




# PERSENTASE TUTUPAN TAJUK POHON PENAUNG PADA LAHAN AGROFORESTRY KOPI TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN KOPI DI DESA PACCEKKE

Hajawa<sup>1</sup> , Rosmimi<sup>1</sup> , Jauhar Mukti<sup>1</sup> 

## AFILIATIONS

1. Program Studi Kehutanan,  
Universitas Muhammadiyah  
Makassar

Correspondence:  
hajawa@unismuh.ac.id

RECEIVED 2025/03/19  
ACCEPTED 2025/06/11



## ABSTRACT

Budidaya kopi berkelanjutan dengan sistem agroforestry, sangat perlu memperhatikan faktor dari pohon penaungnya. Produktivitas dari kopi dapat dipengaruhi oleh penaungnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase tutupan tajuk pohon penaung terhadap produktivitas tanaman kopi pada lahan agroforestry di Desa Paccekke, Kecamatan Soppeng Riaja, Kabupaten Barru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan pengambilan data di lapangan menggunakan foto hemisfer untuk mengukur intensitas cahaya dan menghitung persentase tutupan tajuk menggunakan perangkat lunak Image-J. Tutupan tajuk diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu jarang (<30%), sedang (30–70%), dan rapat (>70%). Produktivitas tanaman kopi diukur berdasarkan hasil panen per pohon di masing-masing plot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 10 plot yang diamati, terdapat 2 plot dengan tutupan tajuk jarang, 4 plot sedang, dan 4 plot rapat. Plot dengan tutupan tajuk sedang menunjukkan produktivitas tertinggi, di mana Plot 4 (66,07%) menghasilkan 1 kg kopi per pohon. Sementara itu, produktivitas pada tutupan tajuk rapat dan jarang cenderung lebih rendah. Plot dengan tutupan rapat tertinggi (85,76%) hanya menghasilkan 0,25 kg per pohon, begitu pula pada plot dengan tutupan jarang terendah (26,18%) yang hanya menghasilkan 0,33 kg per pohon.

## KEYWORDS

Tutupan Tajuk, Pohon Penaung, Agroforestry Kopi, Produktivitas Kopi, Foto Hemisfer.

## 1. PENDAHULUAN

Agroforestri adalah metode pengelolaan lahan yang menggabungkan kegiatan pertanian dan kehutanan di dalam satu unit lahan (Akhter et al., 2022). Dalam artian luas, agroforestri juga mencakup praktik pengintegrasian kegiatan pertanian,

kehutanan, perikanan, dan peternakan dalam satu unit lahan (Octavia et al., 2022; Ramil Brick et al., 2022). Praktik ini dinilai menjadi salah satu solusi berkelanjutan dalam bidang pertanian karena memiliki beberapa manfaat di bidang ekologi, seperti meningkatkan penyerapan karbon (Muthuri et al., 2023), memperbaiki serta meningkatkan kualitas air dan udara (Bettles et al., 2021), melindungi keanekaragaman hayati (Ramil Brick et al., 2022), dan menyediakan bahan pangan (Jemal et al., 2021). Selain itu, agroforestri juga menjadi solusi untuk memaksimalkan efisiensi dan produktivitas lahan, terutama bagi petani skala kecil yang memiliki sedikit lahan garapan (Achmad et al., 2022).

Tujuan Penggunaan komposisi tanaman agroforestri untuk melestarikan fungsi ekologis hutan dan meningkatkan pendapatan petani. Dalam agroforestri, metode penggunaan lahan yang memadukan tanaman bukan kayu seperti rerumputan dan, dalam keadaan tertentu, hewan seperti lebah dan ikan dengan tanaman berkayu seperti pohon, semak, bambu, dan rotan. fitur elemen hewan pertanian juga. Dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya seperti pertanian, perkebunan, lahan kosong, dan lokasi brownfield, agroforestri mampu melakukan tugas dan memainkan peran yang lebih mirip dengan hutan karena perpaduan yang unik ini. Untuk melestarikan fungsi ekologis hutan dan meningkatkan pendapatan petani, diterapkan komposisi tanaman agroforestri. (Mantja et al 2017).

Budidaya tanaman yang biasanya menggunakan sistem agroforestri adalah budidaya kopi. Tanaman kopi dalam sistem agroforestri memanfaatkan peran pohon untuk memperoleh kebutuhan intensitas cahaya yang tidak penuh agar produksi maksimal, serta peran pohon sebagai upaya pengendalian iklim mikro (Widayani et al. 2020).

Pohon penayang juga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah, melalui partisi sumber daya yang saling melengkapi (Buchanan dkk. 2019; Munoz-Villers dkk. 2020). Besar kecil suplai cahaya yang diperoleh tanaman juga disebabkan oleh pohon peneduh. Keuntungan lain dari penggunaan pohon peneduh adalah dapat mengendalikan pertumbuhan gulma dan mengatur kelembapan serta penyerapan air pada musim penghujan sebagai penghasil bahan yang diperlukan tanaman kopi seperti unsur hara organik, penahan tanaman dari guncangan angin kuat, dan pencegah terjadinya erosi pada tanah (Sakiroh dan Herman, 2017).

Produksi kopi di bawah naungan telah menjadi strategi mitigasi untuk mengatasi efek berbahaya dari perubahan iklim (Jaramillo et al. 2013; Pham dkk. 2019; Panel Antar pemerintah tentang iklim Change 2019), karena naungan dapat mengubah iklim mikro dengan mengurangi suhu dan mengurangi kehilangan air baik melalui tanah yang lebih rendah, penguapan, dan transpirasi tanaman. Pohon penayang juga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah, melalui partisi sumber daya yang saling melengkapi (Buchanan dkk. 2019; Munoz-Villers dkk. 2020). . Besar kecil suplai cahaya yang diperoleh tanaman juga disebabkan oleh pohon peneduh. Menurut Arif et al., (2011). Pohon penayang yang umum digunakan di perkebunan kopi antara lain alpukat, jengkol, sengon, sukun, dan lamtoro (Arif et al., 2011; Panggabean, 2011). Namun efek

naungan pada kopi tergantung pada pohon naungan yang digunakan (Avelino dkk. 2020; Sarmiento-Soler dkk. 2020).

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di lahan agroforestry kopi yang berlokasi di Desa Paccekke, Kecamatan Soppeng Riaja, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Waktu penelitian berlangsung selama kurang lebih 3 bulan, mulai dari pengumpulan data lapangan hingga analisis hasil produksi kopi.

