

Peramalan Produksi Kelapa Sawit Dengan Metode *Exponential Smoothing*

Rahmadeni¹, Anggun Nidia Egianta²

Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Email: ¹rahmadeni@uin-suska.ac.id, ²121504241234@students.uin-suska.ac.id.

Abstrak

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian penting yang memiliki kontribusi signifikan terhadap ekonomi global. Salah satu daerah yang memproduksi tanaman kelapa sawit di Indonesia yaitu provinsi Riau. Provinsi Riau merupakan provinsi penyumbang produksi kelapa sawit terbesar di Pulau Sumatera. Produksi kelapa sawit selalu mengalami perubahan kenaikan dan penurunan jumlah produksi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan model terbaik dari metode *Exponential Smoothing* yang digunakan dalam meramalkan data produksi kelapa sawit. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa dengan *MAPE* 7,63%, model TES Holt-Winter musim Aditif menunjukkan perolehan tingkat akurasi terkecil diantara model lainnya. Sehingga model TES Holt-Winter aditif menjadi model terbaik dalam meramalkan produksi kelapa sawit, dengan hasil peramalan pada tahun 2024 sebesar 2185045 Kg.

Kata kunci: *Exponential Smoothing, kelapa sawit, peramalan*

Abstract

Oil palm is an important agricultural commodity that has a significant contribution to the global economy. One of the areas that produce oil palm plants in Indonesia is Riau province. Riau Province is the largest contributor to oil palm production on the island of Sumatra. Palm oil production always experiences changes in the increase and decrease in the amount of production. The purpose of this study is to determine the best model from the Exponential Smoothing method used for forecasting palm oil production data. Based on the research findings the TES Holt Winter additive model achieved the lowest MAPE of 7.63%, compared to other models. Therefore, the TES Holt-Winter additive is the best model in forecasting palm oil production.

Keywords: *Exponential Smoothing, forecasting, palm oil*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan lahan pertanian dan perkebunan terbesar di ASEAN [1]. Salah satu komoditas utama adalah kelapa sawit, yang berperan penting dalam sektor pertanian dan perkebunan nasional. Pada tahun 2023, Kementerian Pertanian memperkirakan luas perkebunan kelapa sawit Indonesia mencapai 16,83 juta hektar dengan produksi 48,23 juta ton [2], menjadikannya komoditi ekspor terbesar di dunia [3].

Perkebunan kelapa sawit tersebar di 25 provinsi [4], dengan Pulau Sumatera sebagai penyumbang terbesar, memiliki luas area 10.201.658 hektar dan produksi 25.472.593 ton [2]. Provinsi Riau adalah penghasil utama di Sumatera, dengan luas 3.494.583 hektar dan produksi 9.059.611 ton pada tahun 2023 [2]. Perusahaan swasta, seperti PT Bhumireksa Nusasejati, memiliki sebagian besar area perkebunan di Riau.

Produktivitas kelapa sawit tidak selalu stabil, dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti iklim dan kesuburan tanah [5]. Ketidakstabilan ini menimbulkan tantangan bagi perusahaan dalam mengelola biaya transportasi dan penyimpanan Tandan Buah Segar (TBS) [6]. Peramalan jumlah pasokan TBS menjadi penting untuk mengantisipasi biaya produksi. Salah satu metode yang efektif untuk peramalan adalah *Exponential Smoothing*, yang terbagi menjadi *Single*, *Double*, dan *Triple Exponential Smoothing* [7].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam berbagai konteks. Penelitian oleh [7] menemukan bahwa model *Single Exponential Smoothing* memiliki nilai *MAPE* tertinggi dalam peramalan penjualan polis asuransi kendaraan. Pada penelitian [8] menemukan bahwa pemulusan Eksponensial Tunggal adalah metode terbaik untuk meramalkan produksi minyak kelapa sawit dengan nilai *MAPE* 13,46%. Pada tahun 2024 terdapat juga penelitian oleh [9] menyimpulkan bahwa metode Holt-Winters unggul dalam akurasi prediksi nilai jual USD.

Berdasarkan kajian literatur tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peramalan produksi kelapa sawit menggunakan metode *Exponential Smoothing*.

