñoz-Villers *et al.*, 2025).

Temuan mengenai variasi tinggi 14–29 m menunjukkan bahwa sistem agroforestri KTH Lompobattang memiliki heterogenitas struktur vertikal yang nyata pada komponen pohon penaung. Keberadaan pohon pada lapisan tajuk yang berbeda memberikan karakter struktural yang membedakan sistem multistrata dari sistem budidaya dengan satu lapisan tajuk. Dalam konteks pengelolaan agroforestri kopi, struktur tersebut menjadi informasi dasar untuk mengevaluasi pengaturan jenis dan pohon penaung, khususnya terkait kebutuhan naungan tanaman kopi dan pemeliharaan kompleksitas vegetasi pada kawasan perhutanan sosial (Anhar *et al.*, 2025; Flores-Ortiz *et al.*, 2025).

Peran dan Potensi Fungsi Komponen Vegetasi dalam Sistem Agroforestri

Komponen vegetasi pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang menempati posisi dan memiliki potensi peran yang berbeda dalam satu unit pengelolaan. Berdasarkan komposisi dan struktur vegetasi yang teramati, komponen tersebut dapat dikelompokkan menjadi tanaman utama berupa kopi, pohon penaung, dan tanaman sela. Kombinasi ketiga kelompok tersebut membentuk sistem multikomponen yang memungkinkan pemanfaatan ruang pada lapisan vegetasi yang berbeda sekaligus memperluas keragaman produk yang berpotensi diperoleh dari lahan agroforestri. Peran struktural dan potensi fungsi setiap komponen disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Peran struktural dan potensi fungsi komponen vegetasi pada sistem agroforestri kopi KTH Lompobattang

No.	Jenis tanaman	Peran dalam struktur agroforestri	Potensi fungsi/pemanfaatan
1	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Pohon penaung	Leguminosa yang berpotensi menyediakan biomassa dan mendukung dinamika nitrogen tanah
2	Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Pohon penaung sekaligus tanaman produksi	Membentuk tajuk penaung dan menghasilkan produk cengkeh
3	Suren (<i>Toona sureni</i>)	Pohon penaung berkayu	Membentuk lapisan tajuk dan berpotensi memberikan masukan bahan organik melalui serasah
4	Alpukat (<i>Persea americana</i>)	Pohon penaung sekaligus tanaman produksi	Membentuk tajuk penaung dan menghasilkan buah
5	Dadap duri (<i>Erythrina variegata</i>)	Pohon penaung leguminosa	Berpotensi menyediakan biomassa dan mendukung dinamika nitrogen tanah
6	Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i>)	Tanaman sela pada lapisan bawah	Memanfaatkan ruang bawah tegakan dan berpotensi menjadi komoditas tambahan
7	Rumput gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Tanaman sela pada lapisan bawah	Mengisi ruang bawah tegakan dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak
8	Kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)	Tanaman utama	Komoditas produksi kopi dalam sistem agroforestri
9	Kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>)	Tanaman utama	Komoditas produksi kopi dalam sistem agroforestri

Sumber: Data lapangan 2026 dan interpretasi fungsi berdasarkan literatur yang relevan.

Pohon penaung merupakan komponen penting dalam pembentukan struktur vertikal agroforestri KTH Lompobattang. Lamtoro, cengkeh, suren, alpukat, dan dadap duri menempati lapisan tajuk di atas tanaman kopi dengan karakter tinggi yang berbeda. Keberadaan beberapa jenis pohon pada lapisan tersebut meningkatkan heterogenitas struktur vertikal dan secara potensial memengaruhi distribusi cahaya, masukan serasah, serta lingkungan tumbuh pada lapisan di bawah tajuk. Dalam konteks agroforestri, Hairiah *et al.* (2020) menjelaskan bahwa integrasi komponen pohon dapat mendukung fungsi ekologis tanah dan efisiensi penggunaan sumber daya melalui interaksi antarkomponen vegetasi. Namun, karena karakteristik tanah dan iklim mikro tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini, fungsi tersebut dipahami sebagai implikasi potensial dari komposisi dan struktur vegetasi yang ditemukan (Tilden *et al.*, 2024).