### Penentuan Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan sampling berbasis stratifikasi intensitas cahaya, yang dikelompokkan menjadi tiga Kelas kerapatan dibagi berdasarkan SNI 7717-2020 tentang Spesifikasi IG Mangrove

Tabel 1. Tingkat Kerapatan Tajuk

Tutupan tajuk	Presentasi (%)
Jarang	< 30%
Sedang	30% - 70%
Rapat	>70%

Sumber: SNI 7717-2020

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan metode foto hemisfer, yang dilakukan pada pagi hari (sekitar pukul 09:00 – 11:00) dalam kondisi cerah.

### Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan terdiri atas:

1. Data primer, Data Primer diperoleh secara langsung dan hasil pengamatan data pengukuran di lapangan meliputi: Intensitas cahaya pada setiap plot penelitian, Koordinat lokasi dan karakteristik dan iklim mikro sekitar tanaman kopi, Hasil produksi buah kopi per pohon (jumlah dan berat) dan Data pertumbuhan tanaman kopi.
2. Data Sekunder diperoleh dari berbagai dokumen atau instansi terkait seperti: Data iklim (curah hujan, suhu, dan kelembaban) Dari BMKG atau stasiun setempat, Data fotografi atau peta penggunaan lahan dari dinas terkait, Literatur ilmiah yang relevan tentang pengaruh cahaya terhadap fisiologi dan produksi kopi dan Data storis hasil panen kopi dari petani atau kelompok tani.

### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan dan dokumentasi menggunakan foto hemisfer yang bertujuan untuk mengukur intensitas cahaya dan estimasi tutupan tajuk di atas tanaman adapun langkah dari kegiatan ini sebagai berikut:

1. Penempatan plot  
Plot penelitian berukuran 20 m x 20 m yang ditetapkan berdasarkan kategori intensitas cahaya (jarang, sedang, rapat).
2. Pengambilan foto hemisfer
  - a. Pengambilan foto hemisfer dilakukan menggunakan kamera digital dengan lensa *fisheye*
  - b. Kamera diletakkan sekitar  $\pm 1,3$  m dari permukaan tanah, tepat di bawah kanopi tanaman kopi, dan diarahkan ke atas
  - c. Pengambilan foto dilakukan pada pagi hari (09.00–11.00) dalam kondisi cuaca cerah, untuk menghindari silau langsung.
3. Pencatatan hasil produksi atau panen kopi  
Buah kopi dari setiap pohon yang telah matang dipanen, kemudian ditimbang dan dihitung. Data hasil panen dicatat per pohon.
4. Pencatatan parameter pendukung  
Data hasil pengamatan suhu, kelembapan udara, dan jenis naungan pada setiap plot dicatat untuk mendukung analisis.

### Analisis Data

Analisis data yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya (tutupan tajuk) terhadap hasil produksi kopi:

Adapun tahapan analisis data sebagai berikut:

1. Analisisutupan tajuk dengan perangkat lunak Image-J dengan tahapan sebagai berikut:
  - a. Konverfi foto  
Foto hemisfer yang diambil di lapangan diunggah ke computer atau laptop dan dikonversi ke format *grayscale* untuk mempermudah pemisahan antara area tajuk dan langit terbuka.
  - b. Pemisahan tajuk dan langit (Thresholding)  
Gunakan menu Image untuk menyesuaikan batas nilai piksel yang membedakan bagian tajuk dan langit Atur nilai threshold agar area kanopi menjadi hitam (*foreground*) dan langit menjadi putih (*background*)
  - c. Perhitungan persentaseutupan tajuk  
Gunakan fitur *Analyze > Measure* untuk menghitung luas piksel kanopi  
Presentaseutupan tajuk dihitung dengan rumus:

$$\text{Tutupan tajuk (\%)} = \frac{\text{luas piksel tajuk}}{\text{total luas piksel pada gambar}} \times 100\%$$

2. Klasifikasiutupan tajuk

Hasilutupan tajuk di klasifikasikan kedalam tiga kelas:

Jarang	<30%
Sedang	30%-70%
Rapat	>70%

## 3. Analisis statistic

Menggunakan analisis anova satu arah untuk mengetahui hasil produksi kopi antar kelas tutupan tajuk.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Persentase Tutupan Tajuk Setiap Plot**

Berdasarkan hasil pengukuran tutupan tajuk pohon penabung di lahan agroforestri kopi di Desa Paccekke diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase Tutupan Tajuk

Plot	Jenis Pohon Penaung	Persentase (%)	Kategori	Lokasi
1	Sukun, Kelapa, Bambu, Jati, Gamal, Coklat	36.01	Sedang (30–70%)	Dusun Kading
2	Kelapa, Gamal, Aren, Jati, Bitti	41.46	Sedang (30–70%)	Dusun Paccekke
3	Coklat, Pisang, Durian, Gamal, Cengkeh, Kelapa	58.36	Sedang (30–70%)	Dusun Paccekke
4	Coklat, Durian, Kemiri, Gamal	66.07	Sedang (30–70%)	Dusun Kading
5	Kemiri, Rambutan, Rurian, Nangka, Cengkeh	80.98	Rapat (>70%)	Dusun Paccekke
6	Gamal, Kemiri, Kelapa, Pisang, Coklat, Aren	72.48	Rapat (>70%)	Dusun Paccekke
7	Kopi, Pisang, Kapas, Cengkeh, Kemiri, Pandan, Gamal.	85.76	Rapat (>70%)	Dusun Kadding
8	Gamal	77.95	Rapat (>70%)	Dusun Kadding
9	Gamal, sukun	30.56	Jarang (<30%)	Dusun Paccekke
10	Gamal, cengkeh, mangga, aren	26.18	Jarang (<30%)	Dusun Paccekke

Tabel di atas menunjukkan variasi tutupan tajuk pohon penabung pada lahan agroforestry kopi di Desa Paccekke, yang tersebar di dua lokasi, yaitu Dusun Kading dan Dusun Paccekke. Berdasarkan data tersebut, tingkat tutupan tajuk diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu jarang (<30%), sedang (30–70%), dan rapat (>70%). Pada kategori jarang, terdapat dua plot yaitu P 9 dengan persentase tutupan tajuk sebesar 30,56% dan P 10 sebesar 26,18%, keduanya berada di Dusun Paccekke. Kategori sedang mencakup empat plot, yaitu P 1 hingga P 4, dengan tutupan tajuk berkisar antara 36,01% hingga 66,07%. Dalam 10 plot tersebar merata antara Dusun Kading dan Dusun Paccekke. Sementara itu, kategori rapat mencakup P 5 hingga P 8, dengan

persentase tutupan tajuk di atas 70%, di mana dua plot berada di Dusun Kading dan dua lainnya di Dusun Paccekke.

