

ANALISIS MODEL AGROFORESTRI DAN KERAGAMAN POHON PENAUANG PADA SISTEM BUDIDAYA KOPI DI DESA KAHAYYA, KECAMATAN KINDANG, KABUPATEN BULUKUMBA

Anugrah Halim¹ , Hikmah Hikmah¹ , M Daud¹ , Jauhar Mukti¹ , Irma Sribianti¹ 
Hajawa¹ , Samsul Samrin¹ 

AFILIATIONS

1. Program Studi Kehutanan,
Universitas Muhammadiyah
Makassar

Correspondence:
muhdaud@unismuh.ac.id

RECEIVED 2025/03/03

ACCEPTED 2025/06/01



2025 by **FORCES**

ABSTRACT

Pengembangan budidaya kopi yang berkelanjutan memerlukan penerapan sistem agroforestri yang tepat, khususnya dalam pemilihan pola tanam dan jenis pohon penauang. Desa Kahayya, sebagai salah satu sentra produksi kopi di Kabupaten Bulukumba, memiliki potensi besar untuk pengembangan agroforestri, namun kajian ilmiah terkait pola tanam dan keragaman pohon penauang masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola agroforestri, jenis pohon penauang, dan jarak tanam kopi di Desa Kahayya, Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba. Pengumpulan data dilakukan dengan metode purposive sampling terhadap 10 petani kopi sebagai responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri yang diterapkan termasuk tipe agrosilvikultur dengan dua model pola tanam, yaitu pola campuran acak (random mixture) dan pola pohon di sepanjang batas lahan (trees along border). Jenis tanaman penauang utama yang ditemukan meliputi sengon (*Falcataria moluccana*), gamal (*Gliricidia sepium*), suren (*Toona sureni*), dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*), disertai jenis lain seperti nangka, cengkeh, dan pisang. Tingkat keragaman jenis tanaman penauang tergolong rendah hingga sedang, yang menunjukkan perlunya diversifikasi jenis untuk mendukung keberlanjutan sistem agroforestri kopi di wilayah ini.

KEYWORDS

Agroforestri, Kopi, Pohon Penauang, Pola Tanam, Desa Kahayya.

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berperan penting dalam meningkatkan pendapatan petani dan devisa negara. Indonesia tercatat sebagai produsen kopi terbesar keempat di dunia dengan dua jenis utama yang dibudidayakan, yaitu kopi arabika (*Coffea*

arabica L.) dan kopi robusta (*Coffea canephora*). Kopi arabika memiliki kualitas cita rasa yang lebih baik dibanding robusta dan umumnya dibudidayakan di wilayah dataran tinggi dengan kondisi iklim sejuk serta membutuhkan pohon penaung untuk mendukung pertumbuhan optimal (Rahardjo, 2012; Nugroho et al., 2019).

Desa Kahayya, Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba merupakan salah satu sentra produksi kopi arabika di Sulawesi Selatan. Daerah ini memiliki kondisi agroklimat yang sesuai dengan kebutuhan tumbuh kopi, yaitu ketinggian lebih dari 1.000 mdpl, curah hujan tinggi, serta suhu udara relatif sejuk. Kopi dari Kahayya dikenal memiliki cita rasa khas dan telah menjadi komoditas unggulan daerah. Namun, pengelolaan budidaya kopi di wilayah ini sebagian besar masih dilakukan secara tradisional dengan sistem agroforestri yang memanfaatkan pohon penaung.

