

Kajian Produksi Kopi Arabika (*Coffea arabica*) pada Berbagai Ketinggian Tempat di Kabupaten Temanggung

(*Study of Arabica Coffee [Coffea arabica] Production at Various Altitude in Temanggung Regency*)

Aqly Tyasna Fiqhry^{1*}, Tri Nugraha Budi Santosa¹, Fani Ardiani¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta, Maguwoharjo, Yogyakarta, 55281, Indonesia

E-mail: fiqhrytyasna@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: March 20, 2024

Accepted: June 4, 2024

Published: July 5, 2024

Keywords:

altitude,
arabica coffee,
coffee area,
coffee production,
productivity

ABSTRACT

Several factors, including the less-than-optimal altitude of Arabica coffee planting influence the low productivity of Arabica coffee in Temanggung Regency. The lack of rejuvenation of production plants means that old coffee plants have low productivity; apart from these two factors, farmers do not have good plant management skills. This research further examines the influence of altitude on Arabica coffee production. This research was carried out in Temanggung Regency, with the sub-districts that were the sample for this research being Ngadirejo District, with an altitude range of 900-1150 m asl, Parakan District, with an altitude range of 1150-1400 m asl, and Kledung District with an altitude range of more than 1400 m asl. The sampling method employed in this study is a purposive sampling technique; the researcher directly determines the location and source of research information. A total of 28 participants responded to this study, with an assessment sample taken of 5% of the population of Arabica coffee plantations that bear fruit. The analysis used the linear regression method of a fixed variable, namely height, and independent variables, namely production, productivity, and evaluation, with a significance level of 5%. The research results show that altitude does influence productivity. If altitude increases, productivity will also increase.



Copyright © 2024 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Komoditas perkebunan di Indonesia dengan peluang ekspor tertinggi terdapat pada komoditas kopi (Bakoh & Wibawanti, 2023). Tanaman kopi dapat mencapai usia produktif hingga 20 tahun (Dirjenbun, 2023). Produk olahan kopi di Indonesia memiliki rasa yang kaya dan aroma yang khas, karena Indonesia memiliki banyak wilayah dengan interaksi jenis tanah, iklim, ketinggian wilayah, varietas kopi dan cara pengolahan yang berbeda-beda hal ini menjadikan kopi di Indonesia memiliki cita rasa yang unik (Isyariansyah et al. 2018).

Menurut Rizaty (2022), negara dengan konsumsi terbesar kelima pada tahun 2020/2021 adalah Indonesia, dengan jumlah konsumsi mencapai 5 juta kantong berukuran 60 kg. Hal ini sejalan dengan meningkatnya produksi kopi pada tahun 2021 mencapai angka 786,2 ribu ton, dari tahun sebelumnya dengan angka 762,4 ribu ton. Sampai dengan 2022, produksi kopi Indonesia meningkat mencapai angka 794,8 ribu ton. Kopi jenis arabika, robusta dan liberika merupakan jenis kopi yang banyak

diperdagangkan di dunia, termasuk di Indonesia. Salah satunya adalah kopi arabika yang saat ini menjadi komoditas utama dunia sedang mengalami permintaan pembelian yang tinggi dari tahun ke tahun (Cahyadi et al., 2021). Konsumsi kopi dunia mencapai angka 70% pada kopi spesies arabika dan 26% berasal dari spesies robusta (Sihite et al., 2015). Hal tersebut menjadikan konsumsi kopi dunia terbanyak adalah spesies arabika. Namun, produksi kopi arabika lebih sedikit daripada kopi robusta. Hal ini dikarenakan ketimpangan jumlah produksi dua jenis kopi tersebut dipengaruhi oleh tempat atau lokasi tanam. Kopi Arabika tumbuh baik pada ketinggian di atas 1.000 m dpl (Maryuna et al., 2022), sedangkan kopi robusta memiliki kemampuan tumbuh optimal pada ketinggian antara 400-900 m dpl (Silalahi & Rosyadi, 2024).

