

PENERAPAN METODE HOLT-WINTERS UNTUK MEMPREDIKSI PRODUKSI BIJI KOPI ARABICA LINTONG NIHUTA

Arina Prima Silalahi✉, Tamado Simon Sagala, Laura Sridevi Sihombing,
Harlen Gilbert Simanullang

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia, Medan, Indonesia
Email: primaarinasilalahi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No1.pp143-150>

ABSTRACT

Arabica coffee bean production in Lintong Nihuta fluctuates every month, requiring a method to predict future production volumes. Accurate predictions can aid production planning and decision-making. This study aims to predict Arabica coffee bean production using the Holt-Winters Multiplicative method, which can capture trends and seasonal patterns in time series data. The data used are 60 monthly production data from January 2021 to December 2025. The analysis process begins with determining the initial values of the level, trend, and seasonal components, followed by a smoothing process using parameters $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.45$, and $\gamma = 0.35$. Model evaluation was performed using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) using 2025 data as the evaluation data. The evaluation results show a MAPE value of 13.12%, indicating that the model has a good level of accuracy. The prediction results show that Arabica coffee bean production in 2026 is expected to fluctuate, with the highest predicted value in December at 75,297.15 kg and the lowest in May at 36,737.38 kg. Therefore, the Holt-Winters Multiplicative method can be used to predict Arabica coffee bean production in Lintong Nihuta District in the future.

Keyword: Holt-Winters, Multiplicative, Prediction, Coffee Production, Time Series, MAPE.

ABSTRAK

Produksi biji kopi Arabica di Lintong Nihuta mengalami fluktuasi setiap bulan sehingga diperlukan suatu metode untuk memprediksi jumlah produksi pada periode mendatang. Prediksi yang akurat dapat membantu dalam perencanaan produksi serta pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi produksi biji kopi Arabica menggunakan metode Holt-Winters Multiplikatif yang dapat menangkap pola tren dan musiman pada data deret waktu. Data yang digunakan merupakan data produksi bulanan dari Januari 2021 hingga Desember 2025 sebanyak 60 data. Proses analisis dimulai dengan penentuan nilai awal komponen level, trend, dan seasonal, kemudian dilakukan proses pemulusan menggunakan parameter $\alpha = 0,4$, $\beta = 0,45$, dan $\gamma = 0,35$. Evaluasi model dilakukan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dengan menggunakan data tahun 2025 sebagai data evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan nilai MAPE sebesar 13,12% yang menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang baik. Hasil prediksi menunjukkan bahwa produksi biji kopi Arabica pada tahun 2026 diperkirakan mengalami fluktuasi dengan nilai prediksi tertinggi pada bulan Desember sebesar 75.297,15 kg dan nilai terendah pada bulan Mei sebesar 36.737,38 kg. Dengan demikian metode Holt-Winters Multiplikatif dapat digunakan untuk memprediksi produksi biji kopi Arabika di Kecamatan Lintong Nihuta pada periode mendatang.

Kata Kunci: Holt-Winters, Multiplikatif, Prediksi, Produksi Kopi, Deret Waktu, MAPE.

PENDAHULUAN

Teknologi informasi adalah bidang yang mempelajari bagaimana data dapat diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya. Perkembangan teknologi saat ini semakin cepat berkembang termasuk dalam bidang industri perusahaan sehingga pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat dilakukan lebih cepat dan lebih akurat serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Kopi merupakan salah satu

komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional (Rahmawati et al., 2023). dan kopi Arabica memiliki permintaan pasar yang tinggi karena kualitas biji dan cita rasanya yang premium (Barus et al., 2025).

Perusahaan Olam Kopi di Kecamatan Lintong Nihuta mengolah dan mengirim biji kopi Arabica hasil panen petani, namun masih mengalami kesulitan dalam memprediksi jumlah produksi setiap periode karena perencanaan masih dilakukan secara manual



berdasarkan pengalaman sebelumnya, sehingga menimbulkan kendala dalam menyiapkan ruang penyimpanan, tempat penjemuran biji kopi, serta mengatur jumlah karyawan di gudang. Oleh karena itu diperlukan suatu metode peramalan untuk memprediksi jumlah produksi secara lebih akurat.