Jenis pohon penaung yang digunakan pada tiap plot sangat beragam, dengan beberapa jenis yang sering muncul seperti gama (*Gliricidia sepium*), kelapa (*Cocos nucifera*), kemiri (*Aleurites moluccana*), dan coklat (*Cocos nucifera*). Plot dengan tutupan tertinggi yaitu P 7 (85,76%) memiliki jenis pohon penaung paling banyak, yakni tujuh jenis, sedangkan plot dengan tutupan terendah yaitu plot 10 (26,18%) hanya memiliki empat jenis penaung. Berdasarkan sebaran lokasi, Dusun Kading cenderung memiliki tutupan tajuk yang lebih rapat, sedangkan Dusun Paccekke lebih bervariasi dengan plot dari ketiga kategori. Secara umum, keragaman jenis pohon penaung dan lokasi lahan tampaknya memberikan pengaruh terhadap tingkat kerapatan tutupan tajuk, yang selanjutnya dapat memengaruhi kondisi mikro lingkungan dan produktivitas tanaman kopi di masing-masing plot.



Gambar 1. Diagram Batang Tutupan Tajuk

Sementara itu, empat plot lainnya (P 5 hingga P 8) termasuk dalam kategori tutupan tajuk rapat dengan persentase tajuk melebihi 70%, yaitu antara 72,48% hingga 85,76%. Pada kategori sedang, jenis pohon penaung seperti kemiri, rambutan, nangka, cengkeh, pandan, dan gamal tumbuh dengan cukup padat, sehingga membentuk kanopi yang lebat. Tingginya tutupan tajuk pada kategori ini dapat mengurangi intensitas cahaya yang mencapai tanaman kopi, yang dalam jangka panjang bisa menurunkan produktivitas jika pencahayaan terlalu minim. Namun demikian, tutupan tajuk yang tinggi juga memberikan perlindungan maksimal dari hujan dan angin, serta menjaga kelembaban tanah lebih lama.

### ***Tutupan Tajuk Jarang***

Tabel 2. Persentase Tutupsn Tajuk Jarang

No	Plot	Jenis pohon penaung	Tutupan tajuk (%)	kategori (jarang,sedang,rapat)
1	Plot 9	Gamal, Sukun	30.56%	Jarang (<30%)
2	Plot 10	Gamal, Cengkeh, Mangga, Aren	26.18%	Jarang (<30%)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada P 9 dan P 10, diketahui bahwa kedua plot tersebut termasuk dalam kategori tutupan tajuk jarang, dengan persentase tutupan tajuk masing-masing sebesar 30,56% pada P 9 dan 26,18% pada P 10. Kategori tutupan tajuk jarang didefinisikan sebagai area yang memiliki tutupan tajuk kurang dari 30,56%, di mana intensitas cahaya matahari yang masuk ke permukaan tanah relatif tinggi.

Pada P 9, jenis pohon penaung yang ditemukan adalah gamal dan sukun. Kedua jenis pohon ini umumnya memiliki tajuk yang tidak terlalu lebat dan struktur percabangan yang renggang, sehingga tidak memberikan naungan yang merata dan menyeluruh. Sementara itu, pada P 10 terdapat kombinasi pohon gamal, cengkeh, mangga, dan aren. Meskipun jenisnya lebih beragam dibandingkan Plot 9, kerapatan tajuk tetap rendah karena karakteristik pohon-pohon tersebut, terutama gamal dan aren, memiliki tajuk yang tidak terlalu menutupi permukaan secara luas.



Gambar 2. Tutupan Tajuk Jarang

Berdasarkan hasil pengamatan di Dusun Paccekke, Desa Paccekke, diketahui bahwa dari total 10 plot yang diamati, terdapat 2 plot yang memiliki tutupan tajuk dengan kategori jarang, yaitu Plot 9 dan Plot 10. Jika dihitung menggunakan rumus persentase, maka hasilnya adalah 20%. Artinya, sebanyak 20% dari keseluruhan plot yang diamati memiliki kerapatan tutupan tajuk di bawah 30%, yang masuk dalam kategori jarang. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian kecil dari area yang diteliti



memiliki tingkat naungan yang rendah, yang memungkinkan cahaya matahari masuk lebih bebas ke bawah tajuk. Kondisi ini dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman kopi, baik secara positif terhadap fotosintesis maupun secara negatif jika intensitas cahaya terlalu tinggi tanpa dukungan kelembaban yang cukup.

### ***Tutupan Tajuk Sedang***

Tabel 4. Persentase Tutupan Tajuk Sedang

<b>Plot</b>	<b>Jenis pohon penayang</b>	<b>Tutupan tajuk (%)</b>	<b>kategori (jarang,sedang,rapat)</b>
1	Sukun, Kelapa, Bambu, Jati, Gamal, Coklat	36.01%	Sedang (30–70%)
2	Kelapa, Gamal, Aren, Jati, Bitti	41.46%	Sedang (30–70%)
3	Coklat, Pisang, Durian, Gamal, Cengkeh, Kelapa	58.36%	Sedang (30–70%)
4	Coklat, Durian, Kemiri, Gamal	66.07%	Sedang (30–70%)

Berdasarkan data yang diperoleh dari empat plot lahan agroforestry kopi di Desa Paccekke, persentase tutupan tajuk sedang berkisar antara 36,01% hingga 66,07%. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan pohon penayang pada keempat plot memberikan perlindungan sedang terhadap tanaman kopi yang dibudidayakan di bawahnya.

Plot 1 memiliki jenis pohon penayang yang bervariasi seperti sukun, kelapa, bambu, jati, gamal, dan coklat, dengan persentase tutupan tajuk sebesar 36,01%. Meskipun tergolong kategori sedang, nilai ini berada di batas bawah, yang menunjukkan bahwa penyinaran matahari masih cukup leluasa menembus ke bawah tajuk. Kondisi ini dapat menunjang pertumbuhan tanaman kopi dengan baik karena pencahayaan yang cukup, namun tetapi ada perlindungan dari sinar matahari langsung.