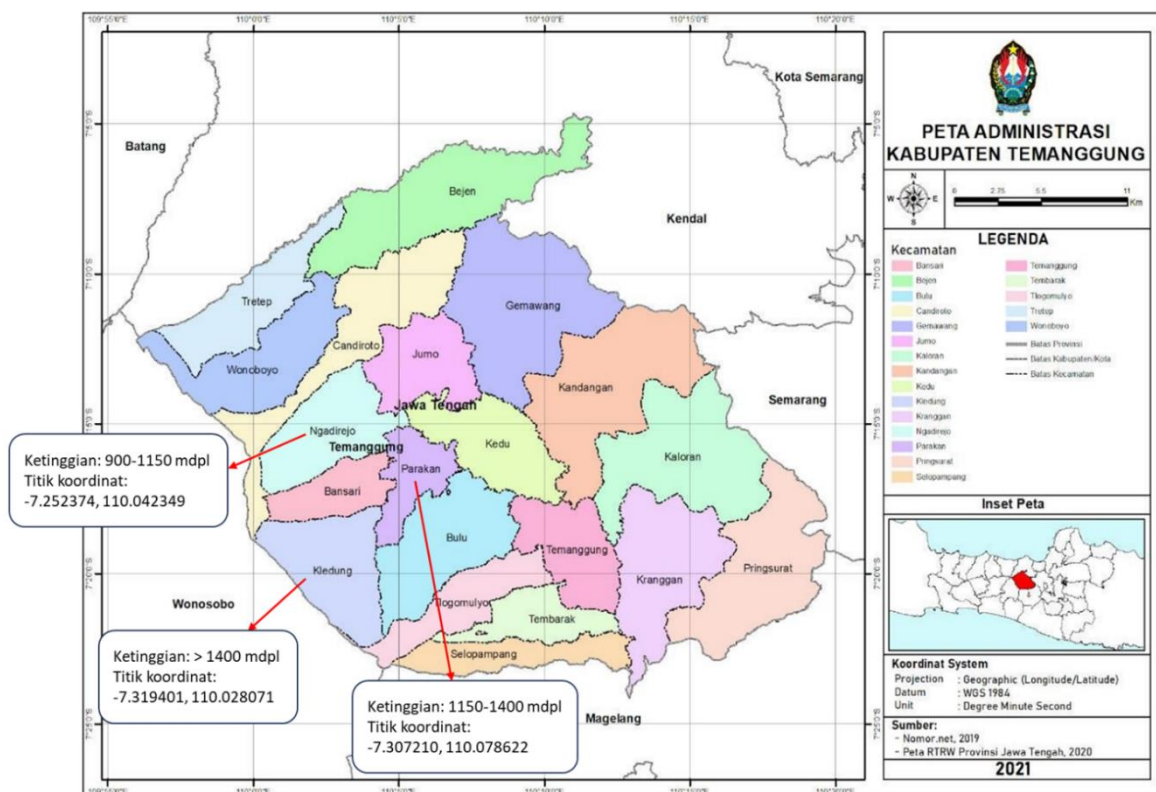
Jawa Tengah menjadi salah satu provinsi penyumbang kopi yang cukup besar di tengah pandemi Covid-19 beberapa tahun lalu. Kopi arabika merupakan komoditas unggulan pada Provinsi Jawa Tengah dengan luasan 9.212 ha, serta pada 2021 silam telah berproduksi sebanyak 2.957 ton. Di Jawa Tengah terdapat beberapa kabupaten penghasil kopi arabika seperti Kabupaten Temanggung, Wonosobo, Magelang, Banjarnegara, Pemalang, Pekalongan, Tegal, Brebes, Klaten, Banyumas dan Boyolali (Distanbun, 2021).