Metode Holt-Winters Exponential Smoothing mampu digunakan untuk melakukan peramalan produksi komoditas pertanian yang memiliki pola tren dan musiman serta menghasilkan tingkat akurasi yang baik (Rahayu & Yendra, 2024). Selain itu penelitian dari (Asri, 2021) juga menerapkan metode Holt-Winters untuk meramalkan produksi cabai rawit di Provinsi Jawa Barat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa Holt-Winters mampu menangkap pola musiman pada data produksi cabai rawit, dan menghasilkan tingkat akurasi yang baik. Evaluasi akurasi dilakukan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang menghitung rata-rata selisih absolut antara nilai prediksi dan nilai aktual.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil prediksi produksi biji kopi Arabica di Perusahaan Olam Kopi Lintong Nihuta serta mengetahui tingkat kesalahan atau nilai evaluasi prediksi menggunakan metode Holt-Winters, sehingga diharapkan dapat membantu perencanaan seperti menyiapkan ruang penyimpanan, tempat penjemuran biji kopi, serta mengatur jumlah karyawan di gudang secara lebih efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

Machine Learning

Machine Learning adalah cabang dari kecerdasan buatan yang mempelajari bagaimana komputer dapat belajar dari data, mengenali pola, dan membuat keputusan atau prediksi secara otomatis tanpa harus diprogram secara eksplisit untuk setiap tugas. Tidak hanya dapat menentukan aturan untuk tindakan yang optimal dalam pengambilan keputusan, mesin juga mampu beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi (Baruara et al., 2024; Owa et al., n.d.; Pratama et al., 2023)

Produksi Biji Kopi Arabica

Produksi biji kopi adalah seluruh proses dari budidaya hingga pascapanen yang bertujuan untuk menghasilkan biji kopi berkualitas tinggi. Sehingga mampu meningkatkan daya saing kopi di pasar nasional maupun internasional (Achyar et al., 2025).

Prediksi

Prediksi adalah proses memperkirakan sesuatu yang terjadi di masa depan dengan sistematis

berdasarkan data yang dimiliki dari masa lalu, agar kesalahannya dapat diminimalkan. prediksi juga merupakan masalah yang harus dihadapi karena prediksi berkaitan erat dengan pengambilan suatu keputusan (Riadi et al., 2024; Simanullang et al., 2022).

Data Deret Waktu (*Time Series*)

Menurut (Wahyu et al., 2023) Time series adalah urutan pengamatan yang berjarak pada jarak yang sama dalam waktu. Jenis data ini sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, karena data dikumpulkan pada interval waktu tertentu, seperti harian, mingguan, atau bulanan (Sitara et al., 2024).

Exponential Smoothing

Exponential smoothing adalah teknik peramalan pada data deret waktu yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa mendatang berdasarkan data historis (Adriano et al., 2025). Teknik ini bekerja dengan memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru seiring dengan bobot yang semakin kecil secara bertahap pada data yang lebih lama (Li et al., 2024).

Holt-Winters

Metode *Holt-Winters* merupakan gabungan dari metode *Holt* dan metode *Winters*, digunakan untuk peramalan jika data memiliki komponen pola trend dan musiman (Micheni et al., 2025; Xu et al., 2025). Model Holt-Winters menggunakan metode penghalusan eksponensial, suatu model peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak (Masyuni et al., 2021).

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

MAPE menghitung rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai aktual dan nilai hasil prediksi. Nilai MAPE dinyatakan dalam bentuk persentase, sehingga mudah dipahami dan diinterpretasikan. (Simanullang et al., 2022) Semakin kecil nilai MAPE, maka semakin baik tingkat akurasi model peramalan yang digunakan. Sebaliknya, jika nilai MAPE semakin besar, maka tingkat kesalahan prediksi juga semakin tinggi (Pleños, 2022).

METODE PENELITIAN

Framework Penelitian

Framework ini Untuk mengarahkan dan menyusun proses penelitian. Kerangka konseptual ini mencakup gambaran menyeluruh dari penelitian yang akan dilakukan, metode yang akan digunakan, dan

ruang lingkup penelitian. Untuk melihat struktur penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Framework Penelitian

Pengumpulan Data

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis produksi biji kopi Arabica bulanan yang diperoleh langsung dari Perusahaan Olam Kopi Lintong Nihuta. Data tersebut mencakup periode Januari 2021 hingga Desember 2025, dengan atribut utama berupa Tahun dan bulan sebagai penunjuk waktu dan jumlah produksi. Berikut adalah data produksi biji kopi arabica di Olam Kopi Lintong Nihuta Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Produksi Biji Kopi Arabica

