

**Analisis Peramalan Produksi Panen Pisang Cavendish Menggunakan *Exponential Smoothing* ke Product Sunpride dan Bali Fresh di PT. Nusantara Segar Abadi Bali**

***Production Forecasting Analysis of Cavendish Banana Harvest Using Exponential Smoothing to Product Sunpride and Bali Fresh in PT. Nusantara Segar Abadi Bali***

**I Nyoman Galih Oki Putra, I Gusti Ngurah Apriadi\*, Ida Bagus Putu Gunadnya**

*Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia*

\*email: Apriadiaviantara@unud.ac.id

**Abstrak**

PT. Nusantara Segar Abadi Bali didirikan pada tahun 2019. PT. NSA BALI terdapat 2 produk yang dihasilkan dari pisang cavendish yaitu Pisang Cavendish Sunpride dan Pisang Cavendish Bali Fresh. Supply dari hasil panen diharapkan memenuhi target produksi bulanan dari PT. NSA BALI. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan metode forecast yang tepat untuk memenuhi kebutuhan dari produksi. Sehingga jumlah *forecast* panen akan sejalan dengan permintaan dari produksi. Penelitian ini menggunakan dua permodelan yaitu metode *Single Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*. Untuk Penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu data dari Januari 2019 hingga Juli 2023. Pada penelitian ini menggunakan validasi model yaitu MAD, MSE dan MAPE. Diketahui pada penelitian ini memperoleh hasil validasi peramalan yaitu MAD 17%, MSE 58% MAPE 24% pada metode *Single Exponential Smoothing* sedangkan pada metode *Triple Exponential Smoothing* didapatkan jumlah validasi peramalan yaitu MAD 43%, MSE 11% MAPE 54%. Pada metode *Single Exponential Smoothing* Jumlah Forecast sesuai dengan target produksi pada Bulan November 2022 hingga Juli 2023 sedangkan pada metode *Triple Exponential Smoothing* waktu yang dapat memenuhi jumlah target produksi yaitu pada bulan September 2022 hingga Juli 2023.

**Kata kunci :** *Peramalan., penghalusan eksponensial tunggal, Pemulusan eksponensial rangkap tiga*

**Abstract**

PT. Nusantara Segar Abadi Bali was established in 2019. PT. NSA BALI has 2 products produced from cavendish bananas, namely Cavendish Sunpride Banana and Cavendish Bali Fresh Banana. Supply from the harvest is expected to meet the monthly production target of PT. NSA BALI. This research is conducted to get the right forecasting method to meet the needs of production. In this study using two modeling methods, namely *Single Exponential Smoothing* and *Triple Exponential Smoothing* methods. For this study, the data used is secondary data, namely data from January 2019 to Juli 2023. In this study using model validation, namely MAD, MSE and MAPE. It is known that this study obtained forecasting validation results, namely MAD 17%, MSE 58% MAPE 24% in the *Single Exponential Smoothing* method, while the *Triple Exponential Smoothing* method obtained the number of forecasting validations, namely MAD 43%, MSE 11% MAPE 54%. In the *Single Exponential Smoothing* method, the number of forecasts can meet the production target in November 2022 to Juli 2023, while in the *Triple Exponential Smoothing* method the time that can meet the number of production targets is in September 2022 to Juli 2023.

**Keywords:** *forecasting, Single Exponential Smoothing, Triple Exponential Smoothing*

**PENDAHULUAN**

Buah pisang menjadi salah satu buah yang digemari di Indonesia (Valentine et al., 2015). Menurut Badan Pusat Statistik, produksi buah pisang di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 7.162.680 Ton sedangkan pada tahun 2021 sebesar 8.741.147 Ton (Badan Pusat Statistik, 2022). Berdasarkan data tersebut terdapat peningkatan sebesar 22% selama 5 tahun hal tersebut menjadikan buah pisang sebagai buah unggulan di

Indonesia (Drs. H. Hendro Sunarjono, 2013). Menurut (FAO, 2022) sangat banyak varian buah pisang di dunia yang sedang melakukan produksi dan dikonsumsi sehari – hari, tetapi varian buah pisang yang menjadi top komoditas komersil adalah varian pisang cavendish yang mana mencapai hingga 47% dari produksi global. PT. NSA BALI merupakan sebuah cabang perusahaan PT. NSA yang berada di Blitar, Jawa Timur. PT. NSA BALI didirikan pada

tahun 2019(Gede et al., 2022). PT. NSA BALI memproduksi 2 produk yang dihasilkan dari pisang cavendish yaitu pisang cavendish Sunpride dan Pisang Cavendish Bali Fresh. Supply dari hasil panen di kebun sendiri diharapkan memenuhi target produksi bulanan dari PT. NSA BALI Bali.