Menurut PPID Temanggung (2022), ketinggian rata-rata Kabupaten Temanggung berada pada 500-1.450 m dpl yang merupakan daerah pegunungan yang terhampar dari sisi utara hingga ke sisi selatan. Secara teknik daerah yang memiliki ketinggian di atas 1.000 m dpl merupakan daerah yang baik untuk pertumbuhan dan produksi kopi arabika, oleh karena itu Jawa Tengah sangat potensial untuk pengembangan kopi arabika karena secara agroklimat cukup didominasi oleh pegunungan.

Rendahnya produktivitas kopi arabika di Kabupaten Temanggung dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah kurang optimalnya ketinggian penanaman kopi arabika, lalu minimnya peremajaan tanaman produksi, sehingga tanaman kopi yang sudah tua memiliki produktivitas rendah, selain kedua faktor tersebut petani belum memiliki kemampuan pengelolaan tanaman yang baik. Oleh karena itu, kopi arabika memiliki produksi yang berkaitan erat dengan karakteristik morfologi lahan (Arvi et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian tempat terhadap produksi dan morfologi kopi arabika.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Mei sampai dengan Juni 2023 di Kabupaten Temanggung, dengan penentuan sampel lokasi kecamatan yang memiliki sentra kopi arabika. Sampel kecamatan yaitu Kecamatan Ngadirejo pada ketinggian 900-1150 m dpl, Kecamatan Parakan pada ketinggian 1150-1400 m dpl, dan Kecamatan Kledung pada ketinggian lebih dari 1400 mdpl (Gambar 1).



Gambar 1. Peta administrasi Kabupaten Temanggung Provinsi Jawa Tengah

Teknik pengambilan responden dipilih menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu peneliti menentukan langsung lokasi dan sumber informasi penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara menggunakan kuisisioner, dengan total jumlah responden sebanyak 28 petani. Wawancara dilakukan pada petani kopi arabika, yang nantinya data tersebut menjadi data primer yang didapatkan langsung dari responden.

Metode analisis data yang digunakan yaitu metode regresi linear dari variabel tetap yaitu ketinggian, dan variabel bebas yaitu produktivitas. Data dianalisis menggunakan aplikasi SPSS versi 25. Analisis data menggunakan regresi bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y dengan melihat nilai R Square. Adapun metode analisis data yang digunakan untuk nilai R yang menunjukkan tingkat atau kategori pengaruh X terhadap Y seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat atau kategori pengaruh X terhadap Y (Sugiyono, 2007)

Nilai R square	Kategori
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Kemudian akan dilihat signifikansi dari kedua variabel dengan taraf signifikansi 5%. Uji signifikansi taraf 5% diberikan hipotesis yaitu, H_0 = tidak terdapat pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y, dan H_1 = terdapat pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y. Dengan

kriteria pengujian yaitu, jika signifikansi $< \alpha$, maka H_0 ditolak sehingga H_1 diterima, sedangkan jika signifikansi $> \alpha$, maka H_1 ditolak sehingga H_0 diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden menggunakan kuisioner meliputi luas lahan, umur tanaman, hasil produksi, dan pemeliharaan. Sedangkan nilai produktivitas didapatkan dari nilai produksi dan luas lahan. Adapun hasil tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data kesesuaian lahan kopi arabika

Parameter	Klas kesesuaian			
	S1	S2	S3	N
Iklm				
- Curah hujan tahunan (mm)	1.500-2.000	1.250 2.000-2.500	1.250 2.500-3.000	< 1.000 > 3.000
- Lama bulan Kering(<60 mm.bl n^{-1})	2-3	3-4	4-5 1-2	> 5 < 1
Ketinggian tempat (m dpl)				
	1.000-1.500	850-1.000 1.500-1.750	650-850 1.750-2.000	< 650 > 2.000
Lereng (%)				
	0-8	8-25	25-45	> 45
Sifat fisik tanah				
- Kedalaman efektif (cm)	> 150	100-150	60-100	< 60
- Tekstur	Lempung berpasir; Lempung berliat; Lempung berdebu; Lempung liat berdebu;	Pasir berlempung, Liat berpasir; Liat berdebu	Liat	Pasir; Liat berat
- Persentase batu dipermukaan (%)	-	0-3	3-15	> 15
Klas drainase				
	Baik	Agak baik	Agak buruk; Buruk; Agak berlebihan	Berlebihan; Sangat buruk
Sifat kimia tanah (0-30 cm)				
- pH	5,5-6	6,1-7,0 5,0-5,4	7,1-8,0 4,0-4,9	$> 8,0$ $< 4,0$
- C-Organik (%)	2-5	1-2 5-10	0,5-1 10-15	$< 0,5$ > 15
- KTK (me.100 g $^{-1}$)	> 15	10-15	5-10	< 5
- N (%)	$> 0,21$	0,1-0,2	$< 0,1$	-
- P $_2$ O $_5$ tersedia (ppm)	> 16	10-15	< 10	-