	2021	2022	2023	2024	2025
Jan	28.903,40	32.448,80	38.472,90	39.747,10	48.319,00
Feb	18.703,90	21.605,60	28.232,30	37.377,00	39.710,60
Mar	25.343,90	33.950,50	38.984,70	34.215,90	36.687,30
Apr	22.787,70	25.801,10	26.352,60	29.219,10	34.495,80
Mei	19.730,20	22.015,40	27.233,10	30.140,30	32.116,60
Jun	27.029,70	29.816,40	35.461,10	32.752,90	38.358,00
Jul	29.726,90	34.279,80	39.729,70	34.905,80	29.160,40
Agus	17.523,50	21.675,90	26.842,80	31.846,80	30.576,60
Sep	23.686,50	27.589,30	30.059,00	40.164,70	44.313,00
Okt	32.807,00	34.104,20	37.781,20	51.442,70	53.432,90
Nov	36.236,20	35.228,20	48.066,50	53.807,70	56.536,70

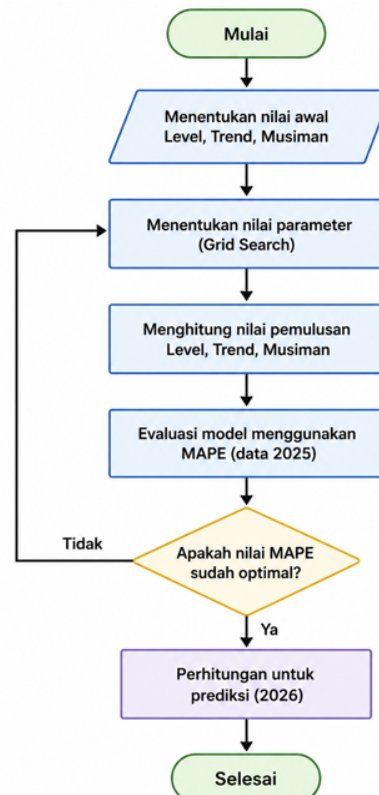
Setelah data terkumpul, dilakukan identifikasi jenis data. Dalam penelitian ini data dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Data model, yaitu data produksi tahun 2021–2024 yang digunakan untuk membangun model peramalan.
2. Data evaluasi, yaitu data produksi tahun 2025 yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan model.
3. Data prediksi, yaitu hasil peramalan produksi untuk tahun 2026.

Analisis Dan Penerapan Metode Holt-Winters

Analisis model dilakukan untuk menentukan metode peramalan yang sesuai dengan karakteristik data produksi biji kopi Arabica. Data yang digunakan merupakan data historis produksi bulanan periode Januari 2021 hingga Desember 2025. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis awal, data produksi menunjukkan adanya pola tren dari waktu ke waktu serta pola musiman bulanan yang berulang setiap tahun. Selain itu, besarnya fluktuasi musiman pada data tidak bersifat konstan, melainkan berubah mengikuti tingkat produksi pada setiap periode. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa data memiliki komponen level, tren, dan musiman yang saling berkaitan. Oleh karena itu, metode peramalan yang dipilih adalah Holt-Winters Multiplikatif.

Berikut tahap prediksi produksi biji kopi dengan menggunakan model Holt-Winters Multiplikatif dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Flowchart Holt-Winters Multiplikatif

Menentukan Nilai Awal Level, Trend, dan Musiman

Menentukan nilai awal level dengan rumus:

$$L_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=m}^m Y_i \quad (1)$$

Keterangan:

L_0 : Level awal

Y_i : Data aktual periode ke-i

m : Panjang musin (untuk data bulanan,m=12)

Menentukan nilai awal trend dengan rumus:

$$T_0 = \frac{1}{m} \left(\frac{Y_{m+1}-Y_1}{m} + \frac{Y_{m+2}-Y_2}{m} + \dots + \frac{Y_{m-i}-Y_{m-i}}{m} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

T_0 : nilai awal trend

Y_{m+1}, \dots, Y_{m-i} : data pada musim kedua

Y_1, \dots, Y_{m-i} : data pada musiman pertama

Menentukan nilai awal musiman dengan rumus:

$$S_i^{awal} = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}} \quad (3)$$

S_i^{awal} = Seasonal awal bulan ke-i

Menentukan Nilai Parameter (Grid Search)

Memilih parameter α, β, γ Nilai parameter berada pada rentang $0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$, Grid Search5. digunakan untuk menentukan nilai parameter terbaik pada metode Holt-Winters Multiplikatif, yaitu alpha (α), beta (β), dan gamma (γ) dengan cara mencoba seluruh kombinasi nilai parameter yang telah ditentukan dalam suatu rentang tertentu.