Lamtoro dan dadap duri memberikan karakter fungsional khusus karena keduanya merupakan komponen pohon leguminosa. Secara ekologis, kelompok tanaman leguminosa berpotensi mendukung masukan nitrogen dan bahan organik melalui biomassa serta proses biologis yang terkait dengan fiksasi nitrogen. Keberadaan kedua jenis tersebut, dengan demikian, menambah keragaman karakter fungsional pohon penaung. Meskipun demikian, penelitian ini tidak mengukur kandungan nitrogen maupun kesuburan tanah sehingga peningkatan kualitas tanah tidak dapat dinyatakan sebagai efek empiris langsung dari keberadaan kedua jenis tersebut.

Cengkeh dan alpukat menunjukkan karakter multifungsi yang berbeda karena selain menjadi bagian dari lapisan pohon penaung, keduanya juga menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan. Keberadaan jenis semacam ini memperlihatkan bahwa komponen pohon dalam

agroforestri tidak hanya berkontribusi terhadap pembentukan struktur tajuk, tetapi juga berpotensi memperluas diversifikasi produk dari satu unit lahan. Suren, di sisi lain, terutama memberikan kontribusi struktural melalui keberadaannya sebagai pohon berkayu pada lapisan penang. Kombinasi jenis-jenis tersebut menyebabkan lapisan pohon agroforestri tidak bersifat monospesifik, melainkan tersusun oleh tanaman dengan karakter dan potensi pemanfaatan yang berbeda.

Tanaman sela berupa porang dan rumput gajah memperluas pemanfaatan ruang pada lapisan bawah agroforestri. Porang ditemukan pada lima dari enam plot, sedangkan rumput gajah terdapat pada tiga plot. Keberadaan tanaman tersebut menunjukkan bahwa ruang di bawah pohon penang dan di antara tanaman kopi dimanfaatkan untuk komponen produksi tambahan. Porang berpotensi memberikan produk umbi, sedangkan rumput gajah dapat dimanfaatkan sebagai sumber biomassa dan pakan ternak. Dengan demikian, tanaman sela memberikan dimensi tambahan pada konfigurasi agroforestri melalui diversifikasi jenis dan pemanfaatan ruang bawah tegakan.

Kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea canephora*) tetap merupakan tanaman utama yang menentukan orientasi produksi sistem agroforestri KTH Lompobattang. Keberadaan kedua jenis kopi bersama pohon penang dan tanaman sela menunjukkan bahwa pengelolaan lahan tidak dibangun atas satu komponen vegetasi, tetapi melalui integrasi beberapa kelompok tanaman yang menempati posisi struktural berbeda. Pola tersebut menjadi karakter mendasar sistem agroforestri kopi multistrata di lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya diferensiasi peran struktural antara tanaman kopi, pohon penang, dan tanaman sela. Pohon penang terutama membentuk kompleksitas vertikal tajuk, tanaman kopi menjadi komponen produksi utama, sedangkan tanaman sela memperluas pemanfaatan ruang bawah tegakan. Secara konseptual, diversifikasi komponen semacam ini dapat meningkatkan keragaman sumber produksi dan mengurangi ketergantungan pengelolaan terhadap satu komoditas. Mbow *et al.* (2014) menunjukkan bahwa diversifikasi dalam sistem agroforestri berpotensi mendukung ketahanan penghidupan masyarakat dan keberlanjutan sistem produksi. Pada KTH Lompobattang, manfaat sosial-ekonomi dan ekologis tersebut masih perlu diverifikasi melalui pengukuran produktivitas, pendapatan, iklim mikro, tanah, dan indikator fungsi ekosistem secara langsung. Oleh karena itu, kontribusi utama penelitian ini terletak pada identifikasi struktur, komposisi, dan diferensiasi potensi fungsi vegetasi sebagai dasar bagi pengelolaan agroforestri kopi multistrata yang lebih terarah pada kawasan perhutanan sosial (Chemeda *et al.*, 2024; Lalani *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Sistem agroforestri kopi yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan (KTH) Lompobattang di Desa Manimbahoi, Kabupaten Gowa, menunjukkan karakter agroforestri multistrata dengan pola