Berdasarkan Tabel 3, ketinggian terendah terdapat pada Kecamatan Ngadirejo yaitu dengan ketinggian 971 mdpl, sedangkan ketinggian tertinggi pada Kecamatan Kledung yaitu 1.644 m dpl. Hal ini sudah sesuai dengan kesesuaian lahan bagi tanaman kopi arabika. Pengembangan tanaman kopi arabika membutuhkan agroekologi yang tepat terutama ketinggian tempat yang berkisar antara 800 sampai 1.500 mdpl (Cahyadi et al., 2021). Ketinggian tempat yang optimal untuk tanaman kopi arabika berkisar 1.000-1.700 mdpl, apabila < 1000 mdpl maka tanaman akan mudah terserang penyakit karat daun, dan > 1.700 mdpl akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih cepat dari pada generatif sehingga produksinya tidak optimal (Syakir & Surmaini, 2017). Untuk luas lahan yang dimiliki oleh petani antara 0,25 sampai 2 Ha. Sebagian besar petani kopi arabika di

Kabupaten Temanggung, menanam kopi dengan menggunakan pola tanam pagar, dan tumpang sari dengan tanaman lain seperti tanaman horti, tembakau dan lain-lain. Para petani kopi di Kabupaten Temanggung mendapatkan bibit kopi arabika yang berasal dari bantuan pemerintah melalui dinas pertanian ataupun balai pertanian setempat. Umur tanaman kopi termuda yaitu berumur 10 tahun, dan umur tertua yaitu 25 tahun. Dapat dilihat bahwa umur tanaman kopi di Kabupaten Temanggung terdiri dari rentang 10-25 tahun, yang berarti semua tanaman kopi yang menjadi responden telah memasuki fase tanaman menghasilkan. Produksi kopi dipengaruhi oleh umur tanaman, yang dimulai pada tahun keempat hingga kelima dan berlangsung antara enam hingga dua puluh tahun (Lubis & Marbun, 2023). Varietas kopi arabika yang digunakan petani sebagian besar adalah Kartika, Linies dan Sigararutang. Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa produktivitas terendah yaitu 600 kg.ha⁻¹ berada pada ketinggian 1.340, 1.343, dan 1.434 m dpl, sedangkan produktivitas tertinggi yaitu 1.250 kg.ha⁻¹ berada pada ketinggian 1.524 m dpl.

Tabel 3. Data produktivitas kopi arabika pada berbagai ketinggian tempat di Kabupaten Temanggung

Ketinggian tempat (m dpl)	Umur tanaman (tahun)	Luas lahan (ha)	Produksi (kg)	Produktivitas (kg.ha ⁻¹)
971	15	1,50	1000,00	666,67
1.021	15	0,75	500,00	666,67
1.022	20	2,00	1500,00	750,00
1.028	10	1,00	700,00	700,00
1.030	20	1,00	700,00	700,00
1.059	15	0,50	350,00	700,00
1.069	20	0,50	350,00	700,00
1.097	10	0,50	350,00	700,00
1.132	20	0,50	350,00	700,00
1.141	20	1,00	700,00	700,00
1.144	20	1,00	700,00	700,00
1.147	15	0,50	350,00	700,00
1.326	10	0,25	150,00	600,00
1.339	10	1,50	950,00	633,33
1.340	10	0,25	150,00	600,00
1.343	10	0,50	300,00	600,00
1.405	17	1,00	750,00	750,00
1.420	20	0,50	350,00	700,00
1.423	10	1,00	750,00	750,00
1.434	14	0,25	150,00	600,00
1.440	20	1,00	800,00	800,00
1.444	20	1,00	800,00	800,00
1.462	20	1,50	1200,00	800,00
1.487	20	2,00	1500,00	750,00
1.524	23	2,00	2500,00	1250,00
1.590	22	1,00	900,00	900,00
1.598	20	1,00	900,00	900,00
1.644	25	0,50	450,00	900,00