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman perkebunan, tanaman kehutanan, dan tanaman pangan dalam suatu unit pengelolaan (Nair, 1993). Dalam budidaya kopi, keberadaan pohon penaung berfungsi menjaga keseimbangan mikroklimat, mengurangi erosi tanah, memperbaiki kesuburan melalui serasah, serta meningkatkan keanekaragaman hayati (Muschler, 2001). Selain itu, pohon penaung juga dapat memberikan manfaat ekonomi tambahan melalui hasil buah, kayu, maupun produk non-kayu lainnya. Meskipun manfaatnya besar, penerapan agroforestri kopi perlu dikelola dengan baik, khususnya dalam pemilihan jenis pohon penaung, pola tanam, dan kerapatan tegakan. Pemilihan jenis yang tidak sesuai atau penataan yang kurang tepat dapat menurunkan produktivitas kopi, baik karena kompetisi unsur hara maupun intensitas cahaya yang tidak optimal. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi jenis pohon penaung dan pola tanam berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil kopi (Perfecto et al., 2005; Vaast et al., 2006). Namun, kajian serupa di tingkat lokal, khususnya di Desa Kahayya, masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk: (1) mengidentifikasi model agroforestri yang diterapkan petani kopi di Desa Kahayya, (2) mendeskripsikan jenis-jenis pohon penaung yang digunakan, serta (3) menganalisis tingkat keragaman pohon penaung dalam sistem budidaya kopi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem agroforestri kopi yang lebih berkelanjutan, produktif, dan adaptif terhadap kondisi lokal.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, mulai Juli hingga Agustus 2023, berlokasi di Desa Kahayya, Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Desa Kahayya dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu sentra produksi kopi arabika dan mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani kopi.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Aplikasi SW Maps untuk pengambilan data spasial dan gambar tanaman penabung pada lahan responden.
- b. Aplikasi Open Camera untuk dokumentasi sekaligus pencatatan titik koordinat lahan sebagai bukti pengambilan data.
- c. Aplikasi Fields Area Measure untuk mengukur luas lahan agroforestri.
- d. Alat tulis menulis untuk pencatatan data lapangan.

Bahan penelitian berupa kuesioner yang digunakan sebagai panduan wawancara dengan responden.

Populasi dan Sampel Penelitian

Secara administratif, Desa Kahayya berada dalam wilayah Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba dengan jumlah penduduk sekitar 1.254 jiwa (Pemerintah Desa Kahayya, 2022). Mayoritas penduduk bekerja sebagai petani kopi. Sampel penelitian ditentukan secara purposive sampling, yaitu 10 petani kopi yang dipilih berdasarkan kepemilikan lahan kopi dengan sistem agroforestri.

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan terdiri atas:

1. Data primer, diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung dengan responden menggunakan kuesioner. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik responden, jenis dan jumlah pohon penabung, pola agroforestri, serta jarak tanam kopi.
2. Data sekunder, diperoleh dari dokumen resmi pemerintah desa, literatur, dan sumber lain yang relevan dengan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi, yaitu pengamatan langsung di lapangan untuk mengidentifikasi pola agroforestri, jenis tanaman penabung, dan jarak tanam kopi.
2. Kuesioner dan wawancara terbuka, berupa pertanyaan terstruktur untuk menggali informasi mengenai:
 - a. Identitas responden (umur, tingkat pendidikan, luas lahan, dan pekerjaan utama).
 - b. Jenis dan jumlah tanaman penabung pada lahan agroforestri, termasuk pemanfaatannya (hasil kayu maupun hasil hutan bukan kayu/HHBK).
 - c. Pola agroforestri yang diterapkan.
3. Studi pustaka/dokumentasi, berupa pengumpulan data sekunder dan dokumentasi foto lahan serta jenis tanaman penabung.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis dilakukan melalui beberapa langkah:

1. Identifikasi pola agroforestri berdasarkan pengamatan lapangan dan wawancara dengan petani. Pola tanam kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori umum seperti campuran acak (random mixture) atau pohon di sepanjang batas lahan (trees along border).
2. Keragaman jenis pohon penayang dianalisis menggunakan Indeks Keragaman Shannon-Wiener (H') dengan rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left\{ \left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right\}$$

Keterangan:

H' : Tingkat keanekaragaman jenis

n_i : Jumlah individu jenis i dalam plot

n : Jumlah total individu

n : Individu dalam plot

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Pemanfaatan petani kopi pada kawasan hutan di Desa Kahayya Kecamatan Kindang Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan. Berbagai karakteristik petani seperti latar belakang pendidikan, umur, pekerjaan dan luas lahan

Tabel 1 Karakteristik Responden

| No | Responden | Pendidikan | Umur (Tahun) | Pekerjaan | Luas Lahan AF (Ha) |
|----|-----------|------------|--------------|-----------|--------------------|
| 1 | R1 | SD | 65 | Petani | 0,184 |
| 2 | R2 | SMA | 34 | Petani | 0,015 |
| 3 | R3 | SMA | 37 | Petani | 0,028 |
| 4 | R4 | SMA | 45 | Petani | 0,015 |
| 5 | R5 | SMP | 44 | Petani | 0,61 |
| 6 | R6 | SMA | 43 | Petani | 0,48 |
| 7 | R7 | SD | 60 | Petani | 0,74 |
| 8 | R8 | SD | 48 | Petani | 0,11 |
| 9 | R9 | SMA | 42 | Petani | 0,23 |
| 10 | R10 | SMA | 41 | Petani | 0,25 |

Sumber: Data Primer setelah Diolah 2025

Tabel 1 menunjukkan bahwa peta kawasan kopi di Desa Kahayya Kecamatan Kindang Kabupaten Bulukumba mayoritas pendidikan sekolah atas disusul pendidikan sekolah dasar lalu sekolah menengah pertama. Menurut manyamsari dan mujiburrahmad (2014) pendidikan sangat menentukan tingkat kompetensi petani dalam kegiatan pertanian. Umur petani kopi di Desa Kahayyya bervariasi mulai dari 30 tahun hingga 60 tahun, di mana golongan usia petani yang terbanyak adalah 44-50 tahun.