2. Metode Penelitian

Berikut ini tahapan-tahapan yang akan digunakan dalam melakukan peramalan produksi kelapa sawit di PT Bhumireksa Nusasejati dengan menggunakan metode *exponential smoothing*:

1. Pengumpulan data

Data yang digunakan merupakan data produksi kelapa sawit di perkebunan Mandah Estate PT Bhumireksa Nusasejati pada tahun 2022–2023.

2. Menguji parameter

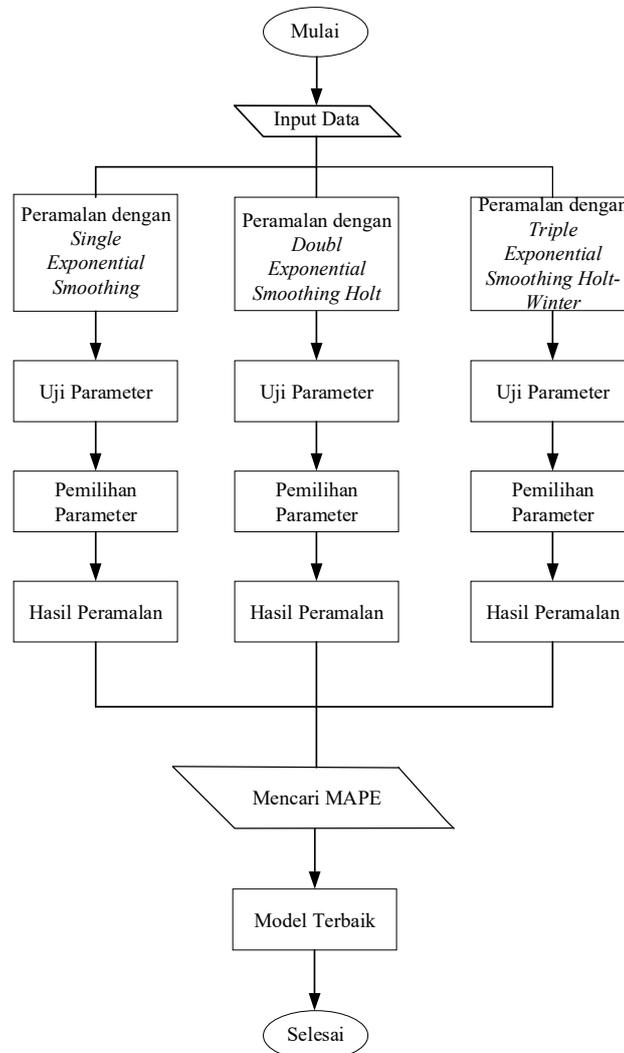
Pengujian parameter masing-masing jenis metode *exponential smoothing* dilakukan dengan cara *trial and error* dengan bantuan aplikasi *minitab for windows*.

3. Memilih parameter

Pemilihan parameter masing-masing jenis metode *exponential smoothing* dilakukan dengan memilih parameter yang memiliki uji akurasi MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terkecil.

4. Memilih metode terbaik

Pemilihan metode terbaik dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan produksi kelapa sawit dan dipilih metode yang memiliki nilai akurasi MAD, MSD, dan MAPE terkecil. Tahapan metodologi dapat disingkat menjadi *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

3. Hasil dan Analisa

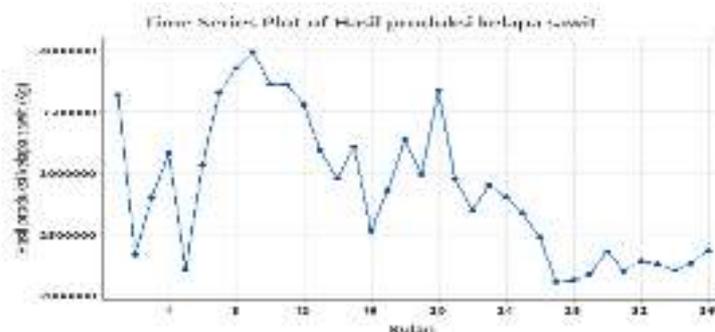
3.1. Statistika Deskriptif

Data yang digunakan adalah data sekunder hasil produksi kelapa sawit di PT Bhumireksa Nusasejati perkebunan Mandah Estate pada tahun 2021 – 2023 yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Produksi Kelapa Sawit PT. Bhumireksa Nusasejati-Mandah Estate