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai Pemulusan level, tren, dan musiman untuk setiap periode secara berulang.

Menghitung nilai pemulusan Level dengan rumus:

$$L_t = a \left(\frac{Y_t}{S_{t-m}} \right) + (1 - a)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4)$$

Keterangan:

L_t : nilai level pada periode ke-t

Y_t : data aktual pada periode ke-t

S_{t-m} : indeks musiman pada periode yang sama di musim sebelumnya

L_{t-1} : nilai level periode sebelumnya

T_{t-1} : nilai tren periode sebelumnya

a : parameter pemulusan level

Menghitung nilai pemulusanTrend dengan rumus:

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (5)$$

Keterangan:

T_t = Trend periode ke-t

β = Parameter pemulusan trend

$L_t - L_{t-1}$ = Perubahan level

Menghitung nilai pemulusan seasonal dengan rumus:

$$S_t = y \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - y)S_{t-m} \quad (6)$$

Keterangan:

S_t : indeks musiman pada periode ke-t

$\frac{Y_t}{L_t}$ = Rasio aktual terhadap level

y : parameter pemulusan musiman

4. Evaluasi Model Menggunakan MAPE

Secara matematis rumus Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

Y_t = Nila Aktual

\hat{Y}_t = Nilai hasil prediksi

N= Jumlah Data

5. Menghitung Nilai Prediksi

Tahap akhir adalah peramalan produksi tahun 2026 menggunakan nilai hasil refit, yaitu L_{60} , T_{60} , dan indeks musiman 12 bulan terakhir.

$$\hat{Y}_{t+h} = (L_t + hT_t)S_{t-m+h}$$

Keterangan:

\hat{Y}_{t+h} : nilai ramalan untuk periode ke-t + h

h: horizon peramalan (jumlah periode ke depan)

T_t : nilai tren pada periode ke-t

S_{t+h-m} : indeks musiman periode yang bersesuaian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Nilai Awal Level

Level awal dihitung dengan mengambil rata-rata 12 bulan pertama (tahun 2021), yang merepresentasikan nilai dasar produksi pada awal periode.

$$L_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=m}^m Y_i$$

$$L_0 = \frac{1}{12} (28.903,40 + 18.703,90 + 25.343,40 \dots$$

$$+ 38.405,7)$$

$$L_0 = \frac{321.184,30}{12}$$

$$L_0 = 26.765,36$$

Trend awal dihitung dari rata-rata selisih antara data musim pertama dan musim kedua (2021 dan 2022), sehingga diperoleh gambaran arah kenaikan atau penurunan produksi tahunan.

$$T_0 = \frac{1}{m} \left(\frac{Y_{m+1} - Y_1}{m} + \frac{Y_{m+2} - Y_2}{m} + \dots + \frac{Y_{m-i} - Y_{m-i}}{m} \right)$$

$$T_0 = \frac{1}{12} \left(\frac{32.448,80 - 28.903,40}{12} + \frac{21.605,60 - 18.703,90}{12} + \dots + \frac{39.409,80 - 38.705,40}{12} \right)$$

$$T_0 = \frac{1}{12} \left(\frac{3.545,4}{12} + \frac{2.901,7}{12} + \dots + \frac{704,4}{12} \right)$$

$$T_0 = \frac{1}{12} (295,45 + 241,81 + \dots + 58,7)$$

$$T_{awal} = \frac{3.061,73}{12} = 255,14$$

Perhitungan rata-rata keseluruhan dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data model yang digunakan kemudian dibagi dengan jumlah data yang digunakan.

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N Y_t$$

$$\bar{Y} = \frac{28.903,40 + 18.703,90 + 25.343,90 + 22.787,70 + \dots + 57.149,70}{48}$$

$$\bar{Y} = \frac{1.579.932,50}{48} = 32.915,26$$

Menghitung rata-rata tiap bulan:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum Y_{bulan\ ke\ i}}{Jumlah\ tahun}$$

$$\bar{Y}_{jan} = \frac{28.903,40 + 32.448,80 + 38.472,90 + 39.747,10}{4}$$

$$= \frac{139.572,20}{4}$$

$$\bar{Y}_{jan} = 34.893,05$$

Menghitung Seasonal awal :

$$S_i^{awal} = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}}$$

$$S_{jan}^{awal} = \frac{34.893,05}{32.915,26} = 1,0603$$

Menghitung jumlah seasonal:

Jumlah seasonal diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai seasonal awal dari bulan Januari hingga Desember. Nilai ini digunakan untuk menghitung rata-rata seasonal dengan rumus

$$\sum_{i=1}^m S_i$$

$$\sum S_i = 1,06034 + 0,80468 + 1,00658 + 0,79132$$

$$+ 0,75302 + 0,95009 + 1,05328$$

$$+ 0,74367 + 0,92304 + 1,18617$$

$$+ 1,31687 + 1,41093$$

$$= 12$$

Menghitung rata-rata seasonal dengan rumus persamaan 2

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$$

Rata-rata seasonal dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai indeks musiman (S_i) dari bulan Januari sampai Desember, kemudian dibagi dengan jumlah periode musim yaitu 12 bulan. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa rata-rata indeks musiman bernilai 1.

$$\frac{1}{12} \sum S_i = \frac{1}{12} \times 12$$

$$= \frac{12}{12} = 1$$

Dilakukan untuk semua bulan sampai rata-rata seasonal=1, Menghitung normalisasi seasonal =1 dengan rumus

$$S_i = \frac{S_i^{awal}}{Rata - rata\ seasonal}$$

$$S_{jan} = \frac{1,06034}{1} = 1,0603$$

Karena penyebut = 1, maka seluruh nilai tidak berubah.

- 1.
2. Tahap Pemulusan (Smoothing)

Perhitungan prediksi dilakukan menggunakan rumus Holt-Winters dengan memasukkan nilai level (L_{t-1}), trend (T_{t-1}), dan indeks musiman (S_{t-m}) yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya.

$$F_t = (L_{t-1} + T_{t-1}) \times S_{t-m}$$

$$F_{jan22} = (26.765,36 + 255,14) \times 1,06034$$

$$= 27.020,5 \times 1,06034$$

$$= 28.651,03$$

Berikut akan ditentukan nilai pemulusan Level dengan rumus

$$L_t = a \left(\frac{Y_t}{S_{t-m}} \right) + (1 - a)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$L_{jan2022} = 0,4 \left(\frac{32.448,80}{1,06034} \right) + 1$$

$$- 0,4(27.020,50)$$

$$= 0,4(30.602,25) + 0,6(27.020,50)$$

$$= 12.240,9 + 16.212,26$$

$$= 28.453,16$$

Berikut akan ditentukan nilai pemulusan Trend

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$T_{Jan2022} = 0,45(28.453,16 - 26.765,36) + 1 - 0,45(255,14)$$

$$= 0,45(1.687,8) + 0,55(255,14)$$

$$= 759,51 + 140,327$$

$$= 899,84$$

Berikut akan ditentukan nilai pemulusan Trend dengan rumus:

$$S_t = y\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1 - y)S_{t-m}$$

$$S_{Jan22} = 0,35\left(\frac{32.448,80}{28.453,16}\right) + 1 - 0,35(1,06034)$$

$$= 0,35(1,14042) + 0,65(1,06034)$$

$$= 0,35(1,14042) + 0,68922$$

$$= 1,09$$

Tabel 2. Hasil Model dan Pemulusan

Bln/Thn	Data Aktual	Lt	Tt	St	Forecast
Jan-21	28.903,40	26765,3583 3	255,14	1,06034	
Feb-21	18.703,90			0,80468	
Mar-21	25.343,90			1,00658	
Apr-21	22.787,70			0,79132	
May-21	19.730,20			0,75302	
Jun-21	27.029,70			0,95009	
Jul-21	29.726,90			1,05328	
Aug-21	17.523,50			0,74367	
Sep-21	23.686,50			0,92304	
Oct-21	32.807,00			1,18617	
Nov-21	36.236,20			1,31687	
Dec-21	38.705,40			1,41093	
Jan-22	32.448,80	28.453,16	899,84	1,09	28.651,03
Feb-22	21.605,60	28.351,83	449,31	0,79	23.619,65
Mar-22	33.950,50	30.772,14	1.336,26	1,04	28.990,59
Apr-22	25.801,10	32.307,13	1.425,69	0,79	25.407,95
May-22	22.015,40	31.934,20	616,31	0,73	25.401,39
Jun-22	29.816,40	32.083,34	406,08	0,94	30.062,05
Jul-22	34.279,80	32.511,97	416,23	1,05	34.220,41
Aug-22	21.675,90	31.415,76	-264,37	0,72	24.487,80
Sep-22	27.589,30	30.646,62	-491,52	0,92	28.754,10
Oct-22	34.104,20	29.593,63	-744,18	1,17	35.769,20
Nov-22	35.228,20	28.010,25	-1.121,82	1,30	37.991,00
Dec-22	39.409,80	27.305,75	-934,03	1,42	37.937,79
Jan-23	38.472,90	29.941,53	672,38	1,16	28.745,17
Feb-23	28.232,30	32.663,18	1.594,55	0,82	24.184,99
Mar-23	38.984,70	35.548,75	2.175,51	1,06	35.628,04
Apr-23	26.352,60	35.977,64	1.389,53	0,77	29.802,17
May-23	27.233,10	37.342,55	1.378,45	0,73	27.278,03
Jun-23	35.461,10	38.322,43	1.199,09	0,93	36.397,74
Jul-23	39.729,70	38.848,04	896,02	1,04	41.497,60
Aug-23	26.842,80	38.759,10	452,79	0,71	28.615,72
Sep-23	30.059,00	36.596,26	-724,24	0,89	36.074,94
Oct-23	37.781,20	34.439,86	-1.368,71	1,14	41.970,26
Nov-23	48.066,50	34.632,38	-666,16	1,33	42.992,50
Dec-23	50.455,10	34.592,44	-384,36	1,43	48.232,03
Jan-24	39.747,10	34.230,74	-374,16	1,16	39.681,37
Feb-24	37.377,00	38.546,63	1.736,36	0,87	27.762,40
Mar-24	34.215,90	37.081,45	295,67	1,01	42.699,97
Apr-24	29.219,10	37.605,03	398,23	0,77	28.780,38
May-24	30.140,30	39.317,19	989,50	0,74	27.742,38
Jun-24	32.752,90	38.271,28	73,57	0,90	37.485,22
Jul-24	34.905,80	36.432,22	-787,11	1,01	39.878,64
Aug-24	31.846,80	39.328,93	870,61	0,74	25.308,03
Sep-24	40.164,70	42.171,27	1.757,89	0,91	35.777,59
Oct-24	51.442,70	44.407,57	1.973,17	1,15	50.079,24
Nov-24	53.807,70	44.011,21	906,88	1,29	61.686,38
Dec-24	57.149,70	42.936,78	15,29	1,40	64.232,87

Menghitung Nilai Evaluasi

Perhitungan prediksi produksi tahun 2025 dilakukan dengan menggunakan rumus Holt-Winters dengan nilai level (Lt-1), trend (Tt-1), dan musiman (St-m) dari periode sebelumnya.

$$F_{Jan2025} = (42.936,78 + 15,29) \times 1,16$$

$$= 49.824,40$$

Menghitung Nilai Error dengan rumus persamaan

$$Error_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

$$Error_{Jan2025} = 48.319,00 - 49.824,40$$

$$= -1.505,40$$

Menghitung nilai APE dengan rumus persamaan

$$APE_t = \left| \frac{Error_t}{Y_t} \right| \times 100\%$$

$$APE_{Jan2025} = \left| \frac{-1.505,40}{48.319,00} \right| \times 100\%$$

$$= 3,115\%$$

Menghitung nilai MAPE dengan rumus persamaan

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\%$$

$$MAPE = \left| \frac{3,1155 + 7,5140 + 21,0922 + 15,5106 + 25,4395 + 8,5346}{12} \right| \times 100\%$$

$$= 13,12\%$$

Perhitungan dilakukan dengan menentukan error (selisih antara aktual dan prediksi), kemudian menghitung Absolute Percentage Error (APE) untuk setiap bulan, dan akhirnya dirata-ratakan untuk memperoleh nilai MAPE. Dari perhitungan diperoleh MAPE sebesar 13,12%, yang termasuk kategori baik karena berada di bawah 20%. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang akurat.

Menghitung Nilai Prediksi

Tahap akhir adalah peramalan produksi tahun 2026. Prediksi dilakukan menggunakan rumus Holt-Winters Multiplikatif, yaitu kombinasi antara komponen level yang ditambah trend sesuai langkah prediksi (h) dan dikalikan dengan indeks musiman yang sesuai dengan bulan yang diprediksi.