Tabel 2 Model dan Jenis Tanaman Agroforestri di Desa Kahayya

| NO | Jenis Pohon Penaung | Jumlah pohon penaung | Indeks Keanekaragaman (H) | Keterangan |
|----|---|----------------------|---------------------------|------------|
| 1 | Lamtoro, Mangga, Gamal, Suren, Sengon, Nangka | 60 | 1.55 | Sedang |
| 2 | Lantoro, Suren, Cengkeh | 8 | 0.98 | Rendah |
| 3 | Nangka, Sengon, Lamtoro, Suren, Gamal | 15 | 1.51 | Sedang |
| 4 | Pisang, Sengon, Lamtoro, Suren | 14 | 1.34 | Sedang |
| 5 | Gamal, Suren, Sengon, Lantoro | 16 | 1.34 | Sedang |
| 6 | Lamtoro, Sengon, Cengkeh | 9 | 0.94 | Rendah |
| 7 | Nangka, Lamtoro, Sengon | 12 | 0.92 | Rendah |
| 8 | Pisang, Suren, Lamtoro | 8 | 0.97 | Rendah |
| 9 | Lamtoro, Gamal, Sengon, Suren | 8 | 1.07 | Sedang |
| 10 | Pisang, Gamal, Sengon, Lamtoro, Suren, Nangka | 12 | 1.56 | Sedang |

Sumber: Data Primer setelah Diolah 2025

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 10 responden di Desa Kahayya, diperoleh data mengenai jenis pohon penaung, jumlah pohon penaung, serta nilai indeks keanekaragaman (H). Nilai indeks keanekaragaman dihitung menggunakan indeks Shannon-Wiener, yang kemudian dikategorikan dalam tingkat rendah ($H < 1$), sedang ($1 \leq H \leq 2$), dan tinggi ($H > 2$).

Secara umum, nilai indeks keanekaragaman pohon penaung pada lahan kopi responden berkisar antara 0,92 hingga 1,56, yang berarti berada pada kategori rendah hingga sedang. Tidak ditemukan lahan dengan nilai indeks keanekaragaman tinggi, yang menunjukkan bahwa keragaman jenis pohon penaung di Desa Kahayya masih terbatas.

Responden pertama memiliki jumlah pohon penaung terbanyak, yaitu 60 pohon dengan enam jenis pohon (lamtoro, mangga, gamal, suren, sengon, dan nangka). Nilai indeks keanekaragaman sebesar 1,55 termasuk kategori sedang, menunjukkan distribusi jenis yang relatif merata meskipun jumlahnya besar. Responden kesepuluh juga memiliki keanekaragaman sedang ($H = 1,56$) dengan enam jenis pohon, namun jumlah pohonnya lebih sedikit (12 pohon). Hal ini memperlihatkan bahwa keanekaragaman jenis tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah total pohon, melainkan juga oleh distribusi relatif antar jenis pohon.

Sebaliknya, responden kedua, keenam, ketujuh, dan kedelapan memiliki nilai indeks keanekaragaman rendah ($H < 1$). Hal ini disebabkan oleh sedikitnya jumlah jenis pohon penaung yang digunakan, umumnya hanya 2–3 jenis dengan dominasi tertentu, misalnya sengon atau lamtoro. Kondisi ini menunjukkan adanya pola pengelolaan agroforestri yang cenderung homogen, sehingga berpotensi mengurangi manfaat ekologi yang diperoleh dari keragaman pohon penaung.

Responden ketiga, keempat, kelima, dan kesembilan menunjukkan nilai indeks keanekaragaman sedang ($H = 1,07-1,51$). Hal ini mengindikasikan adanya kombinasi beberapa jenis pohon penaung dengan distribusi yang cukup seimbang. Pada lahan-lahan dengan indeks sedang, biasanya petani memadukan pohon penaung utama seperti sengon, lamtoro, suren, dan gamal dengan tambahan tanaman lain seperti pisang atau nangka.