tanam campuran tidak beraturan yang mengintegrasikan tanaman kopi, pohon penaung, dan tanaman sela dalam satu unit pengelolaan. Komposisi vegetasi terdiri atas kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea canephora*) sebagai tanaman utama; lamtoro (*Leucaena leucocephala*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), suren (*Toona sureni*), alpukat (*Persea americana*), dan dadap duri (*Erythrina variegata*) sebagai pohon penaung; serta porang (*Amorphophallus muelleri*) dan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) sebagai tanaman sela. Variasi tinggi pohon penaung membentuk diferensiasi vertikal tajuk yang menegaskan karakter multistrata sistem agroforestri. Sebagian besar jenis pohon penaung berada pada Stratum C, sedangkan dadap duri menempati lapisan tajuk yang lebih tinggi pada Stratum B. Keberadaan tanaman sela pada beberapa plot juga menunjukkan pemanfaatan ruang bawah tegakan dan diversifikasi komponen tanaman dalam sistem agroforestri. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa agroforestri kopi KTH Lompobattang memiliki heterogenitas komposisi dan struktur vegetasi yang dapat menjadi dasar bagi pengelolaan pohon penaung, tanaman sela, dan stratifikasi tajuk secara lebih terarah. Sistem multikomponen tersebut berpotensi mendukung pengelolaan lahan yang lebih beragam dan berorientasi ekologis pada kawasan perhutanan sosial, meskipun pengaruhnya terhadap mikroklimat, kesuburan tanah, produktivitas, dan fungsi ekosistem lainnya masih memerlukan pengukuran kuantitatif lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebaw, S. E., Yeshiwas, E. M., & Feleke, T. G. 2025. A systematic review on the role of agroforestry practices in climate change mitigation and adaptation. *Climate Resilience and Sustainability*, 4(2), e70018. <https://doi.org/10.1002/cli2.70018>
- Anhar, A., Hayati, D., Muslih, A. M., Siregar, A. W., Jamilah, M., Baihaqi, A., Muzaifa, M., Abubakar, Y., & Hanan, A. 2025. Comparing aboveground carbon stocks in coffee agroforestry and secondary and primary forests in Gayo Highlands, Indonesia. *Frontiers in Forests and Global Change*, 8, 1541302. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2025.1541302>
- Ariandi, R., Akbar, Ichsan, M., Sabri, A., & Mukti, J. 2025. Agroforestry systems based on land suitability in social forestry areas in Barru Regency, South Sulawesi. *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 8(2), 61–76. <https://doi.org/10.32662/gjfr.v8i2.4440>
- Asanok, L., Krueama, K., Pakketanang, J., & Chiangrang, P. 2024. Variation of shade tree composition and carbon stock of smallholder coffee agroforestry systems along an elevation gradient in Khun Mae Kuang Forest area, northern Thailand. *Agroforestry Systems*, 98, 3045–3060. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01073-9>
- Boreux, V., Vaast, P., Madappa, L. P., Cheppudira, K. G., Garcia, C., & Ghazoul, J. 2016. Agroforestry coffee production increased by native shade trees, irrigation, and liming. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 42. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0377-7>
- Bote, A. D., & Struik, P. C. 2021. Effects of shade on coffee production and quality: A review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 295, 108–121.
- BPS Kabupaten Gowa. 2012. Gowa dalam angka 2012. Sungguminasa: Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa.
- Campera, M., Budiadi, B., Bušina, T., Fathoni, B. H., Dermody, J., Nijman, V., Imron, M. A., & Nekaris, K. A. I. 2022. Abundance and richness of invertebrates in shade-grown versus sun-exposed coffee home gardens in Indonesia. *Agroforestry Systems*, 96, 829–841. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00744-9>