Berdasarkan Tabel 4, *Significance F change* produktivitas yaitu $0,007 < 0,05$. Hal ini menandakan bahwa ketinggian memiliki nilai signifikansi lebih kecil daripada taraf signifikansi 5%. Sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, maka ketinggian memberikan pengaruh yang signifikan

terhadap produktivitas. Hal ini diperkuat oleh penelitian Cahyadi et al. (2021) yang mengatakan bahwa hasil tanaman kopi arabika tertinggi ditunjukkan pada ketinggian lebih dari 1400 mdpl sebesar 825 kg.ha⁻¹. Menurut Wang et al. (2015), budidaya kopi arabika pada ketinggian lebih dari 1400 mdpl selain dinilai lebih menghasilkan produktivitas tinggi, juga menghasilkan kualitas yang lebih baik dari pada budidaya pada dataran rendah. Ketika ketinggian meningkat, maka suhu, kelembaban relatif, dan intensitas cahaya relatif menurun (Yao et al., 2023), sedangkan proses pembungaan dan pembuahan kopi dipengaruhi oleh jumlah dan distribusi cahaya matahari yang dapat diserap tanaman (Sobari & Purwanto, 2012). Penelitian Saeed et al. (2014) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara sifat fisio-kimia tanah dengan ketinggian tempat, di mana C-organik meningkat seiring bertambahnya ketinggian dengan koefisien korelasi 0,826. Secara umum, tanaman kopi arabika menghendaki kondisi tanah yang memiliki C-organik sedang (Herman & Tjahjana, 2012).

Tabel 4. Hasil uji regresi

	r	R square	Std. error of the estimate	Sig. F change
Produktivitas (Y)	0,498	0,248	115,90341	0,007

Predictors: (Constant), Ketinggian

Dependent variable: Produktivitas

Variabel ketinggian terhadap produktivitas memberikan kontribusi nilai R square sebesar 24,8% dengan kategori rendah. Hal ini sejalan dengan pengaruh ketinggian terhadap produksi kopi arabika, dengan terdapat faktor lain yang mempengaruhi produktivitas sebesar 75,2% yang tidak diteliti dalam penelitian ini (Siregar, 2012). Angka tersebut tergolong tinggi dengan faktor lain yang termasuk seperti iklim, perawatan dan topografi. Menurut penelitian Kapuangan & Thaha (2023), menyatakan bahwa topografi dengan kelerengan yang curam mengakibatkan *run off* yang cepat, sehingga akan terjadi erosi. Erosi tersebut dapat menyebabkan terbawanya partikel-partikel tanah dan kandungan bahan organik pada tanah. Kapuangan & Thaha (2023), juga mengatakan bahwa bahan organik tanah yang terdapat pada tanaman kopi di lahan yang berlereng memiliki kadar yang dipengaruhi oleh kemiringan lahan, rata-rata kadar bahan organik dan unsur hara lainnya mengalami penurunan pada tengah sampai puncak lereng sedangkan pada kaki lereng kadar bahan organik mengalami peningkatan. Dengan demikian topografi juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap produksi dan produktivitas.