Secara keseluruhan, pola ini memperlihatkan bahwa petani kopi di Desa Kahayya masih mengandalkan jenis-jenis pohon penaung yang umum dijumpai dan mudah dibudidayakan, dengan dominasi sengon, suren, gamal, dan lamtoro. Kehadiran tanaman buah seperti nangka, mangga, dan pisang, meskipun jumlahnya lebih sedikit, menunjukkan adanya usaha diversifikasi untuk memperoleh manfaat ekonomi tambahan. Namun, rendahnya tingkat keragaman jenis pada sebagian besar responden berimplikasi pada terbatasnya fungsi ekologi, misalnya dalam hal penyediaan serasah organik yang bervariasi, perlindungan mikroklimat, dan peningkatan biodiversitas lahan.

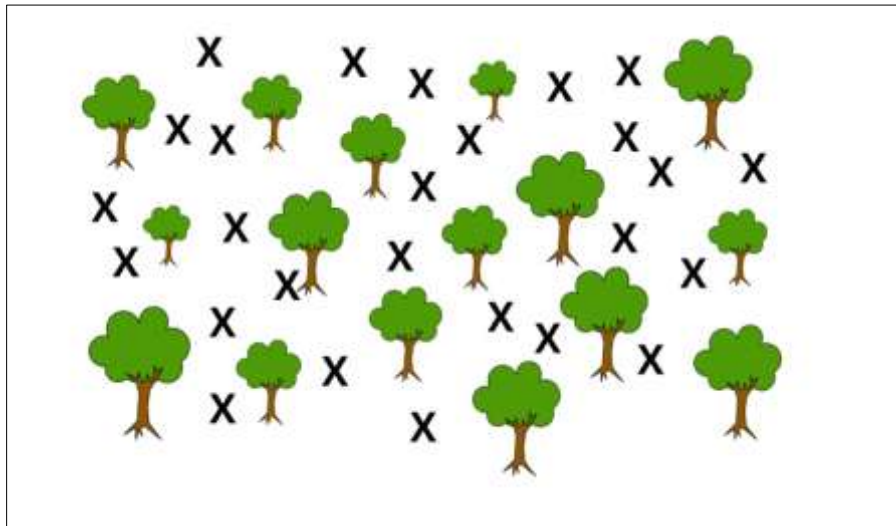
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa agroforestri kopi di Desa Kahayya memiliki potensi pengembangan yang lebih besar apabila diversifikasi jenis pohon penaung ditingkatkan, baik melalui penanaman pohon buah bernilai ekonomi maupun spesies lokal yang ramah terhadap kopi. Upaya ini penting untuk meningkatkan manfaat ekologi sekaligus menambah sumber pendapatan petani.

Model dan Jenis Tanaman Agroforestri

Petani kopi di Desa Kahayya menerapkan agroforestry sistem agrosilvikultur. model tanam agroforestry di Desa Kahayya juga ditemukan 2 model tanam agroforestry yaitu model campuran acak (*random mixture*) yang petani terapkan, dan 1 model pohon sepanjang perbatasan (*trees along border*) yang petani terapkan.