Bulan	Tahun (Kg)		
	2021	2022	2023
Januari	3636145	3181651	2671976
Februari	2330056	2956336	2473833
Maret	2803688	3213046	2108549
April	3161518	2529028	2126113
Mei	2213850	2857694	2175009
Juni	3071321	3273369	2358319
Juli	3657271	2985604	2202270
Agustus	3856645	3671034	2282464
September	3987601	2951674	2261262
Oktober	3724061	2695205	2205962
November	3723475	2900125	2265906
Desember	3559508	2801934	2366365
Jumlah	39725139	36016700	27498028

Dari Tabel 1. di dapat jumlah produksi paling banyak terdapat pada tahun 2021. Selanjutnya akan dilakukan pengamatan pada pola data hasil produksi kelapa sawit. Hal ini dapat dilakukan secara visul dengan memperhatikan grafik runtun waktu seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Runtun Waktu Produksi Kelapa Sawit

Berdasarkan Gambar 2 produksi kelapa sawit di PT Bhumireksa Nusasejati, Mandah Estate, menunjukkan tren naik dari 2021 hingga pertengahan 2022, kemudian menurun hingga awal 2023, naik kembali pertengahan 2023, dan turun lagi hingga akhir 2023. Tren ini menunjukkan adanya pola musiman, dengan penurunan rutin antara Januari-Februari dan September-Oktober, serta kenaikan antara Mei-Juni, dengan panjang musim 12 periode.

3.2. Hasil Peramalan

1. Single Exponential Smoothing

Sebelum melakukan peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES), dilakukan pengujian parameter menggunakan aplikasi *Minitab* untuk menentukan nilai α terbaik. Nilai parameter α yang optimal, mulai dari $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Akurasi Parameter Metode Peramalan SES

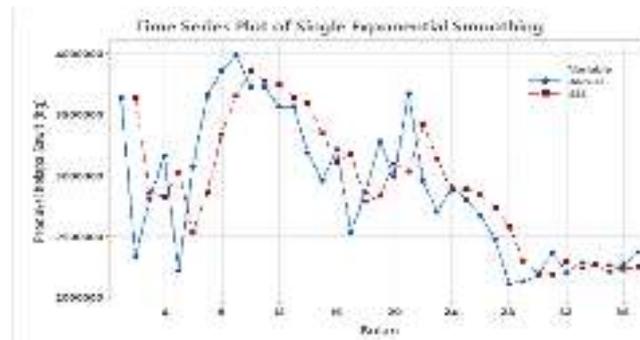
α	Nilai MAD	Nilai MSD	Nilai MAPE (%)
0,1	4,62	31,07	17,75%
0,2	3,66	23,44	13,59%
0,3	3,27	20,73	11,89%
0,4	3,08	19,91	11,11%
0,5	2,96	18,23	10,60%
0,6	2,93	17,75	10,47%

0,7	2,96	17,69	10,57%
0,8	3,22	18,00	10,80%
0,9	3,07	18,63	11,01%

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa setiap nilai α menghasilkan metrik evaluasi yang berbeda. Nilai $\alpha=0,6$ memberikan hasil terbaik dengan MAD sebesar 2,93, MSD sebesar 17,75, dan MAPE 10,47%, sehingga dipilih sebagai parameter optimal karena memiliki tingkat kesalahan terkecil. Setelah memilih $\alpha = 0,6$, peramalan produksi kelapa sawit dengan metode *Single Exponential Smoothing* dilakukan menggunakan model berikut.

$$Y_{t+1} = 0,5X_t + (1 - 0,5)Y_t \quad (1)$$

Dengan model tersebut dihasilkan peramalan produksi kelapa sawit yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hasil Peramalan SES

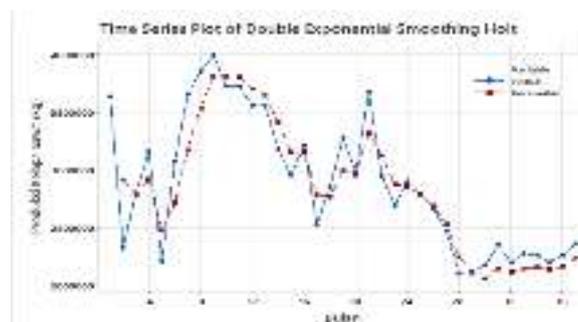
Gambar 3 menunjukkan bahwa peramalan dengan metode SES cukup akurat dalam mengikuti pergerakan nilai aktual produksi kelapa sawit, dengan jarak antara prediksi dan data aktual yang tidak signifikan. Ini menunjukkan bahwa metode SES memiliki kemampuan peramalan yang baik dan layak digunakan.