Menurut penelitian Syakir & Surmaini (2017), dampak dari perubahan iklim sangat berpengaruh terhadap menurunnya produksi kopi arabika, dengan adanya perubahan iklim juga akan mengakibatkan intensitas serangan hama dan penyakit meningkat. Curah hujan dan kecepatan angin yang tinggi juga sangat berpengaruh terhadap produksi kopi, tepatnya ketika tanaman kopi arabika memasuki fase pembungaan. Tingginya curah hujan dan kecepatan angin akan mengakibatkan rontoknya bunga kopi arabika, sehingga tidak terjadi pembuahan yang mengakibatkan menurunnya produksi kopi arabika. Erwiyono et al. (2009) menyatakan bahwa curah hujan 4-5 hari berturut-turut akan mengakibatkan gagalnya pembuahan pada tanaman kopi dengan risiko turunnya hasil panen.

Berdasarkan hasil wawancara petani juga memperkuat hasil penelitian, bahwasanya sebagian besar responden tidak melakukan perawatan seperti pemupukan dan pemangkasan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Mawardah & Ariska (2022), menyatakan bahwa pemeliharaan

pemangkasan sangat berpengaruh terhadap produktivitas kopi arabika. Tujuan pemangkasan sendiri adalah untuk mengurangi cabang non produktif agar menyediakan cabang baru yang nantinya akan menjadi cabang produktif. Pemangkasan pada dasarnya terbagi menjadi tiga, antara lain pemangkasan bentuk, pemangkasan produksi, serta pemangkasan rejuvenasi. Meskipun terbagi menjadi 3 macam pemangkasan, namun tujuan semua pemangkasan tersebut adalah untuk menekan produksi supaya mendapatkan hasil yang tinggi (Khayati et al., 2020).

Pada dasarnya usia tanaman kopi juga dapat mempengaruhi nilai produksi. Tanaman kopi Arabika tergolong tanaman tua apabila telah memasuki umur 20 tahun, hal ini juga berpengaruh terhadap produksi kopi arabika. Morfologi tanaman kopi dapat menjadi indikasi bahwa tanaman kopi tersebut sudah tua, dengan ciri batang yang besar cenderung keropos, berkurangnya cabang produktif, serta akar tanaman kopi yang tua sudah tidak lagi efektif dalam menyerap unsur hara. Akibatnya produktivitas akan lebih rendah sekitar 30% dari tanaman kopi arabika usia muda (Doctor of Agriculturas Sciences, 2023). Hal tersebut juga berbanding lurus dengan penelitian Sari *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa umur tanaman kopi arabika akan mempengaruhi produksi. Rendahnya hasil kopi arabika juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti rendahnya karakteristik tanah dan tergantung pada umur tanaman (Marbun et al., 2023).

Masa depan tanaman kopi Arabika akan bergantung pada penerapan langkah-langkah adaptif yang efektif dan strategi pertanian yang bijaksana salah satunya yaitu menempatkan tanaman ke daerah yang lebih tinggi (sesuai) untuk mengatasi risiko yang diantisipasi (Dias et al., 2024). Selain itu, agroekosistem kopi sebagian besar akan berkembang pada ketinggian antara 1000 dan 1300 m dpl, yang dikelola berdasarkan skema agroekologi dan dikelola sebagai sistem polikultur tradisional (Escamilla-Prado et al., 2021). Menurut Anhar et al. (2021), efek ketinggian positif lebih kuat terhadap produktivitas kopi di dataran menengah dan tinggi dibandingkan di dataran rendah. Ketinggian (terkait dengan suhu yang lebih rendah, ketersediaan air yang lebih banyak (curah hujan/kabut), dan periode pemasakan yang lama) juga merupakan faktor pendorong utama perubahan dan peningkatan kualitas kopi (Cassamo et al., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penanaman kopi arabika berada pada ketinggian antara 971–1.644 m dpl dimana ketinggian yang optimal bagi tanaman kopi arabika. Berdasarkan analisis data ketinggian terhadap produktivitas kopi arabika maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ketinggian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas, sehingga hasil penelitian sejalan dengan hipotesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, A., Abubakar, Y., Widayat, H. P., Muslih, A. M., Romano, & Baihaqi, A. (2021). Altitude, shading, and management intensity effect on arabica coffee yields in Aceh, Indonesia. *Open Agriculture*, 6(1), 254–262. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0220>
- Arvi, D., Syakur, & Karim, A. (2019). Hubungan ketinggian tempat dan kelerengan terhadap produksi kopi arabika gayo 1 di Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(4), 596–602. <https://jim.usk.ac.id/JFP/article/download/12826/6313>
- Bakoh, B., & Wibawanti, R. (2023). *Peningkatan Kapabilitas Penanganan OPT Tanaman Kopi*.

