

Determinan Agroklimat Terhadap Produksi Cengkeh di Indonesia

Agroclimatic Determinants of Clove Production in Indonesia

Dudy Nugroho*, Anna Fitriani

Program Studi Magister Ekonomi Pembangunan, Pascasarjana Universitas Nusa Bangsa, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*Penulis korespondensi: d.nugroho2010@gmail.com

Received December 2025, Accepted July 2026, Published August 2026

ABSTRAK

Indonesia merupakan produsen cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terbesar di dunia, dengan kontribusi sekitar 73% terhadap produksi global, didukung oleh kondisi agroklimat tropis yang sesuai untuk pengembangan budidaya cengkeh. Namun, perubahan iklim yang ditandai oleh peningkatan suhu, ketidakpastian curah hujan, dan kejadian kekeringan telah menurunkan produktivitas cengkeh nasional menjadi sekitar 260–360 kg/ha, atau hampir 50% di bawah potensi produktivitas optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh faktor struktural dan agroklimat terhadap produksi cengkeh nasional serta implikasinya terhadap keunggulan komparatif Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data deret waktu periode 2002–2023 yang dianalisis menggunakan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas perkebunan dan suhu rata-rata tahunan memiliki koefisien positif masing-masing sebesar 0,387 dan 66.896, yang berasosiasi dengan peningkatan produksi cengkeh nasional, sedangkan curah hujan tidak berpengaruh signifikan secara parsial. Secara simultan ketiga variabel berpengaruh signifikan terhadap produksi cengkeh pada tingkat kepercayaan 95 %, yang ditunjukkan oleh nilai Fhitung sebesar 74,544 lebih besar daripada Ftabel 3,05 ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa produksi cengkeh Indonesia dipengaruhi oleh interaksi faktor struktural dan agroklimat. Oleh karena itu, penguatan pengelolaan perkebunan dan penerapan strategi adaptasi perubahan iklim menjadi penting untuk menjaga keberlanjutan produksi, memperkuat daya saing ekspor cengkeh Indonesia di tengah tantangan perubahan iklim global.

Kata kunci: cengkeh (*Syzygium aromaticum*), perubahan iklim, produktivitas perkebunan, agrostatistik

ABSTRACT

Indonesia is the world's largest producer of clove (*Syzygium aromaticum*), accounting for approximately 73% of global output, supported by agroclimatic conditions that are highly favorable for clove cultivation. However, climate change, manifested through rising temperatures, increasingly erratic rainfall patterns, and more frequent drought events, has contributed to a decline in national productivity to approximately 260–360 kg ha⁻¹, nearly 50% below its potential yield. This study examines the influence of structural and agroclimatic factors on Indonesia's clove production and assesses their implications for the country's comparative advantage. Using a quantitative approach, time-series data from 2002–2023 were analyzed through multiple linear regression. The results reveal that plantation area and annual average temperature exert positive effects on clove production, with coefficients of 0.387 and 66,896, respectively, whereas rainfall does not exhibit a statistically significant partial effect. Nevertheless, the variables jointly have a significant influence on production at the 95% confidence level, as indicated by an F-statistic of 74.544 exceeding the critical value of 3.05 ($p < 0.05$). These findings demonstrate that Indonesia's clove production is shaped by the interaction between structural and agroclimatic determinants. Strengthening plantation management, improving climate adaptation measures, and enhancing production resilience are therefore critical to sustaining productivity, preserving export competitiveness, and maintaining Indonesia's leading position in the global clove market under increasing climate-related pressures.

Keywords: clove (*Syzygium aromaticum*), climate change, plantation productivity, agrostatistics,

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terbesar di dunia dengan kontribusi sekitar 70–75% terhadap produksi global.

Keunggulan ini didukung oleh kondisi agroklimat tropis yang sangat sesuai bagi pertumbuhan cengkeh, ditandai oleh distribusi musim hujan dan kemarau yang relatif seimbang, intensitas penyinaran matahari

yang tinggi, serta suhu udara yang stabil. Secara fisiologis, tanaman cengkeh memerlukan suhu optimum 25–28°C dan curah hujan tahunan 1.500–2.500 mm untuk mendukung pertumbuhan, pembungaan, dan pembentukan hasil secara optimal (Isnaeni, 2010; Purseglove *et al.*, 2019; FAO, 2023). Oleh karena itu, produktivitas dan keberlanjutan produksi cengkeh sangat dipengaruhi oleh kondisi agroklimat, terutama variabilitas curah hujan dan suhu udara.