2. *Double Exponential Smoothing (DES) Holt*

Seperti pada peramalan dengan SES, *Double Exponential Smoothing (DES)* juga memerlukan pengujian parameter menggunakan Minitab. Bedanya, DES menggunakan dua parameter: α (*alpha*) dan β (*beta*). Setelah pengujian, nilai α dan β terbaik ditentukan untuk mengurangi kesalahan peramalan. Hasil akhir pengujian dengan $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,01$ hingga $\beta = 0,09$, di dapat kombinasi $\alpha = 0,5$ dan $\beta = 0,01$ yang menghasilkan nilai MAD sebesar 2,93, MSD sebesar 1,68, dan MAPE 10,33% dipilih sebagai parameter terbaik karena memberikan akurasi tertinggi. Selanjutnya, peramalan produksi kelapa sawit dilakukan menggunakan model DES Holt tersebut.

$$Y_{t+m} = 0,5X_t + (1 - 0,5)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,01(L_t + L_{t-1}) \quad (2)$$

Dengan model tersebut dihasilkan peramalan produksi kelapa sawit yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Peramalan DES Holt

Gambar 4 menunjukkan bahwa peramalan dengan metode DES Holt mengikuti pergerakan nilai aktual produksi kelapa sawit dengan akurasi yang baik, dengan perbedaan yang kecil antara

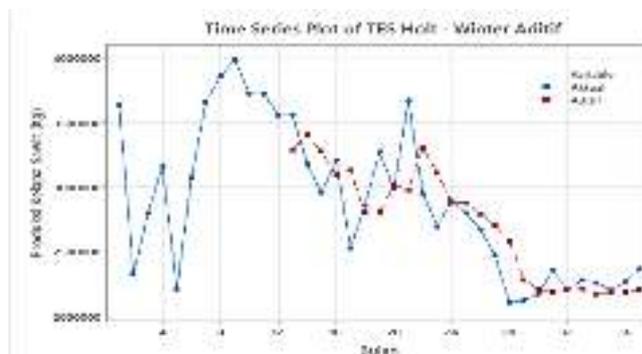
hasil peramalan dan data aktual. Ini menunjukkan bahwa metode DES Holt adalah model peramalan yang efektif dan layak digunakan.

3. Triple Exponential Smoothing (TES) Holt

Peramalan *Triple Exponential Smoothing* (TES) Holt-Winter, baik aditif maupun multiplikatif, digunakan tiga parameter: α untuk level, β untuk tren, dan γ untuk musiman. Seperti pada SES dan DES Holt, dilakukan pengujian parameter menggunakan Minitab. Setelahnya, nilai α , β , dan γ terbaik ditentukan untuk meminimalkan kesalahan peramalan. Hasil akhir pengujian mencakup $\alpha = 0,1 - 0,9$, $\beta = 0,01 - 0,05$ dan $\gamma = 0,1$ sehingga diperoleh kombinasi variasi parameter terbaik untuk aditif yaitu diperoleh $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,01$ dan $\gamma = 0,1$, karena menghasilkan nilai akurasi terkecil. Perhitungan peramalan dilakukan dengan model TES Holt Winter musim aditif sebagai berikut.

$$Y_{t+m} = (0,6(X_t - S_{t-s}) + (1 - 0,6)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,05(L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,05)b_{t-1})0,1(X_t - L_t) + (1 - 0,1)S_{t-s} \quad (3)$$