- Ditjenbun.Pertanian.Go.Id. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/peningkatan-kapabilitas-penanganan-opt-tanaman-kopi/>
- Cahyadi, M. D. P. A., Tarjoko, & Purwanto. (2021). Pengaruh ketinggian tempat terhadap sifat fisiologi dan hasil kopi arabika (*Coffea arabica*) di dataran tinggi desa Sarwodadi Kecamatan Pejawaran Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 7(1), 1–7. <https://jurnal.polibara.ac.id/index.php/agrosains/article/view/215>
- Cassamo, C. T., Manguze, A. V. J., Leitão, A. E., Pais, I. P., Moreira, R., Campa, C., Chiulele, R., Reis, F. O., Marques, I., Scotti-Campos, P., Lidon, F. C., Partelli, F. L., Ribeiro-Barros, A. I., & Ramalho, J. C. (2022). Shade and altitude implications on the physical and chemical attributes of green coffee beans from Gorongosa Mountain, Mozambique. *Agronomy*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy12102540>
- Dias, C. G., Martins, F. B., & Martins, M. A. (2024). Climate risks and vulnerabilities of the Arabica coffee in Brazil under current and future climates considering new CMIP6 models. *Science of The Total Environment*, 907(167753). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167753>
- Dirjenbun. (2023). *Peningkatan Kapabilitas Penanganan OPT Tanaman Kopi*. Ditjenbun.Pertanian.Go.Id. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/peningkatan-kapabilitas-penanganan-opt-tanaman-kopi/>
- Distanbun. (2021). Kopi Arabika Jawa Tengah. *Distanbun JatengProv*.
- Erwiyono, R., Yacob, R. Y., & Usmedi. (2009). Pengaruh pola curah hujan terhadap produksi kopi: Studi di satu perkebunan di Banyuwangi. *Jurnal Agrotropika*, 14(1), 29–36. <https://doi.org/10.23960/ja.v14i1.4227>
- Escamilla-Prado, E., Tinoco-Rueda, J., Pérez-Villatoro, H. A., de Jesús Aguilar-Calvo, Á., Sánchez-Hernández, R., & Ayala-Montejo, D. (2021). Socio-ecological Transformation in the coffee agroecosystem affected by rust in Chiapas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4), 643–653. <https://www.scienceopen.com/document?vid=b247ce78-7b1e-4fe1-9047-c4a97b90d733>
- Herman, M., & Tjahjana, B. E. (2012). Penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi. In *Bunga Rampai Inovasi Teknologi Tanaman Kopi untuk Perkebunan Rakyat* (p. 57). Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri.
- Isyariansyah, M. D., Sumarjono, D., & Budiraharjo, K. (2018). Analisis faktor-faktor produksi yang mempengaruhi produksi kopi robusta di Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang. *Agrisocionomics: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 2(1), 31. <https://doi.org/10.14710/agrisocionomics.v2i1.1482>
- Kapuangan, W., & Thaha, A. R. (2023). Pengaruh topografi terhadap beberapa sifat kimia tanah pada perkebunan kopi arabika rakyat di Desa Sanik Kecamatan Malimbong-Balepe' Kabupaten Tana Toraja. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(5), 1289–1296. <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v11i5.1891>
- Khayati, N., Wachjar, A., & Sudarsono, . (2020). Pengelolaan pemangkasan tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.) di Kebun Kalisat Jampit, PT Perkebunan Nusantara XII (Persero), Bondowoso, Jawa Timur. *Buletin Agrohorti*, 7(3), 295–301. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i3.30531>
- Lubis, M. A., & Marbun, P. (2023). Penilaian kesesuaian lahan kopi arabika di Kecamatan Pahae Julu dan Adian Koting. *Jurnal Online Agroteknologi*, 11(1), 19–25. <https://talenta.usu.ac.id/joa/article/download/13165/6281>