Plot 2 memiliki tutupan tajuk 41,46% yang sedikit lebih tinggi dari P 1, dengan komposisi pohon penayang seperti kelapa, gamal, aren, jati, dan bitti. Pohon penayang pada plot ini menunjukkan keberagaman pohon berkayu keras dan pohon dengan kanopi sedang. Tingkat tutupan ini dinilai cukup optimal dalam mengatur suhu mikroklimat serta kelembaban tanah, yang penting dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas kopi.

Plot 3 menunjukkan peningkatan tutupan tajuk sebesar 58,36%, yang mencerminkan kanopi lebih rapat dibanding dua plot sebelumnya. Jenis pohon penayang di plot ini lebih beragam, termasuk coklat, pisang, durian, gamal, cengkeh, dan kelapa. Keberadaan pohon buah-buahan seperti pisang dan durian memberikan manfaat tambahan secara ekonomi, serta memperkuat sistem agroforestri multistrata. Kepadatan tajuk ini diperkirakan memberikan perlindungan cahaya yang cukup serta memperbaiki kelembaban dan struktur tanah, namun perlu pengaturan agar tidak mengurangi pencahayaan berlebihan yang dibutuhkan tanaman kopi.



Plot 4 memiliki tutupan tajuk tertinggi yaitu 66,07%, namun masih dalam kategori sedang. Komposisi pohon penaung terdiri dari coklat, durian, kemiri, dan gamal. Keberadaan kemiri sebagai pohon penaung tinggi dan bercabang lebat berkontribusi besar terhadap persentase tutupan ini. Walaupun masih dalam batas optimal, tutupan mendekati 70% berpotensi menurunkan intensitas cahaya yang masuk, sehingga perlu pengelolaan pohon penaung agar tidak terlalu menekan fotosintesis tanaman kopi.



Gambar 3. Tutupan Tajuk Sedang

Berdasarkan hasil pengamatan di Dusun Paccekke, Desa Paccekke, diketahui bahwa dari total 10 plot yang diamati, terdapat 4 plot yang memiliki tutupan tajuk dengan kategori sedang, yaitu P 1 sampai P 4. Jika dihitung dari keseluruhan jumlah plot yang diamati (sebanyak 10 plot), maka 4 plot yang termasuk dalam kategori sedang mewakili 40%. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar lahan di area penelitian memiliki tutupan tajuk yang sedang, yang umumnya dianggap ideal dalam sistem agroforestri kopi. Naungan sedang membantu menurunkan suhu sekitar tanaman, menjaga kelembaban tanah, dan mengurangi penguapan air, tanpa terlalu mengurangi intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman kopi untuk proses fotosintesis. Dengan demikian, keberadaan tutupan tajuk sedang ini berpotensi mendukung produktivitas kopi yang optimal jika disertai dengan pengelolaan kebun yang baik.

### ***Tutupan Tajuk Rapat***

Tabel 3. Persentase Tutupan Tajuk Rapat

No	Plot	Jenis pohon penaung	Tutupan tajuk (%)	kategori
1	Plot 5	Kemiri, Rambutan, Durian, Nangka, Cengkeh	80.98%	Rapat (>70%)
2	Plot 6	Gamal, Kemiri, Kelapa, Pisang, Coklat, Aren	72.48%	Rapat (>70%)
3	Plot 7	Kopi, Pisang, Kapas, Cengkeh, Kemiri, Pandan, Gamal.	85.76%	Rapat (>70%)
4	Plot 8	Gamal, Sukun, Kapas	77.95%	Rapat (>70%)

Dari hasil penelitian terdapat empat plot yang memiliki kategori tutupan tajuk rapat, yaitu Plot 5, hingga Plot 8. Keempat plot ini memiliki persentase tutupan tajuk di atas 70%, yang dikategorikan sebagai tutupan tajuk rapat. Plot 5 menunjukkan nilai tutupan tajuk sebesar 80,98% dengan jenis pohon penaung yang beragam, antara lain kemiri, rambutan, durian, nangka, dan cengkeh. Plot 6 memiliki persentase tutupan tajuk sebesar 72,48% dengan jenis pohon penaung seperti gamal, kemiri, kelapa, pisang, coklat, dan aren. Meskipun jenis pohonnya lebih banyak, nilai tutupan tajuk sedikit lebih rendah dibandingkan Plot 5, yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan struktur tajuk masing-masing pohon atau jarak tanam yang lebih renggang.

Plot 7 mencatat persentase tutupan tertinggi yaitu 85,76%, dengan jenis pohon penaung yang sangat beragam seperti kopi, pisang, kapas, cengkeh, kemiri, pandan, dan gamal. Tingginya nilai tutupan tajuk pada plot ini menunjukkan adanya kanopi yang sangat rapat dan tumpang tindih antara satu pohon dengan lainnya. Plot 8 yang terdiri dari pohon gamal, sukun, dan kapas juga menunjukkan tutupan tajuk yang tinggi, yaitu sebesar 77,95%. Meskipun jenis pohonnya lebih sedikit dibandingkan Plot 7, nilai tutupan tajuk tetap tinggi karena karakter tajuk pohon-pohon tersebut yang cukup lebat dan melebar. Pohon sukun, misalnya, dikenal memiliki daun yang besar dan kanopi yang rapat, sementara gamal memiliki pertumbuhan cabang yang menyebar, sehingga efektif dalam menciptakan area bernaung. Kehadiran kapas juga turut berkontribusi menambah kerapatan tajuk secara vertikal maupun horizontal.



Gambar 4. Tutupan Tajuk Rapat

Dari total 10 plot yang diamati dalam penelitian, keempat plot ini mewakili 40% dari keseluruhan area penelitian. Kerapatan tutupan tajuk yang tergolong rapat memiliki dampak penting dalam ekosistem agroforestri kopi. Naungan yang terlalu rapat dapat menurunkan intensitas cahaya secara signifikan, yang berisiko menghambat proses fotosintesis tanaman kopi dan berdampak pada menurunnya produktivitas. Namun di sisi lain, naungan yang tinggi juga bermanfaat dalam menjaga kelembaban tanah, menekan pertumbuhan gulma, serta menjaga suhu mikroklimat yang stabil. Oleh karena itu, meskipun keempat plot ini memiliki tutupan yang tinggi, perlu dilakukan pengelolaan tajuk yang tepat, seperti pemangkasan selektif, agar

cahaya tetap tersedia dalam jumlah optimal untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kopi.