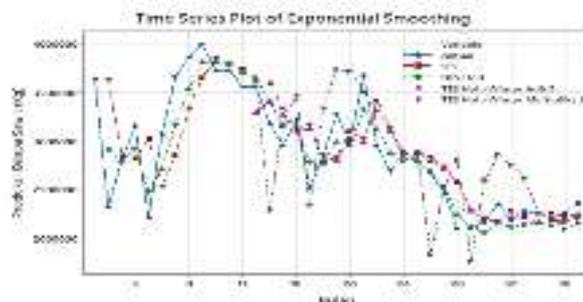
Dengan model tersebut dihasilkan perhitungan peramalan produksi kelapa sawit yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Peramalan TES Holt-Winter Aditif

Gambar 5 menunjukkan bahwa pola peramalan menggunakan TES Holt-Winter Aditif sesuai dengan data aktual, dengan beberapa titik hampir tepat di atas data aktual. Ini menunjukkan bahwa model ini cocok untuk meramalkan produksi kelapa sawit. Selanjutnya, peramalan dilakukan dengan TES Holt-Winter Multiplikatif, dengan pengujian parameter α , β , dan γ menggunakan ketentuan yang sama. Sehingga diperoleh kombinasi variasi parameter terbaik untuk aditif yaitu diperoleh $\alpha = 0,4$, $\beta = 0,02$ dan $\gamma = 0,1$, karena menghasilkan nilai akurasi terkecil. Perhitungan peramalan dilakukan dengan model TES Holt Winter musim multiplikatif sebagai berikut.

$$Y_{t+m} = (0,5 \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - 0,5)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,05(L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,05)b_{t-1}) 0,1 \frac{Y_t}{L_t} + (1 - 0,1)S_{t-s} \quad (4)$$



Gambar 6. Grafik Hasil Peramalan TES Holt-Winter Aditif.

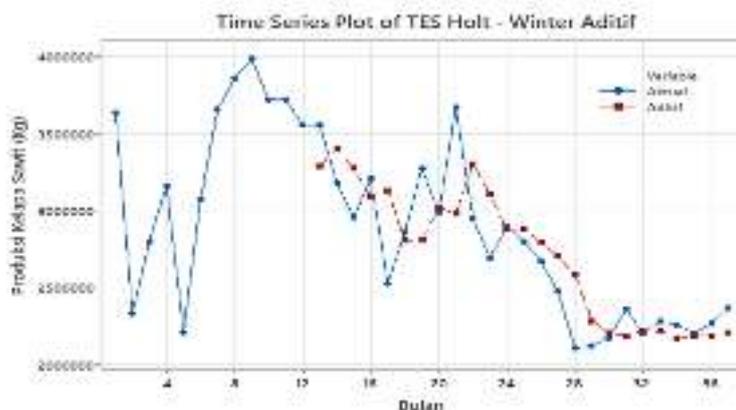
Dengan model tersebut dihasilkan perhitungan peramalan produksi kelapa sawit yang ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil peramalan produksi kelapa

sawit dengan TES Holt-Winter Multiplikatif sangat mendekati data aktual, dengan selisih yang kecil dan MAPE dalam kisaran 10-20%. Ini menunjukkan bahwa metode ini memiliki kemampuan peramalan yang baik. Berikut ini disajikan pada Tabel 3 nilai parameter terbaik dan hasil peramalan untuk setiap metode *Exponential Smoothing*.

Tabel 3. Nilai Parameter Terbaik dan Hasil Peramalan Produksi Kelapa Sawit

Metode	Parameter			MAPE (%)	Peramalan produksi kelapa sawit
	α	β	γ		
SES	0,6	-	-	10,47%	2308160
DES Holt	0,5	0,01	-	10,33%	2282467
TES Holt-Winter Aditif	0,5	0,01	0,1	7,63%	2185045
TES Holt-Winter Multiplikatif	0,4	0,02	0,1	13,10%	2386119

Tabel 3 membandingkan empat metode peramalan produksi kelapa sawit, masing-masing dengan parameter yang berbeda. Dari tabel ini, terlihat bahwa TES Holt-Winter Aditif, dengan MAPE 7,63%, memberikan akurasi peramalan tertinggi dibandingkan model lainnya. Oleh karena itu, TES Holt-Winter dianggap sebagai model terbaik untuk meramalkan produksi kelapa sawit. Berikut merupakan grafik perbandingan hasil peramalan dengan data aktual di PT Bhumireksa Nusasejati, perkebunan Mandah Estate, ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil Peramalan *Exponential Smoothing*