Meskipun Indonesia merupakan produsen cengkeh terbesar di dunia, produksi nasional masih belum mampu memenuhi kebutuhan domestik, dengan produksi hanya sekitar 70.000–80.000 ton per tahun dibandingkan dengan kebutuhan sekitar 120.000 ton per tahun, yang diperparah oleh rendahnya produktivitas kebun (260–360 kg ha⁻¹ dibandingkan potensi 500–600 kg ha⁻¹) serta penurunan luas areal tanam dari sekitar 742.000 ha menjadi 470.000 ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa selain faktor teknis budidaya, perubahan kondisi agroklimat yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman diduga menjadi salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap fluktuasi dan penurunan produksi cengkeh nasional (Darwati, 2018; Manullang *et al.*, 2023). Sebagai produsen cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terbesar di dunia, Indonesia memiliki peran strategis dalam menjaga pasokan dan stabilitas perdagangan cengkeh global. Keunggulan tersebut sangat bergantung pada kemampuan mempertahankan produktivitas dan keberlanjutan produksi nasional, yang pada gilirannya menentukan daya saing ekspor dan posisi Indonesia sebagai pemasok utama pasar internasional (Porter, 2018; Widodo and Susanti, 2020; Rahman *et al.*, 2023). Namun, dalam dua dekade terakhir, perubahan iklim telah memicu peningkatan suhu udara, perubahan pola curah hujan, pergeseran musim, serta meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem di berbagai wilayah Indonesia. Perubahan kondisi agroklimat tersebut berpotensi memengaruhi pertumbuhan vegetatif, pembungaan, pembentukan buah, dan produktivitas tanaman perkebunan. Muda *et al.* (2025) menunjukkan bahwa tren peningkatan suhu dan perubahan kondisi iklim di Indonesia telah memengaruhi tingkat kesesuaian agroklimat untuk pertanian tropis, mengindikasikan bahwa perubahan iklim dapat menjadi faktor pembatas penting bagi keberlanjutan produksi komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi, termasuk cengkeh.

Berbagai penelitian telah mengonfirmasi bahwa variabilitas agroklimat, terutama curah hujan dan suhu

udara, merupakan determinan utama produktivitas cengkeh. Manullang *et al.* (2023) melaporkan bahwa anomali curah hujan yang dipengaruhi fenomena El Niño dan La Niña mampu menjelaskan 70,8–84,8% variasi produktivitas cengkeh di Maluku, menunjukkan tingginya sensitivitas tanaman terhadap perubahan iklim. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada tingkat lokal atau regional dengan periode pengamatan yang relatif pendek dan lebih menitikberatkan pada aspek agroklimat secara parsial. Hingga saat ini, kajian yang mengintegrasikan variabilitas curah hujan, suhu udara, dan perubahan luas lahan sebagai faktor biofisik utama untuk menjelaskan dinamika produksi cengkeh Indonesia pada skala nasional dan jangka panjang masih sangat terbatas. Kesenjangan pengetahuan ini menyebabkan belum tersedianya dasar ilmiah yang memadai untuk mendukung perumusan kebijakan adaptasi perubahan iklim, pengembangan wilayah prioritas produksi, serta penguatan daya saing dan keberlanjutan industri cengkeh Indonesia.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengisi kesenjangan pengetahuan melalui analisis pengaruh variabilitas curah hujan, suhu udara, dan luas lahan terhadap produksi cengkeh Indonesia menggunakan data jangka panjang pada skala nasional. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menentukan dinamika produksi cengkeh serta menyediakan dasar ilmiah bagi pengelolaan produksi, pengembangan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim, penetapan wilayah prioritas, dan peningkatan daya saing ekspor cengkeh Indonesia secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variabilitas faktor agroklimat, terutama curah hujan dan suhu udara, dan luas lahan terhadap produksi cengkeh Indonesia melalui analisis data deret waktu pada skala nasional guna mengidentifikasi determinan utama dinamika produksi cengkeh.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan unit analisis Indonesia pada tingkat nasional. Analisis dilakukan menggunakan data sekunder deret waktu (*time series*) periode 2002–2023 yang bersumber dari Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, Badan Pusat Statistik (BPS), dan sumber data resmi lainnya. Penggunaan data jangka panjang dimaksudkan untuk mengidentifikasi tren produksi cengkeh nasional serta mengkaji pengaruh variabilitas faktor agroklimat (curah hujan dan suhu udara) dan

faktor biofisik (luas lahan) terhadap dinamika produksi cengkeh di Indonesia.

Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pengujian asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi untuk memastikan validitas, konsistensi, dan efisiensi estimasi model regresi (Gujarati and Porter, 2020; Wooldridge, 2021). Setelah seluruh asumsi terpenuhi, pengaruh faktor agroklimat dan biofisik terhadap produksi cengkeh nasional dianalisis menggunakan regresi linier berganda. Model empiris yang digunakan dirumuskan sebagai berikut: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \mu_t$,

Dimana Y_t adalah produksi cengkeh nasional (ton tahun⁻¹), X_{1t} adalah luas perkebunan cengkeh (ha), X_{2t} adalah curah hujan rata-rata tahunan (mm tahun⁻¹), X_{3t} adalah suhu udara rata-rata tahunan (°C), β_0 adalah konstanta, β_1 – β_3 merupakan koefisien regresi, dan μ_t adalah galat pengganggu. Model ini digunakan untuk mengukur pengaruh faktor agroklimat dan biofisik terhadap dinamika produksi cengkeh nasional secara kuantitatif serta menyediakan dasar empiris bagi perumusan kebijakan pengelolaan produksi dan strategi adaptasi perubahan iklim. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

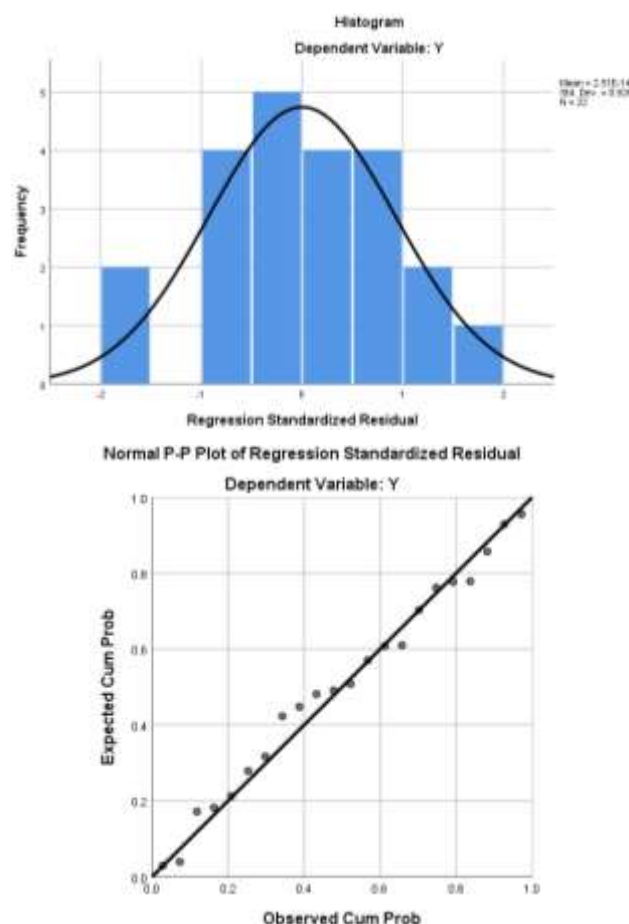
Uji Normalitas, Uji Multikolineritas, Uji Heteroskedastisitas, dan Uji Autokorelasi

Hasil uji asumsi klasik yang diuraikan sebagai berikut. Uji normalitas dilakukan menggunakan metode Kolmogorov–Smirnov. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,200, yang lebih besar dari tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi normal, sehingga memenuhi salah satu asumsi penting dalam analisis regresi linier dan layak untuk digunakan pada tahap analisis selanjutnya.