### Rata – Rata Produktivitas Tanaman Kopi

Penelitian ini dilakukan pada 10 plot agroforestry kopi di Desa Paccekke dengan tujuan untuk mengamati bagaimana tinggi tanaman kopi, diameter batang, berat biji, umur tanaman, dan hasil panen saling berkaitan dalam menentukan produktivitas. Data yang diperoleh mencakup ukuran rata-rata per plot dan dianalisis secara menyeluruh.

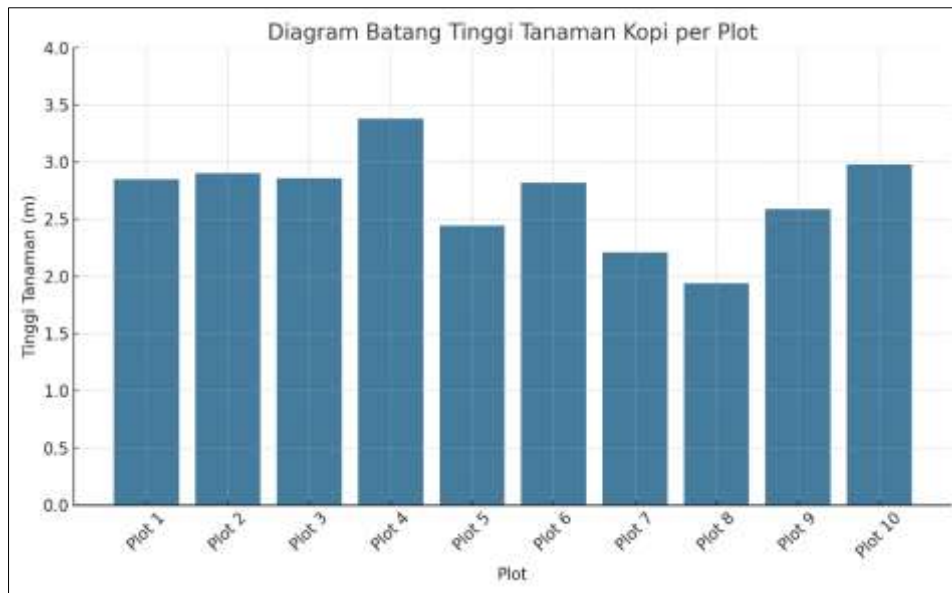
Tabel 4. Produktivitas Tanaman Kopi

Plot	Jumlah Pohon	Tinggi (m)	Diameter Batang	Berat Biji (g)	Umur Tanaman	Hasil Panen/pohon
1	12	2,85	18,67	0,86	6 tahun	0,75 kg
2	7	2,90	19,43	1,23	5 tahun	0,5 kg
3	5	2,86	19,20	2,18	5 tahun	0,3 kg
4	6	3,38	21,33	1,92	6 tahun	1 kg
5	5	2,44	15,60	2,44	3 tahun	0,3 kg
6	6	2,82	19,33	0,87	2 tahun	0,6 kg
7	7	2,21	14,00	0,96	20 tahun	0,25 kg
8	5	1,94	19,00	1,30	5 tahun	0,25 kg
9	10	2,59	21,50	1,41	3 tahun	0,53 kg
10	8	2,98	21,13	1,58	3 tahun	0,33 kg

Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa tinggi tanaman kopi bervariasi antara 1,94 meter hingga 3,38 meter. Tanaman tertinggi ditemukan pada plot 4 dengan tinggi mencapai 3,38 meter, sedangkan tanaman terpendek berada di plot 8 dengan tinggi hanya 1,94 meter.

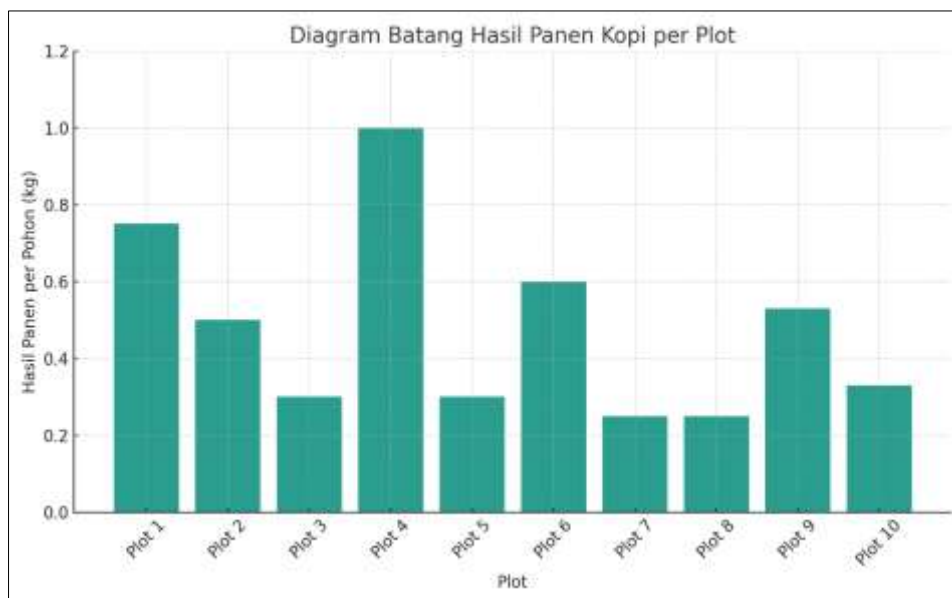
Diameter batang tanaman juga menunjukkan variasi yang serupa. Plot 4 tidak hanya memiliki tinggi tertinggi tetapi juga diameter batang besar yaitu 21,33 cm, yang tampaknya memberikan kontribusi signifikan terhadap hasil panen tertinggi sebesar 1,00 kg per pohon. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman dengan pertumbuhan vegetatif yang optimal (tinggi dan diameter yang besar) cenderung menghasilkan panen yang lebih baik.

Sebaliknya, tanaman di plot 8 yang memiliki tinggi paling rendah dan diameter 19,00 cm hanya menghasilkan 0,25 kg per pohon. Hasil ini sejalan dengan tanaman di plot 7 yang memiliki diameter lebih kecil (14,00 cm) dan tinggi hanya 2,21 meter, juga hanya menghasilkan 0,25 kg. Dengan demikian, tampak bahwa ukuran tanaman, baik tinggi maupun diameter batang, sangat berkaitan dengan hasil panen yang diperoleh.