$$\hat{Y}_{t+h} = (L_t + hT_t)S_{t-m+h}$$

$$\hat{Y}_{Jan2026} = (44.997,47 + 1(797,14))1,15$$

$$= 45.794,61 \times 1,15$$

$$= 52.663,80$$

$$\hat{Y}_{Feb2026} = (44.997,47 + 2(797,14))0,88$$



$$\begin{aligned}
 &= (44.997,47 + 1.594,28) \times 0,88 \\
 &= 46.591,75 \times 0,88 \\
 &= 42.450,58
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 3, ditampilkan hasil prediksi produksi biji kopi Arabika untuk periode Januari hingga Desember 2026 menggunakan metode Holt-Winters. Tabel tersebut menunjukkan nilai hasil prediksi produksi pada setiap bulan yang diperoleh dari perhitungan model yang telah dibangun pada penelitian ini. Dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Prediksi 2026

Bulan/Tahun	Prediksi 2026
Jan-26	52.663,80
Feb-26	41.000,74
Mar-26	45.967,22
Apr-26	38.066,96
May-26	36.737,38
Jun-26	44.802,28
Jul-26	47.037,03
Aug-26	39.558,43
Sep-26	50.606,58
Oct-26	61.973,58
Nov-26	68.820,49
Dec-26	75.297,15

Tampilan Hasil dan Pemulusan

Hasil Model & Pemulusan ditampilkan hasil perhitungan komponen Level (Lt), Trend (Tt), dan Seasonal (St). Dilihat pada Gambar 3.

Bulan	Aktual	Level	Trend	Seasonal	Forecast
0 Jan-21	28903.4	26765.36	255.14	1.0603	None
1 Feb-21	18703.9	None	None	0.8047	None
2 Mar-21	25343.9	None	None	1.0066	None
3 Apr-21	22787.7	None	None	0.7933	None
4 May-21	19730.2	None	None	0.753	None
5 Jun-21	27029.7	None	None	0.9501	None
6 Jul-21	29726.9	None	None	1.0533	None
7 Aug-21	17523.5	None	None	0.7437	None
8 Sep-21	23686.5	None	None	0.923	None
9 Oct-21	32807	None	None	1.1862	None

Gambar 3. Hasil dan pemulusan

Tampilan Hasil Evaluasi

Berdasarkan hasil evaluasi pada data tahun 2025, diperoleh nilai MAPE sebesar 13,12% yang menunjukkan model Holt-Winters Multiplikatif memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memprediksi produksi kopi. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dibangun sudah cukup mampu menangkap pola level, tren, dan musiman pada data produksi kopi, sehingga model tersebut dapat digunakan untuk melakukan

prediksi produksi kopi pada tahun 2026. Dilihat pada Gambar 4.

MAPE Evaluasi 2025
 13.12

Bulan	Aktual	Level	Trend	Seasonal	Prediksi	Error	MAPE (%)
48 Jan-25	48319	42432.97	-218.3	1.15	49824.4	-1505.4	3.1155
49 Feb-25	39710.6	43586.55	399.05	0.88	36726.76	2983.84	7.514
50 Mar-25	36687.3	40920.98	-980.03	0.97	44425.46	-7738.16	21.0922
51 Apr-25	34495.8	41884.47	-105.45	0.79	30754.53	3741.27	10.8456
52 May-25	32116.6	42427.74	186.47	0.75	30916.47	1200.13	3.7368
53 Jun-25	38358	42616.53	187.51	0.9	38352.79	5.21	0.0136
54 Jul-25	29160.4	37231.1	-2320.31	0.93	43232.08	-14071.68	48.2561
55 Aug-25	30576.6	37474.37	-1166.7	0.77	25833.98	4742.62	15.5106
56 Sep-25	44313	41262.84	1063.13	0.97	33039.98	11273.02	25.4395
57 Oct-25	53432.9	43980.94	1807.87	1.17	48674.87	4758.03	8.9047

Gambar 4. Hasil Evaluasi

Tampilan Hasil Prediksi

Berikutnya dilakukan prediksi untuk Januari hingga Desember 2026. Dilihat pada Gambar 5.

Bulan	Forecast
0 Jan-26	52663.8
1 Feb-26	41000.74
2 Mar-26	45967.22
3 Apr-26	38066.96
4 May-26	36737.38
5 Jun-26	44802.28
6 Jul-26	47037.03
7 Aug-26	39558.43
8 Sep-26	50606.58
9 Oct-26	61973.58