Tabel 1. Uji Normalitas Menggunakan Kolmogorov-Smirnov

		Unstandardized Residual
N		22
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	7889.68689223
Most Extreme Differences	Absolute	.099
	Positive	.067
	Negative	-.099
Test Statistic		.099
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

Hasil analisis menunjukkan bahwa data penelitian terdistribusi secara normal. Hal ini didukung oleh hasil uji statistik serta pengamatan visual melalui diagram dan scatterplot, di mana titik-titik data tersebar secara merata dan mengikuti pola normal di sekitar garis linier. Pola sebaran tersebut mengindikasikan tidak adanya penyimpangan distribusi yang signifikan, sehingga data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan dalam analisis regresi selanjutnya, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji Normalitas dengan Diagram Batang dan Scatterplot

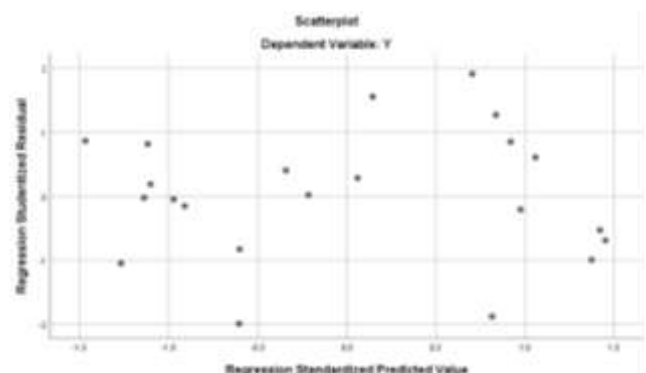
Uji multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan linear yang kuat antarvariabel independen. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai *tolerance* lebih besar dari 0,10, yaitu variabel luas perkebunan cengkeh (X_1) sebesar 0,538, curah hujan rata-rata tahunan (X_2) sebesar 0,879, dan suhu rata-rata tahunan (X_3) sebesar 0,541. Selain itu, nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk seluruh variabel berada di bawah 10, masing-masing sebesar 1,857 (X_1), 1,138 (X_2), dan 1,849 (X_3). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa tidak terdapat gejala multikolinearitas dalam model regresi, sehingga seluruh variabel independen layak digunakan dalam analisis lanjutan.

Tabel 2. Hasil Uji Multikolineritas dan Heteroskedasitas

	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
X1	0.538	1.857
X2	0.879	1.138
X3	0.541	1.849

Keterangan: luas lahan perkebunan cengkeh (X1), curah hujan rata-rata tahunan (X2), dan suhu rata-rata tahunan (X3)

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan mengamati pola sebaran residual melalui scatterplot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa titik-titik data tersebar secara acak dan merata di atas dan di bawah sumbu nol tanpa membentuk pola tertentu, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Pola sebaran tersebut mengindikasikan tidak adanya gejala heteroskedastisitas, sehingga varians residual dapat dinyatakan konstan dan model regresi memenuhi asumsi homoskedastisitas.



Gambar 2. Hasil Uji Heteroskesdasitas

Uji autokorelasi dilakukan menggunakan metode Durbin–Watson untuk mengetahui ada tidaknya korelasi serial pada residual model regresi. Pengujian dilakukan dengan jumlah variabel independen sebanyak tiga dan jumlah observasi sebanyak 22, sehingga diperoleh nilai batas bawah (dL) sebesar 1,053 dan batas atas (dU) sebesar 1,664 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan nilai Durbin–Watson (dw) sebesar 1,779. Karena nilai dw lebih besar dari dU ($1,779 > 1,664$) dan berada pada daerah tanpa autokorelasi, maka dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak mengalami gejala autokorelasi dan layak digunakan untuk analisis lanjutan.

Tabel 3. Hasil Uji Autokorelasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.962 ^a	.926	.913	852	1.779
				1.83582	

Uji Parsial Luas Lahan, Curah Hujan Rata-Rata Tahunan, dan Suhu Rata-Rata Tahunan

Berdasarkan hasil analisis Uji T yang telah dilakukan seperti yang ditampilkan pada tabel 4. Dapat disampaikan hasil uji parsial ini sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Koefisien pada Analisis Regresi

Berganda Produksi Cengkeh Nasional

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1821701.438	495743.174		-3.675	.002
	X1 (Luas Lahan)	.387	.046	.742	8.467	.000
	X2 (Curah Hujan)	-.2472	9.542	-.018	-.0259	.799
	X3 (Temperatur)	66896.982	19286.152	.303	3.459	.003