Gambar 5. Diagram Batang Tinggi Tanaman Kopi

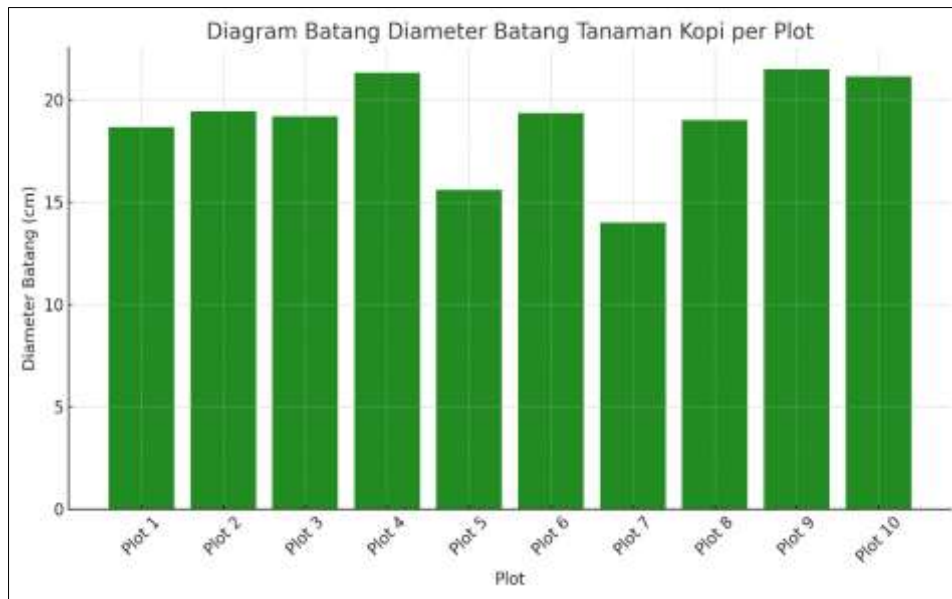
Berat biji kopi juga diamati dalam penelitian ini dan memiliki nilai yang bervariasi dari 0,86 gram hingga 2,44 gram. Meskipun berat biji terbesar terdapat di plot 5, yaitu 2,44 gram, hasil panennya tetap rendah yaitu 0,30 kg per pohon. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun biji kopi besar, produktivitas tidak hanya ditentukan oleh ukuran biji, melainkan juga oleh jumlah buah yang dihasilkan dan faktor lain seperti umur tanaman dan kondisi lingkungan.



Gambar 6. Diagram Batang Hasil Panen Per Pohon

Diagram batang menunjukkan variasi diameter batang tanaman kopi di sepuluh plot lahan agroforestry. Terlihat bahwa diameter batang tertinggi terdapat pada Plot 9 yaitu 21,5 cm, diikuti oleh Plot 4 dan Plot 10 yang juga memiliki diameter batang cukup besar. Sementara itu, diameter batang terkecil terdapat pada Plot 7 dengan 14 cm. Perbedaan diameter ini mencerminkan kondisi pertumbuhan tanaman kopi yang

kemungkinan dipengaruhi oleh faktor umur tanaman, jenis pohon penaung, serta intensitas cahaya dan perawatan di tiap plot.



Gambar 7. Diameter Batang

### Hubungan Antara Pohon Penaung Dan Produktivitas Kopi

Hubungan antara tutupan tajuk pohon penaung dengan produktivitas tanaman kopi pada lahan agroforestry di Desa Paccekke menunjukkan pola yang mencerminkan pentingnya keseimbangan naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kopi. Berdasarkan data yang tersedia, tutupan tajuk dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Tutupan Tajuk Sedang (30–70%)

Pada kategori sedang, terlihat hasil panen yang relatif tinggi dan stabil. Misalnya: Plot 1 dengan tutupan tajuk 36,01% menghasilkan 0,75 kg per pohon; Plot 4 dengan tutupan tajuk 66,07% menghasilkan 1 kg per pohon. Hal ini menunjukkan bahwa tutupan tajuk sedang memberikan kondisi cahaya dan suhu yang seimbang, sehingga mendukung proses fotosintesis tanpa menimbulkan stres berlebih akibat suhu tinggi atau kekurangan cahaya.

2. Tutupan Tajuk Rapat (>70%)

Pada kategori rapat, hasil panen justru menurun. Contohnya: Plot 7 dengan tutupan tajuk 85,76% hanya menghasilkan 0,25 kg per pohon; Plot 8 dengan 77,95% juga menghasilkan 0,25 kg per pohon. Kondisi ini disebabkan oleh terlalu banyak naungan yang menghambat penetrasi cahaya matahari ke tanaman kopi. Kurangnya cahaya menyebabkan penurunan fotosintesis yang berpengaruh langsung pada pertumbuhan dan produksi buah.

3. Tutupan Tajuk Jarang (<30%)

Sementara pada tutupan tajuk jarang, seperti: Plot 9 (30,56%) menghasilkan 0,53 kg per pohon; Plot 10 (26,18%) menghasilkan 0,33 kg per pohon

Hasil panennya juga tidak maksimal, meskipun sedikit lebih baik dari kategori rapat. Hal ini kemungkinan karena tanaman mengalami paparan sinar matahari langsung secara berlebihan, yang dapat meningkatkan suhu tanah dan mengganggu kelembapan mikroklimat di sekitar tanaman kopi. Akibatnya, tanaman lebih rentan terhadap kekeringan dan stres lingkungan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: Persentase tutupan tajuk pohon penayang pada lahan agroforestry kopi di Desa Paccekke berada pada tiga kategori, yaitu: Jarang (<30%): 2 plot; Sedang (30–70%): 4 plot dan Rapat (>70%): 4 plot. Tutupan tajuk tertinggi tercatat sebesar 85,76% (rapat) dan terendah 26,18% (jarang). Mayoritas lahan penelitian memiliki tutupan sedang hingga rapat. Produktivitas tanaman kopi (hasil panen per pohon) sangat dipengaruhi oleh tingkat tutupan tajuk. Plot dengan tutupan sedang menghasilkan panen tertinggi, seperti Plot 4 dengan tutupan 66,07% menghasilkan 1 kg/pohon. Plot dengan tutupan rapat (>70%) seperti Plot 7 dan 8 hanya menghasilkan 0,25 kg/pohon. Plot dengan tutupan jarang, seperti Plot 10, juga menunjukkan produktivitas rendah (0,33 kg/pohon). Dengan demikian, tingkat tutupan tajuk sedang (30–70%) merupakan kondisi ideal bagi produktivitas kopi, karena mampu menyeimbangkan kebutuhan cahaya, suhu, dan kelembapan tanah, yang sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan pertumbuhan buah.

##### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Dusun Paccekke, Desa Paccekke, disarankan agar petani kopi mengelola tutupan tajuk pohon penayang secara optimal. Tutupan tajuk dalam kategori sedang, yaitu antara 30% hingga 70%, terbukti memberikan kondisi mikroklimat yang seimbang dan mendukung produktivitas tanaman kopi. Oleh karena itu, petani perlu mempertahankan kerapatan ini melalui pemangkasan pohon penayang yang terlalu rapat atau penanaman tambahan pada lahan yang terlalu terbuka. Pemilihan jenis pohon penayang juga menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Disarankan untuk menggunakan pohon penayang dengan struktur tajuk yang tidak terlalu rapat dan bersifat adaptif, seperti *Gliricidia sepium* (gamal), *Theobroma cacao* (coklat), dan *Artocarpus altilis* (sukun), agar tanaman kopi tetap mendapat pencahayaan yang cukup namun terlindung dari paparan sinar matahari yang berlebihan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Achmad, B., Sanudin, B., Siarudin, M., Widiyanto, A., Diniyati, D., Sudomo, A., Hani, A., Fauziyah, E., Suhaendah, E., Widyaningsih, T. S., Handayani, W., Maharani, D., Suhartono, D., Palmolina, M., Swestiani, D., Budi Santoso Sulistiadi, H., Winara, A., Nur, Y. H., Diana, M., ... Ruswandi, A. (2022). Traditional Subsistence Farming



- of Smallholder Agroforestry Systems in Indonesia: A Review. *Sustainability* (Switzerland), 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148631>
- Akhter, S., McDonald, M., Jashimuddin, M., BashirulAl-Mamun, M., & Sarker, P. (2022). Agroforestry potential of a wild mango species (*Mangifera sylvatica* Roxb.). *Trees, Forests and People*, 7, 100194. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100194>
- Anglaaere LCN, Cobbina J, Sinclair FL, McDonald MA. 2011. The effect of land use systems on tree diversity: farmer preference and species composition of cocoa-based agroecosystems in Ghana. *Agrofor Syst* 81 (3): 249-265. DOI: 10.1007/s10457-010-9366-z.
- Arif, M. C. W., M. Tarigan, R. Saragih, I. Lubis, dan F. Rahmadani. 2011. Panduan Sekolah Lapang Budidaya Kopi Konservasi, Berbagai Pengalaman dari Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara. Conservation International. Jakarta. 59 hlm
- Ayudanti, K.. 2017. Analisis Efektivitas Hutan Kemasyarakatan dalam Meningkatkan Pendapatan dan Tingkat Konsumsi Masyarakat Menurut Perspektif Ekonomi Islam. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Azhar, I., Rahmawaty, R., Saraan, M., Taufik, M., Muamar, Aulin, F., Situmeang, D., & Barus, K. (2021). Marketing analysis and feasibility analysis of coffee (*Coffea* sp.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782, 022033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/782/2/022033>
- Bettles, J., Battisti, D. S., Cook-Patton, S. C., Kroeger, T., Spector, J. T., Wolff, N. H., & Masuda, Y. J. (2021). Agroforestry and non-state actors: A review. *Forest Policy and Economics*, 130, 102538. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102538>
- Buchanan S, Isaac ME, van den Meersche K, Martin AR (2019) Ciri-ciri fungsional kopi di sepanjang naungan dan gradien kesuburan di sistem agroforestri kopi. *Sistem Agrofor* 93:1261–1273. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0239-1>
- Bosso, H., Barbalho, S., Goulart, R., & Otoboni, A. (2021). Green coffee: Economic relevance and a systematic review of the effects on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1948817>
- Cerdan CR, Rebolledo MC, Soto G, Rapidel B, Sinclair FI. 2012. Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. *J Agric Syst* 110: 119-130. DOI: 10.1016/j.agsy.2012.03.014.
- Desbiez A, Matthews R, Tripathi B, Ellis-Jones J. 2004. Perceptions and assessment of soil fertility by farmers in the mid-hills of Nepal. *Agric Ecosyst Environ* 103 (1): 191-206. DOI: 10.1016/j.agee.2003.10.003.
- Durand-Bessart, C., Tixier, P., Quinteros, A., Andreotti, F., Rapidel, B., Tauvel, C., & Allinne, C. (2020). Analysis of interactions amongst shade trees, coffee foliar diseases and coffee yield in multistrata agroforestry systems. *Crop Protection*, 133, 105137. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105137>