Gambar 5. Hasil Prediksi 2026

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap data produksi biji kopi Arabica Lintang Nihuta periode 2021–2025 menggunakan metode Holt-Winters Multiplikatif, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan prediksi produksi biji kopi Arabica di Perusahaan Olam Kopi Lintang Nihuta menggunakan metode Holt-Winters Multiplikatif dengan parameter pemulusan terbaik yaitu $\alpha = 0,4$, $\beta = 0,45$ dan $\gamma = 0,35$, menunjukkan bahwa produksi pada tahun 2026 diperkirakan mengalami fluktuasi setiap bulan. Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, nilai produksi tertinggi diperkirakan terjadi pada bulan Desember sebesar 75.297,15 kg, sedangkan produksi terendah diperkirakan terjadi pada bulan Mei sebesar 36.737,38 kg.
2. Berdasarkan hasil evaluasi model menggunakan data tahun 2025 diperoleh nilai MAPE sebesar 13,12%, yang menunjukkan bahwa metode Holt-Winters memiliki tingkat akurasi baik dalam memprediksi produksi biji kopi arabica.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyar, A. M., Putri, A. O., Ghifari, M., Ahmad, N. R., & Olivia, Z. Y. (2025). *Optimalisasi Keuntungan Produksi Biji Coffee Menggunakan Programan Linear Metode Simpleks*. 3, 22–36.
- Adriano, M., & Herlambang, K. (2025). Peramalan Permintaan Produksi Gempur 480sl 5 Liter Menggunakan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(4), 1566-1574.
- Asri, Y. (2021). Peramalan Produksi Cabai Rawit Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode Holt-Winters. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 4(Special Issue 2), 864-872.
- Baruara, T. R., Manullang, H. G., & Silalahi, A. P. (2024). Analisa Algoritma K-Medoids Dalam Pengelompokan Umpasa Batak Toba. *Methodika: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 4(2), 1–10.
- Barus, J. B., Sukadama, I. W., & Al., E. (2025). *Analisis Faktor yang Memengaruhi Volume Ekspor Kopi Sumatera Utara*. 4.
- Li, C., Xu, H., Yu, W., Du, Z., & Liu, Y. (2024). Exponential smoothing-based fixed-time path-guided coordinated control of unmanned surface vehicles under communication interruption. *Ocean Engineering*, 298, 117119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117119>
- Masyuni, I. A., Nugroho, B. K., Mardikawati, B., & Hidayat, D. W. (2021). Peramalan Jumlah Penumpang Angkutan Bus Antar Kota Antar Propinsi Menggunakan Metode Holt-Winters. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 2(1), 49-56.
- Micheni, N. K., Atitwa, E. B., & Kimani, P. M. (2025). Prediction of Domestic Value-Added Tax in Kenya Using SARIMA and Holt-Winters Methods. *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, 55(3).
- Owa, K., & Adewole, O. (2025). Benchmarking machine learning techniques for phishing detection and secure URL classification. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 14(1), 20-37.
- Pleños, M. (2022). Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing: Application to Abaca Fiber Data. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego*, 22(2), 17–29. <https://doi.org/10.22630/prs.2022.22.2.6>
- Pratama, R., Herdiansyah, M. I., Syamsuar, D., & Syazili, A. (2023). Prediksi Customer Retention Perusahaan Asuransi Menggunakan Machine Learning. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(1), 96–104. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i1.1507>
- Rahayu, A. N., & Yendra, R. (2024). Peramalan Jumlah Produksi Bawang Merah, Cabai Besar dan Cabai Rawit di Provinsi Riau dengan Metode Holt-Winter Multiplicative. *Indonesian Council of Premier Statistical Science*, 3(2), 45-53.
- Rahmawati, T. W., Santoso, S. I., & Nurfadillah, S. (2024). Analisis trend luas lahan dan produksi kopi di Indonesia. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*, 42(2), 145-153.
- Riadi, I., Umar, R., & Anggara, R. (2024). Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Berdasarkan Riwayat Akademik Menggunakan Metode Naïve Bayes. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 191-203.
- Simanullang, H. G., Silalahi, A. P., & Sartika, D. (2022). Prediksi Jumlah Pasien Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Least Square Method Berbasis Android. *Informatika*, 14(1), 86–93.
- Sitara, S., Fatima, W., & Rahimi, A. (2024). A review of time-series forecasting algorithms for industrial manufacturing systems. *Machines*, 12(6), 380.
- Wahyu, F., & Hendrik, B. (2023). Perbandingan Algoritma Time Series Dan Fuzzy Inference System Dalam Analisis Data Deret Waktu. *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi Dan Sains*, 1(3), 16-24.
- Xu, J., Zhang, R., Wang, S., Gavrillov, A. I., & Wang, X. (2025). Holt-Winters-Based Time Series Modeling for Smart Grid Energy Forecasting Using Household Power Data. *2025 IEEE 20th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIEA65512.2025.11149138>