Gambar 7 menampilkan perbandingan grafik antara hasil peramalan dan nilai aktual produksi kelapa sawit. Terlihat bahwa metode *Exponential Smoothing* secara umum mengikuti pola pergerakan nilai aktual, menunjukkan kemampuannya yang baik dalam peramalan. Dari semua model, TES Holt-Winter Aditif paling mendekati pola nilai aktual, menjadikannya model terbaik untuk meramalkan produksi kelapa sawit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa dalam memodelkan peramalan produksi kelapa sawit dengan menggunakan *Exponential Smoothing*, langkah pertama dilakukan pengujian dan pemilihan parameter terbaik. Model peramalan yang diperoleh mencakup beberapa pendekatan, yaitu peramalan dengan SES yang dimodelkan sebagai berikut $Y_{t+1} = 0,5X_t + (1 - 0,5)Y_t$. Selanjutnya untuk DES Holt model yang diperoleh adalah $Y_{t+m} = 0,5X_t + (1 - 0,5)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,01(L_t + L_{t-1}) + (1 - 0,01)b_{t-1}$. Model untuk TES Holt-Winter musim aditif yakni $Y_{t+m} = (0,6(X_t - S_{t-s}) + (1 - 0,6)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,05(L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,05)b_{t-1})0,1(X_t - L_t) + (1 - 0,1)S_{t-s}$, sementara model TES Holt-winter musim multiplikatif dimodelkan sebagai $Y_{t+m} = (0,5 \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - 0,5)(L_{t-1} + b_{t-1}) + 0,05(L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,05)b_{t-1})0,1 \frac{Y_t}{L_t} + (1 - 0,1)S_{t-s}$. Dengan MAPE sebesar 7,63%, model TES Holt-Winter Aditif menjadi model terbaik dalam meramalkan produksi kelapa sawit di PT Bhumireksa Nusasejati perkebunan Mandah Estate

Referensi

- [1] F. Irawan, dkk, "Prediksi Tingkat Produksi Buah Kelapa Sawit dengan Metode Single Moving Average," *Jurnal Informatika dan Teknologi.*, vol. 3, pp. 251–256, 2021.
- [2] Zuraina, W. Khonik. Buku Statistik Perkebunan 2021 - 2023. Jakarta: Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan:2023:1-23.
- [3] R. U. Aulia, dkk, "Analisis Posisi Pasar Indonesia pada Pasar Refined Palm Oil (Rpo) di Negara Importir," *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, vol. 27, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [4] T. Safitri, A. Mila, R. Feryaldo, N. Nurbaiti, I. Wati, "Perencanaan Pemerintah dalam Peningkatan Produksi Dan Harga Kelapa Sawit Petani di Desa Mumpa Pasca Pandemi Covid 19" vol. 2, no. 1, pp. 135–139, 2023.
- [5] H. Stephanie, N. Tinaprilla, and A. Rifin, "Efisiensi Pabrik Kelapa Sawit di Indonesia," *Jurnal Agribisnis Indonesia.*, vol. 6, no. 1, pp. 27–36, 2018.
- [6] N. Syaugia, R. Ahmad, and S. Martha, "Prediksi Produksi Kelapa Sawit di PTPN XIII dengan Additive Outlier Pada Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)" vol. 08, no. 4, pp. 875–882, 2019.
- [7] G. Agiyani and A. Sukma Wati, "Perbandingan Menggunakan Metode Exponential Smoothing untuk Prediksi Jumlah Polis Asuransi Kendaraan pada PT X Kota Palembang," *Jurnal Informatika Teknologi.* vol. 3, no. 3, pp. 2774–2121, 2022.
- [8] A. T. Cikasungka, "Mimbar Agribisnis: PT Perkebunan Nusantara VIII Palm Oil Forecasting With Exponential Smoothing Perkebunan Nusantara VIII unit Pabrik," vol. 9, no. 2, pp. 3273–3284, 2023.
- [9] Y. D. Rosita and L. S. Moonlight, "Perbandingan Metode Prediksi untuk Nilai Jual USD: Holt-Winters, Holt's, dan Single Exponential Smoothing," *JTIM Jurnal Teknologi Informatika dan Multimedia.*, vol. 5, no. 4, pp. 322–333, 2024.