- Marbun, P., Bintang, Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Simanjuntak, D. R., Irly, I., & Sinuraya, M. (2023). Identification of soil physicochemical, land suitability, and its relationship to Coffee arabica yielding based on plant age groups. *Coffee Science*, 18(1). <https://doi.org/10.25186/v18i.2123>
- Maryuna, S., Hartuti, S., & Fadhil, R. (2022). Penilaian sensori kopi arabika gayo pada berbagai ketinggian menggunakan seduhan V60. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 787–790. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.22005>
- Mawardah, N., & Ariska, N. (2022). Teknik Pemeliharaan dan produksi kopi arabika (*Coffea arabica*) di Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(3), 1243–1246. <https://doi.org/10.37159/jpa.v24i3.2202>
- PPID, T. (2022). *PPID Temanggung*. PPID.
- Rizaty, M. A. (2022). *Konsumsi Kopi Indonesia Terbesar Kelima di Dunia pada 2021*. DataIndonesia.Id.
- Saeed, S., Younus, M., Barozai, K., Ahmad, A., & Shah, S. H. (2014). Impact of altitude on soil physical and chemical properties in Sra Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(3), 730–735.
- Sari, S. P. P., Hasan, I., & Ilsan, M. (2023). Faktor yang mempengaruhi produksi kopi arabika di Kabupaten Toraja Utara (Studi kasus di Desa Paongan, Kecamatan Buntu Pepasan). *Wiratani: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.33096/wiratani.v6i1.114>
- Sciences, D. of A. (2023). *Productive Age for Ideal Coffee Plants*. Program Studi Doktor Ilmu Pertanian Universitas Medan Area. <https://dokter.pertanian.uma.ac.id/2023/04/usia-produktif-bagi-tanaman-kopi-yang-ideal/>
- Sihite, L., Marbun, P., & Supriadi. (2015). Hubungan ketinggian tempat dan kemiringan lereng terhadap produksi kopi arabika sigarar utang di Kecamatan Lintong Nihuta. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 666–673. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i2.10349>
- Silalahi, A. V., & Rosyadi, R. I. (2024). Evaluasi kesesuaian lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) Desa Pucaksari Kecamatan Busungbiu Kabupaten Buleleng menggunakan analisis sistem informasi geografi. *Jurnal Spatial Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 24(1), 21–30. <https://doi.org/10.21009/spatial.241.003>
- Siregar, S. (2012). *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif*. Bumi Aksara.
- Sobari, I., & Purwanto, E. H. (2012). Pengaruh jenis tanaman penangung terhadap pertumbuhan dan persentase tanaman berbuah pada kopi arabika varietas Kartika 1. *Buletin Riset Tanaman Rempah Dan Aneka Tanaman Industri*, 3(3), 217–222. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bultri/article/view/1085>
- Sugiyono. (2007). *Statistika untuk penelitian*. CV. Alfabeta.
- Syakir, M., & Surmaini, E. (2017). Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2), 77–90. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p77-90>
- Wang, N., Jassogne, L., Asten Van, P. J. ., & Mukasa, D. (2015). *Evaluating coffee yield gaps and important biotic, abiotic, and management factors limiting coffee production in Uganda*. 63, 1–11.

Yao, R., Chen, Y., Lü, X., Wang, J., Yang, F., & Wang, X. (2023). Altitude-related environmental factors shape the phenotypic characteristics and chemical profile of Rhododendron. *Biodiversity Science*, 31(2), 1–15. <https://doi.org/10.17520/biods.2022259>