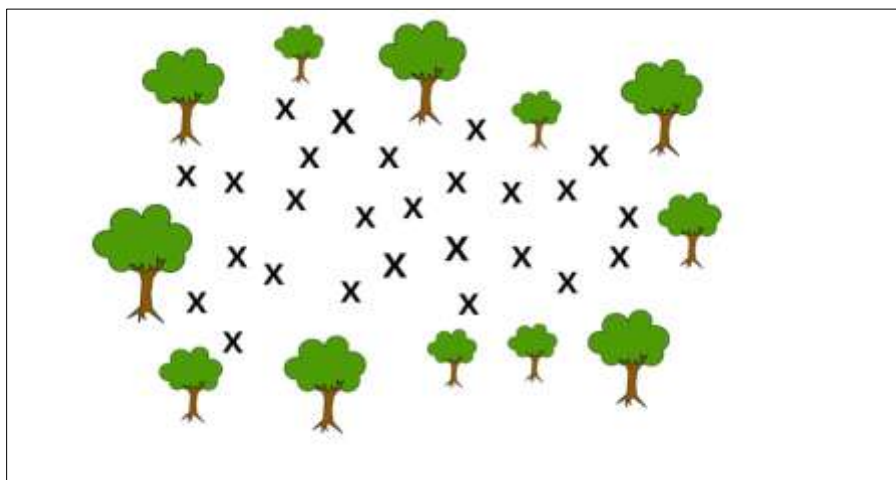
Berdasarkan hasil penelitian Tabel 2 Menunjukkan bahwa ada 10 orang yang menerapkan Agrosilvikultur di Desa Kahayya, Agrosilvikultur merupakan system agroforestry yang mengombinasikan antara tanaman kehutanan (tanaman berkayu) dengan komponen tanaman pertanian (Sahit, 2021). Dari 10 responden yang menjadi sampel penelitian, sebagian besar petani (9 orang) menerapkan pola campuran acak (*random mixture*), sedangkan 1 orang petani menerapkan pola pohon sepanjang perbatasan (*trees along border*). Pola campuran acak dicirikan oleh penanaman kopi bersama dengan berbagai jenis tanaman penaung dan tanaman lain yang tersebar secara tidak teratur di seluruh lahan. Sementara itu, pola pohon sepanjang perbatasan ditandai dengan penempatan pohon penaung di sekeliling tepi lahan, sedangkan bagian tengah lebih didominasi oleh tanaman kopi.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman pada R1 sebesar 1.55, R2 sebesar 0.98, R3 sebesar 1.51, R4 sebesar 1.34, R5 sebesar 1.34, R6 sebesar 0.94, R7 sebesar 0.92, R8 sebesar 0.97, R9 sebesar 1.07, R10 sebesar 1.56, menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis pohon penayang yang sedang di Desa Kahaya. Secara umum, nilai indeks ini memberikan gambaran bahwa komunitas pohon penayang di lokasi penelitian memiliki keragaman jenis yang moderat. Kehadiran beberapa jenis pohon dengan proporsi yang berbeda memberikan kontribusi terhadap nilai keanekaragaman ini.



Gambar 1. Pola Agroforestry *Random Mixture*

Dominasi penerapan pola campuran acak (*random mixture*) oleh mayoritas petani di Desa Kahaya menunjukkan adanya kecenderungan sistem agroforestri tradisional. Pola ini umumnya terbentuk secara alami dan diwariskan secara turun-temurun, tanpa perencanaan spasial yang ketat (Nair, 1993; Rahardjo, 2012). Petani cenderung menanam kopi bersama dengan tanaman penayang yang tersedia di sekitar lahan, baik berupa pohon kayu, tanaman buah, maupun tanaman tahunan lain. Pola ini memberikan keragaman vegetasi yang lebih tinggi karena tidak ada batasan terhadap jenis tanaman yang digunakan.



Gambar 2. Menerapkan Pola Model (*Random Mixur*)

Keberagaman vegetasi pada pola *random mixture* berpotensi meningkatkan stabilitas ekosistem dan mendukung keberlanjutan budidaya kopi. Vegetasi yang beragam dapat menyediakan serasah organik yang lebih bervariasi, memperkaya kesuburan tanah, serta memberikan perlindungan iklim mikro yang lebih baik (Muschler, 2001; Vaast et al., 2006). Selain itu, keragaman jenis pohon penayang juga menyediakan manfaat ekonomi tambahan bagi petani, misalnya dari hasil buah atau kayu (Perfecto et al., 2005). Namun demikian, pola campuran acak sering kali tidak memperhatikan kerapatan pohon penayang. Hal ini dapat menimbulkan masalah berupa persaingan cahaya dan unsur hara antara kopi dengan pohon penayang jika kerapatannya terlalu tinggi (Nugroho et al., 2019).

Sebaliknya, pola pohon sepanjang perbatasan (*trees along border*) yang hanya diterapkan oleh satu responden mencerminkan bentuk pengelolaan lahan yang lebih teratur. Pola ini memberikan ruang lebih luas bagi tanaman kopi di bagian tengah lahan, sehingga intensitas cahaya yang diterima kopi relatif lebih tinggi dibanding pola *random mixture*. Keunggulan pola ini adalah kemudahan dalam pengelolaan lahan, terutama saat pemeliharaan tanaman, pemanenan kopi, serta pengendalian gulma (Gobbi, 2000). Namun, pola ini cenderung menghasilkan keragaman jenis pohon penayang yang lebih rendah karena pohon hanya ditanam di tepi lahan. Hal tersebut dapat membatasi manfaat ekologi, misalnya dalam hal penyediaan serasah organik dan perlindungan iklim mikro (Beer et al., 1998).