a. Pengujian koefisien β_1 untuk luas lahan

Hasil estimasi regresi menunjukkan bahwa nilai Thitung = 8,467 sehingga diperoleh hasil Thitung ($8,467 > T_{tabel}(2,101)$) pada tingkat signifikansi 5%, sehingga luas lahan perkebunan cengkeh berpengaruh positif dan signifikan secara parsial terhadap produksi cengkeh nasional. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan luas areal tanam secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan volume produksi melalui perluasan kapasitas output. Hasil penelitian ini konsisten dengan studi empiris di Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur, yang menunjukkan pengaruh positif dan signifikan luas lahan terhadap produksi cengkeh (Jelatu, 2023), serta penelitian prediksi produksi cengkeh Indonesia periode 2014–2021 yang menegaskan peran luas lahan sebagai determinan utama produksi nasional (Fauzani, 2025). Secara internasional, temuan ini sejalan dengan literatur ekonomi pertanian yang menyatakan bahwa luas areal tanam merupakan faktor struktural utama dalam menentukan output komoditas perkebunan dan rempah-rempah di negara tropis, khususnya pada komoditas dengan teknologi budidaya yang relatif homogen (Rahman *et al.*, 2022).

b. Penujian koefisien β_2 untuk curah hujan rata-rata tahunan

Hasil estimasi regresi menunjukkan bahwa nilai Thitung -0.259 sehingga diperoleh hasil Thitung ($-0.259 < T_{tabel}(2,101)$) pada tingkat signifikansi 5%, sehingga curah hujan rata-rata tahunan tidak berpengaruh signifikan secara parsial terhadap produksi cengkeh nasional. Temuan ini mengindikasikan bahwa variasi curah hujan tidak secara langsung menentukan fluktuasi produksi cengkeh pada tingkat agregat nasional. Hasil ini sejalan dengan penelitian di Sumatera Utara yang menemukan bahwa curah hujan tidak selalu berpengaruh signifikan terhadap produksi rempah-rempah, termasuk cengkeh, karena adanya faktor kompensasi dalam sistem budidaya (Sinaga, 2024). Studi lain juga menunjukkan bahwa perubahan produksi lebih kuat dipengaruhi oleh faktor non-iklim, seperti luas lahan, modal, dan tenaga kerja, sehingga pengaruh curah hujan menjadi tidak signifikan

tergantung pada spesifikasi model dan periode analisis (Alfiyyah, 2024). Secara internasional, temuan ini konsisten dengan literatur yang menegaskan bahwa dampak curah hujan terhadap produksi tanaman perkebunan bersifat kontekstual dan heterogen lintas wilayah, bergantung pada adaptasi lokal, karakteristik agroekologi, dan skala analisis yang digunakan (Miraji, 2013); Lobell and Burke, 2010)

c. Penujian koefisien β_3 untuk suhu rata-rata tahunan

Dari hasil regresi diperoleh bahwa nilai $T_{hitung} = 3.459$ sehingga diperoleh hasil $T_{hitung} (3.459) > T_{tabel} (2,101)$ pada tingkat signifikansi 5%, sehingga suhu rata-rata tahunan berpengaruh signifikan secara parsial terhadap produksi cengkeh nasional. Temuan ini mengindikasikan bahwa variasi suhu merupakan faktor agroklimat penting yang memengaruhi produktivitas cengkeh, terutama melalui pengaruhnya terhadap proses fisiologis tanaman dan pembentukan bunga. Hasil ini sejalan dengan penelitian di Kabupaten Boyolali yang menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cengkeh (Fitri, 2020). Secara internasional, temuan ini konsisten dengan studi di Tanzania yang menegaskan bahwa variabilitas suhu berpengaruh signifikan terhadap produksi tanaman rempah dan perkebunan (Miraji, 2013), serta didukung oleh literatur global yang menyatakan bahwa perubahan suhu memiliki dampak langsung terhadap hasil tanaman tropis, khususnya pada komoditas sensitif iklim (Lobell and Burke, 2010; Rahman et al., 2022).

Uji F untuk Determinasi Variabel

Uji F berfungsi untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai sebesar $(74,544) > F_{tabel} (3,05)$ dan signifikasinya $0,000 < 0,05$ seperti yang ditampilkan pada tabel 5. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara simultan variabel luas lahan (X_1), curah hujan rata-rata tahunan (X_2), dan suhu rata-rata tahunan (X_3) berpengaruh signifikan terhadap produksi cengkeh di Indonesia.