- Getachew, M., Verheyen, K., Tolassa, K., Tack, A. J. M., Hylander, K., Ayalew, B., Boeckx, P., Landuyt, D., & De Frenne, P. (2023). Effects of shade tree species on soil biogeochemistry and coffee bean quality in plantation coffee. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 347, 108354. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108354>
- Hairiah K, Sardjono MA, Sabarnurdin S. 2003. Pengantar Agroforestri. Malang: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Hartoyo APP, Wiyayanto N, Olivita E, Rahmah H, Nurlatifah A. 2019. Keanekaragaman Hayati Vegetasi pada Sistem Agroforest di Desa Sungai Sekonyer, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah. *Silvikultur Tropika* 10(2): 100–107.
- Hayyun DA, Megantara EN, Parikesit. 2018. Kajian Layanan Ekosistem pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi di Desa Cisero, Garur. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan* 2(3): 200-219.
- Jemal, O. M., Callo-Concha, D., & van Noordwijk, M. (2021). Coffee Agroforestry and the Food and Nutrition Security of Small Farmers of SouthWestern Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(August), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.608868>
- Kaskoyo, H., Mohammed, A. J., and Inoue, M. 2017. Impact of community forest program in protection forest on livelihood outcomes: A case study of Lampung Province, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry* 36(3): 250–263. DOI: 10.1080/10549811.2017.1296774
- Kuncoro, K.. 2018. Dampak Perhutanan Sosial: Perspektif Ekonomi, Sosial, dan Lingkungan. Laporan Riset. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Jakarta.
- Lin BB. 2010. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *J Agric For Meteorol* 150 (4): 510-518. DOI: 10.1016/j.agrformet.2009.11.010.
- Mantja, K., Jaya, A. M., & BDR, M. F. (2017). Pengembangan Usaha Tani Terintegrasi (Agrosilvopasture) di Desa Benteng Gajah. *Jurnal Dinamika Pengabdian (JDP)*, 2(2), 113-123.
- Muthuri, C. W., Kuyah, S., Njenga, M., Kuria, A., Öborn, I., & van Noordwijk, M. (2023). Agroforestry's contribution to livelihoods and carbon sequestration in East Africa: A systematic review. *Trees, Forests and People*, 14(September). <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100432>
- Muttaqin, M. dan Z. Subarudi. 2013. Pengelolaan Kawasan Hutan dan Lahan dan Pengaruhnya bagi Pelaksanaan REDD+ di Indonesia: Tenure, Stakeholders dan Livelihoods. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan-Kementerian Kehutanan. Bogor.
- Nandini, R., 2013. Evaluasi Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (Hkm) Pada Hutan Produksi Dan Hutan Lindung Di Pulau Lombok. *J. Penelit. Hutan Tanam.* 10, 43–55. <https://doi.org/10.20886/jpht.2013.10.1.43-55>.

- Nomo B, Madong BA, Sinclair FL. 2008. Status of non-cocoa tree species in cocoa multistrata systems of southern Cameroon. *Intl J Biol Chem Sci* 2 (2): 207-215. DOI: 10.4314/ijbcs.v2i2.39735.
- Nugroho, S. S. 2015. Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat Melalui Penguatan Lembaga Masyarakat di Desa Hutan (Kajian Hukum Penguatan Kapasitas LMDH dan Peningkatan Efektivitas PHBM di Desa Dampit, Kecamatan Bringin, Kabupaten Ngawi). *Jurnal Sosial* 12(2): 45–48.
- Octavia, D., Suharti, S., Murniati, Dharmawan, I. W. S., Nugroho, H. Y. S. H., Supriyanto, B., Rohadi, D., Njurumana, G. N., Yeny, I., Hani, A., Mindawati, N., Suratman, Adalina, Y., Prameswari, D., Hadi, E. E. W., & Ekawati, S. (2022). Mainstreaming Smart Agroforestry for Social Forestry Implementation to Support Sustainable Development Goals in Indonesia: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14, 9313. <https://doi.org/10.3390/su14159313>
- Panggabean, E. 2011. Buku Pintar Kopi. Agromedia Pustaka. Jakarta. 226 hlm.
- Prescott C. 2010. Litter decomposition: what controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? *Biogeochemistry* 101 (1): 133-149. DOI: 10.1007/s10533-010-9439-0.
- Ramil Brick, E. S., Holland, J., Anagnostou, D. E., Brown, K., & Desmulliez, M. P. Y. (2022). A review of agroforestry, precision agriculture, and precision livestock farming—The case for a data-driven agroforestry strategy. *Frontiers in Sensors*, 3, 998928. <https://doi.org/10.3389/fsens.2022.998928>
- Prawoto, A., A. M. Nur, S. W. A. Soebagiyo, dan M. Zaubin. 2006. Uji alelopati beberapa spesies tanaman penanang terhadap bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Pelita Perkebunan* 22 (1): 1-12.
- Rajagukguk, C. P., Febryano, I. G., & Herwanti, S. (2018). Perubahan komposisi jenis tanaman dan pola tanam pada pengelolaan agroforestri damar. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(3), 18–27.
- Rigal, C., Xu, J., Hu, G., Qiu, M.-H., & Vaast, P. (2019). Coffee production during the transition period from monoculture to agroforestry systems in near optimal growing conditions, in Yunnan Province. *Agricultural Systems*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102696>
- Ruchyansyah, Y., Wulandari, C., & Riniarti, M. (2018). Pengaruh Pola Budidaya pada Hutan Kemasyarakatan di Areal Kelola KPH VIII Batutegi terhadap Pendapatan Petani dan Kesuburan Tanah (Silviculture Effect in Community Forestry in KPHL VIII Batutegi to Farmers Income and Soil Fertility). *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1), 100-106.
- Sebuliba, E., Mwanjalolo, M., Isubikal, P., Turyahabwe, N., Eilu, G., & Ekwamu, A. (2021). Characteristics of shade trees used under Arabica coffee agroforestry systems in Mount Elgon Region, Eastern Uganda. *Agroforestry Systems*, 96. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00688-6>

- Syakiroh, M. dan E. Surmaini. 2017. Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia j. Litbang Pert. 36(2):77-90.
- Triolo, F., Figueiredo, B., Martin, D., & Farrelly, F. (2023). Coffee: A global marketplace icon. *Consumption Markets & Culture*, 26, 1–10. <https://doi.org/10.1080/10253866.2023.2206129>
- Weyesa, G., & Tilahun, R. (2021). Documentation of Traditional Knowledge on “Coffee” (Coffea arabica) in Jimma, Ilubabor and Wollega Zones. *European Journal of Biophysics*, 9, 1–8. <https://doi.org/10.11648/j.ejb.20210901.11>
- Widayani DP, Usodri KS. 2020. Kajian Kesesuaian Lahan Perkebunan Kopi Rakyat Kawasan Lereng Gunung Arjuna Kabupaten Malang. *Jurnal Arinika*, 4(2):108-118.
- Withaningsih, S., Parikesit, dan Alham, R.F. 2020. Keanekaragaman Jenis Burung di Lanskap Agroforestri Kopi: Studi Kasus di Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(6): 2467-2480.
- Winaryo, A. M. Nur, dan Soenaryo. 1991. Pengaruh kerapatan pohon penabung terhadap daya hasil kopi robusta berbatang ganda. *Pelita Perkebunan* 7 (3): 68-73.
- Winarni, S., Yuwono, S. B., and Herwanti, S. 2016. Struktur Pendapatan, Tingkat Kesejahteraan dan Faktor Produksi Agroforestri Kopi pada Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Batutegi (Studi di Gabungan Kelompok Tani Karya Tani Mandiri). *Jurnal Sylva Lestari* 4(1): 1–10. DOI: 10.23960/jsl141-10