Perbedaan pola tanam ini menunjukkan adanya variasi preferensi petani dalam mengelola sistem agroforestri kopi. Petani yang memilih pola *random mixture* umumnya mengutamakan diversifikasi hasil dan pemanfaatan lahan secara maksimal. Sementara itu, petani yang menggunakan pola *trees along border* lebih menekankan pada kemudahan pengelolaan dan aksesibilitas lahan (Moguel and Toledo, 1999).

Secara umum, pola *random mixture* memiliki keunggulan dalam aspek ekologi dan diversifikasi hasil, sementara pola *trees along border* lebih unggul dalam aspek teknis pengelolaan. Oleh karena itu, pengembangan agroforestri kopi di Desa Kahayya perlu mempertimbangkan kombinasi kedua pola ini dengan tetap memperhatikan keseimbangan antara produktivitas kopi, manfaat pohon penayang, dan keberlanjutan ekosistem.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri yang diterapkan oleh petani kopi di Desa Kahayya termasuk tipe agrosilvikultur, yaitu penggabungan antara tanaman kopi dengan pohon penayang dan tanaman tahunan lainnya. Terdapat dua model pola tanam yang ditemukan, yaitu pola campuran acak (*random mixture*) yang diterapkan oleh sembilan responden, serta pola pohon sepanjang perbatasan (*trees along border*) yang hanya diterapkan oleh satu responden. Jenis pohon penayang utama yang dijumpai meliputi sengon (*Falcataria moluccana*), gamal (*Gliricidia sepium*), suren (*Toona sureni*), dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*), disertai jenis lain seperti

angka, cengkeh, dan pisang. Tingkat keragaman pohon penaung tergolong rendah hingga sedang. Secara umum, pola random mixture memberikan keragaman vegetasi lebih tinggi dan manfaat ekologi yang lebih besar, meskipun berpotensi menimbulkan persaingan cahaya dan hara, sedangkan pola trees along border lebih memudahkan pengelolaan lahan, tetapi memiliki keragaman jenis pohon penaung yang lebih rendah.

Saran

Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar pengelolaan agroforestri kopi di Desa Kahayya dilakukan dengan mengoptimalkan kombinasi antara pola random mixture dan trees along border sehingga keseimbangan antara produktivitas kopi, keberlanjutan ekologi, dan kemudahan pengelolaan dapat tercapai. Diversifikasi pohon penaung juga perlu ditingkatkan, khususnya dengan penanaman jenis bernilai ekonomi seperti buah atau kayu yang ramah terhadap kopi, guna meningkatkan pendapatan petani sekaligus menjaga kelestarian ekosistem. Selain itu, pengaturan kepadatan pohon penaung harus diperhatikan agar tanaman kopi tetap memperoleh cahaya optimal namun terlindungi dari suhu ekstrem. Pemerintah daerah dan penyuluh pertanian diharapkan memberikan pendampingan teknis terkait praktik agroforestri berkelanjutan, termasuk dalam hal pemilihan jenis pohon penaung dan pengaturan jarak tanam. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengkaji pengaruh pola agroforestri terhadap produktivitas, kualitas biji kopi, dan kontribusi ekonomi, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih aplikatif bagi pengembangan sistem agroforestri kopi di wilayah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Beer, J., Muschler, R., Kass, D. and Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, 38(1-3), pp.139–164. <https://doi.org/10.1023/A:1005956528316>
- Gobbi, J.A. 2000. Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological Economics*, 33(2), pp.267–281. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00147-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00147-0)
- Moguel, P. and Toledo, V.M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1), pp.11–21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Muschler, R.G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51(2), pp.131–139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>
- Muschler, R.G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51(2), pp.131–139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>
- Nair, P.K.R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Nair, P.K.R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Nugroho, P.A., Yuliana, Y. and Sudrajat, D.J. 2019. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan dan produksi kopi arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 6(3), pp.109–118. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v6n3.2019>
- Nugroho, P.A., Yuliana, Y. and Sudrajat, D.J. 2019. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan dan produksi kopi arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 6(3), pp.109–118. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v6n3.2019>
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A. and Soto-Pinto, L. 2005. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics*, 54(4), pp.435–446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.009>
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A. and Soto-Pinto, L. 2005. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics*, 54(4), pp.435–446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.009>
- Rahardjo, P. 2012. *Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahardjo, P. 2012. *Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.J., Guyot, B. and Genard, M. 2006. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), pp.197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.J., Guyot, B. and Genard, M. 2006. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), pp.197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>