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda
Produksi Cengkeh Nasional

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	ig.
1 Regression	16240579314.685	3	5413526438.228	74.54	000
Residual	1307190344.405	18	72621685.800		
Total	17547769659.091	21			

Uji Simultan Luas Lahan, Curah Hujan Rata-Rata Tahunan, dan Suhu Rata-Rata Tahunan

Hasil analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa variabel luas lahan perkebunan cengkeh (X_1), curah hujan rata-rata tahunan (X_2), dan suhu rata-rata tahunan (X_3) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap produksi cengkeh nasional (Y). Temuan ini mengindikasikan bahwa produksi cengkeh di Indonesia dipengaruhi oleh kombinasi faktor struktural dan agroklimat yang saling berinteraksi. Hubungan antara variabel-variabel tersebut secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan regresi sebagai berikut: $Y = -1821701,438 + 0,387 X_1 - 2,472 X_2 + 66896,982 X_3$.

Di mana Y merupakan produksi cengkeh nasional (ton/tahun), X_1 adalah luas perkebunan cengkeh (hektar), X_2 menunjukkan curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun), dan X_3 merepresentasikan suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}C$). Koefisien regresi menunjukkan bahwa peningkatan luas lahan dan suhu rata-rata cenderung meningkatkan produksi cengkeh, sementara peningkatan curah hujan rata-rata tahunan berasosiasi dengan penurunan produksi, dengan asumsi variabel lain konstan.

Berdasarkan hasil estimasi koefisien regresi yang diperoleh, interpretasi masing-masing parameter dapat dijelaskan sebagai berikut. **Pertama**, nilai konstanta (α) sebesar $-1.821.701,438$ menunjukkan bahwa apabila seluruh variabel independent; luas lahan, curah hujan rata-rata tahunan, dan suhu rata-rata tahunan, diasumsikan bernilai nol, maka produksi cengkeh nasional diperkirakan bernilai negatif. Secara ekonometrik, konstanta ini tidak ditafsirkan secara literal, melainkan mencerminkan posisi intersep model ketika variabel penjelas berada di luar rentang pengamatan empiris. **Kedua**, koefisien regresi variabel luas perkebunan cengkeh (X_1) bernilai positif sebesar 0,387, yang mengindikasikan bahwa peningkatan luas lahan cengkeh sebesar satu hektar akan meningkatkan produksi cengkeh nasional sebesar 0,387 ton, dengan asumsi variabel lain konstan. Demikian pula, koefisien suhu rata-rata tahunan (X_3) yang bernilai positif sebesar 66.896,982 menunjukkan bahwa kenaikan suhu rata-rata tahunan sebesar $1^{\circ}C$ berasosiasi dengan peningkatan produksi cengkeh nasional, mencerminkan adanya sensitivitas produksi cengkeh terhadap kondisi suhu yang mendekati kisaran optimal pertumbuhan. **Ketiga**, koefisien regresi curah hujan rata-rata tahunan (X_2) bernilai negatif sebesar $-2,472$, yang berarti bahwa peningkatan curah hujan sebesar 1 mm per tahun berpotensi menurunkan produksi cengkeh nasional sebesar 2,472 ton, dengan asumsi faktor lain tetap. Hasil ini mengindikasikan bahwa curah hujan yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap produktivitas cengkeh, antara lain melalui peningkatan risiko penyakit tanaman dan gangguan pada fase pembungaan.

Dalam perspektif ekonomi internasional, hasil ini memperkuat argumen bahwa keunggulan