- Chemeda, B. A., Wakjira, F. S., & Birhane, E. 2024. The role of coffee-based agroforestry in improving food security through dietary diversification. *Discover Agriculture*, 2, 131. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00148-6>
- Fikry, M. Y., & Sarjan, M. 2024. Peran agroforestri dalam mendukung pengelolaan sumberdaya alam berkelanjutan. *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya*, 4(1), 16–22. <https://doi.org/10.58218/lambda.v4i1.846>
- Flores-Ortiz, C. M., Davila, P., Rodríguez-Arevalo, I., Manson, R. H., Toledo-Garibaldi, M., Cabrera-Santos, D., Salguero, M. A., Vázquez, F. G., Cobos-Silva, J., Gianella, M., Bell, E., Way, M., Mattana, E., & Ulian, T. 2025. Prioritisation of native trees for enhancing carbon sequestration in shade-grown coffee plantations in the State of Veracruz (México): linking conservation and ecological traits to community needs. *Agroforestry Systems*, 99, 55. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01155-2>
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. 2020. Agroforestri dan peranannya dalam mempertahankan fungsi hidrologi dan kesuburan tanah. Bogor: World Agroforestry (ICRAF).
- Hikmah, Ariandi, R., & Haris, K. 2025. Agroforestry sustainability strategies in the social forestry region of Barru District, Indonesia: Using the RAPFISH-AHP approach. *Forestry Ideas*, 31(2), 148–164.
- Hoi, P. V., Nguyen, M. D., & Tran, V. D. 2020. Assessment of coffee-based agroforestry system performance by provinces in the Central Highlands of Vietnam. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 293–302. <https://doi.org/10.21608/AJS.2020.32755.1221>
- Indriyanto. 2006. Ekologi hutan. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Jawo, T. O., Negash, M., Teutscheroová, N., & Lojka, B. 2024. Perennial species diversity, ecosystem carbon stocks and carbon income in coffee-based agroforestry systems along an elevation gradient in South-eastern Ethiopia. *Geoderma Regional*, 39, e00861. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2024.e00861>
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- Lalani, B., Lanza, G., Leiva, B., Mercado, L., & Haggar, J. 2024. Shade versus intensification: Trade-off or synergy for profitability in coffee agroforestry systems? *Agricultural Systems*, 214, 103814. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103814>
- Mbow, C., Van Noordwijk, M., Luedeling, E., Neufeldt, H., Minang, P. A., & Kowero, G. 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.014>
- Muñoz-Villers, L. E., Holwerda, F., Alvarado-Barrientos, M. S., Geris, J., & Dawson, T. E. 2025. Examining the complementarity in belowground water use between different varieties and ages of Arabica coffee plants and dominant shade tree species in an organic agroecosystem. *Agricultural Water Management*, 307, 109248. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109248>
- Pemerintah Desa Manimbahoi. n.d. Profil Desa Manimbahoi. Available at: <https://www.desamanimbahoi.org/profil.php> (accessed 3 September 2026)..
- Pramulya, R., Dahlan, D., Asy'Ari, R., Gustawan, A. H., Dzulfigar, A., Novita, E., Sutrisno, A., & Rahmah, D. M. 2025. Assessment of Gayo agroforestry coffee characteristics and carbon stock potential in Mumuger social forestry area, Central Aceh Regency. *Trees, Forests and People*, 20, 100818. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100818>
- Raj, A., Jhariya, M. K., Banerjee, A., Meena, R. S., Kumar, S., Devi, A., & Poonam. 2024. Agroforestry and ecosystem services. In *Agroforestry for Carbon and Ecosystem Management*, 205–221. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95393-1.00027-0>
- Russo, O. R. 2023. Agroforestry: An approach for sustainability and climate mitigation. In *Environmental Sciences*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105406>
- Tack, A. J. M., Burger, H. F., Wood, H., Zewdie, B., Shimales, T., Ayalew, B., Mendesil, E., & Hylander, K. 2025. Bird and bat diversity, herbivory and trade-offs with yield in coffee agroforests in Arabica coffee's native range. *Basic and Applied Ecology*, 89, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2025.09.003>
- Tesfa, E., Gudescho, G., Wubie, M., & Awoke, A. 2025. Shade tree diversity, structure, and regeneration dynamics in the Sheko semi-forest coffee agro ecosystem, southwest Ethiopia. *BMC Ecology and Evolution*, 25, 132. <https://doi.org/10.1186/s12862-025-02470-z>

- Tilden, G. M., Aranka, J. N., & Curry, G. N. 2024. Ecosystem services in coffee agroforestry: Their potential to improve labour efficiency amongst smallholder coffee producers. *Agroforestry Systems*, 98, 383–400. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00917-0>
- Wynter, V., Milner-Gulland, E. J., & Poore, J. 2025. A global comparison of the biodiversity impacts of coffee agricultural systems – from monoculture to diverse agroforestry. *Agricultural Systems*, 229, 104449. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104449>
- Zewdie, B., Tack, A. J. M., Ayalew, B., Wondafrash, M., Nemomissa, S., & Hylander, K. 2022. Plant biodiversity declines with increasing coffee yield in Ethiopia's coffee agroforests. *Journal of Applied Ecology*, 59(5), 1198–1208. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14130>