komparatif cengkeh Indonesia bersifat resource-based comparative advantage, yaitu keunggulan yang bersumber dari endowment alamiah berupa iklim tropis yang relatif stabil dan luas lahan yang memadai (Porter, 2018; Hidayah, 2022). Literatur perdagangan modern menunjukkan bahwa keunggulan berbasis sumber daya alam menjadi semakin penting dalam konteks perubahan iklim global, karena negara dengan agroklimat yang adaptif cenderung mampu mempertahankan stabilitas produksi dan daya saing ekspor (Costinot *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2022). Dengan demikian, produksi cengkeh Indonesia tidak hanya ditentukan oleh faktor ekonomi konvensional, tetapi juga oleh kapasitas adaptasi sistem produksi terhadap dinamika iklim, yang pada akhirnya memperkuat posisi Indonesia dalam rantai nilai dan perdagangan cengkeh global.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data periode 2002–2023, penelitian ini menunjukkan bahwa produksi cengkeh nasional secara signifikan dipengaruhi oleh luas perkebunan cengkeh dan suhu udara rata-rata tahunan, sedangkan curah hujan rata-rata tahunan tidak berpengaruh signifikan secara parsial. Namun, secara simultan luas lahan, curah hujan, dan suhu udara terbukti berpengaruh signifikan terhadap produksi cengkeh nasional pada tingkat kepercayaan 95%. Temuan ini menegaskan bahwa dinamika produksi cengkeh Indonesia merupakan hasil interaksi antara faktor biofisik dan agroklimat, dengan luas lahan dan suhu udara sebagai determinan utama produksi jangka panjang. Oleh karena itu, upaya peningkatan dan stabilisasi produksi cengkeh perlu diarahkan pada pengelolaan lahan yang berkelanjutan serta penguatan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pendekatan spasial atau panel data pada tingkat provinsi maupun kabupaten/kota untuk menangkap heterogenitas kondisi agroekologi antarwilayah, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih spesifik dan efektif dalam mendukung pengembangan serta ketahanan produksi cengkeh Indonesia secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiyyah. 2024. *Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pendapatan Petani Cengkeh di Kelurahan Lapai, Kecamatan Napa, Kabupaten Kolaka Utara*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Atikah, S. S. 2022. *Pengaruh Luas Lahan dan Produksi CPO terhadap Pertumbuhan Industri Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2000–2020*. Jurnal Eco-Buss, 5(1), 1–10.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2024. *Statistik Perkebunan Indonesia: Cengkeh*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Fauzani, N. A. 2025. *Prediksi Hasil Produksi Cengkeh di Indonesia*. Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (JURISISTEKNI), 661–667.
- Fitri, K. A. 2020. *Analisis Agihan Iklim terhadap Tanaman Cengkeh di Bagian Barat Lereng Timur Gunung Merapi dan Merbabu tahun 2017*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hidayah, M. F. 2022. *Indonesia Clove Export Competitiveness*. Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA), 6(3), 930–937.
- Hidayati, S. E. 2021. *Competitiveness and Factors Influencing Indonesian Clove Exports to Eight Destination countries (2005–2020)*. In Proceedings of the International Conference on Data Science and Official Statistics
- Hutapea, M. N. 2023. *Analisis Determinan Volume Ekspor Minyak Kelapa Sawit Sumatera Utara*. Jurnal Ecogen, 6(2), 213–221.
- Isnaeni, A. S. 2010. *Crop Land Suitability for Clove (Eugenia aromatica L.) Based on Agroclimate Aspects and Economic Feasibility: a Case Study of South Sulawesi Province*. Agromet, 24(2), 39–47.
- Jelatu, H. 2023. *Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produksi Cengkeh (Studi Kasus Kecamatan Poco Ranaka, Kabupaten Manggarai Timur)*. Jurnal Ilmiah Multidisiplin Madani, 1(2), 1–7.
- Knolle, H. 2023. *Climate Change and Economic Theory: A Neo-Ricardian Approach to the Economy of Climate Protection*. International Journal of Economy, Energy and Environment, 8(1), 12–16.
- Lelzaba, R. 2018. *Analisis Penawaran Ekspor Minyak Kelapa Sawit Sumatera Selatan ke Pasar Internasional*. Jurnal Universitas Sriwijaya,
- Manullang, A., Kastanja, A.Y., and Siahaya, V.G. 2023. *Rainfall Anomaly and its Effect on the Clove Productivity in Two Regions with Different Rain Pattern in Maluku*. Jurnal Budidaya Pertanian, 19(2), 99–107.
- Muda, S. A., Lakitan, B., Zulkarnain, Z., Heripan, H., Gustiar, F., Rizar, F. F., and Ria, R. P. 2025. *Evaluating Short-Term Climate Trends and Suitability for Tropical Urban Agriculture in Palembang and Jambi, Indonesia*. Journal of Global Sustainable Agriculture, 313-319.
- Miraji, K. M. 2013. *Effect of weather on clove production in Pemba Island, Tanzania*. Journal of Agricultural and Food Sciences,
- Rahman, S., Anik, A. R., and Sarker, J. R. 2022. *Climate, Environment, and Socio-Economic Drivers of Global Agricultural Productivity Growth*. Land, 11(4), 512. <https://doi.org/10.3390/land11040512>
- Sinaga, T. 2024. *Dampak Perubahan Iklim dan Cuaca terhadap Produktivitas Rempah Ekspor Sumatera Utara*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
- Wooldridge, J. M. 2021. *Introductory Econometrics: A Modern Approach (7th ed.)*. Cengage Learning.