Teknik peramalan merupakan kegiatan memperkirakan keadaan di masa depan melalui pengujian masa lalu (Andini & Auristandi, 2016) Lebih lanjut, prakiraan adalah perkiraan permintaan di masa depan yang mencakup perincian tentang jenis, jumlah, kualitas, waktu, dan lokasi sumber daya yang diperlukan untuk memenuhi permintaan suatu barang atau jasa (Lusiana & Yuliarty, 2020). Seperti yang dinyatakan oleh Kushartini & Almahdy (2016) Setiap bisnis menyimpan persediaan untuk mengukur permintaan pelanggan. Pendekatan peramalan adalah salah satu cara terbaik untuk memprediksi permintaan produksi dari tahun ke tahun berdasarkan permintaan pelanggan. Temuan estimasi akan lebih akurat jika semua elemen yang berpengaruh signifikan diperhitungkan dan model hubungan antara komponen-komponen tersebut didefinisikan dengan baik (Wardah & Iskandar, 2017). Ketika data menunjukkan pola musiman, salah satu teknik untuk meramalkannya adalah pendekatan Triple Exponential Smoothing. Ada tiga parameter dalam perkiraan ini:  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ . Metode *Triple Exponential Smoothing* (Holts Winter) memiliki persamaan yang digunakan untuk melakukan peramalan (Rob J Hyndman & George Athanasopoulos, 2021). Penelitian ini diharapkan akan mendapatkan metode forecast yang tepat untuk memenuhi kebutuhan dari produksi sehingga jumlah forecast panen akan sejalan dengan permintaan dari produksi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di fasilitas PT NSA BALI, yang terletak di Br. Pasar, Pekutatan, Kabupaten Jembrana, Bali. Pengambilan data ini dilakukan antara bulan April dan Juli 2023.

### Jenis Data

Data sekunder atau data tangan kedua merupakan data yang digunakan oleh peneliti. Data sekunder adalah informasi yang peneliti dapatkan dari sumber selain dari peneliti sendiri tetapi tidak diterima secara langsung (Ngabidin et al., 2023). Data tersebut berasal dari hasil panen pisang Cavendish PT NSA BALI yang berlangsung antara Januari 2021 hingga Juli 2023.

### Kalibrasi Model

Kalibrasi dilakukan untuk memasukkan indikator akurasi model (MAD, MSE, dan MAPE) dan menyesuaikan koefisien model dengan menggunakan 70% dari total data deret waktu (Damanik et al., 2021).

### Validasi Model

Berdasarkan nilai koefisien temuan kalibrasi model, validasi dilakukan untuk menilai validitas model. Untuk parameter yang telah dikonfirmasi (MAD, MSE, dan MAPE), yang memiliki nilai kesalahan MAD dan MSE terendah di seluruh model, gunakan 30% data. Dengan cara yang sama, nilai MAPE menentukan apakah temuan pemodelan dianggap sangat baik atau buruk.

### Exponential Smoothing

Rumus perhitungan Model Penghalusan Exponential Smoothing (Biri et al., 2013):

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad [1]$$

Keterangan

$F_t$  : Nilai ramalan untuk periode waktu ke -t

$F_{t-1}$  : Nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

$A_{t-1}$  : Nilai Aktual untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

$\alpha$  : konstanta pemulusan (Smoothing constant)

### Triple Exponential Smoothing

Rumus perhitungan *Triple Exponential Smoothing* (Holts Winter) (Andriani et al., 2022):

$$S_t = \alpha (X_t - I_{mt-L}) + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad [2]$$

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1} \quad [3]$$

$$I_{mt-1} = \beta (X_t - S_t) + (1 - \beta) I_{mt-L} \quad [4]$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{mt+L+m} \quad [5]$$

Keterangan:

$S_t$  = Pemulusan

$S_{t-1}$  = Pemulusan pada periode ke t

$B_t$  = Pemulusan trend

$B_{t-1}$  = Pemulusan trend-pada periode ke t

$I_{mt-1}$  = Pemulusan musiman pada periode ke t

$F_{t+m}$  = Peramalan pada periode ke t+m

$X_t$  = Data actual pada periode ke t

$\alpha$  = Konstanta pemulusan

$\gamma$  = konstanta untuk trend

$\beta$  = konstanta untuk musim

L = Panjang musiman ( jumlah bulan / kuartal dalam 1 tahun)

M = jumlah periode kedepan yang diramalkan

## Uji Ketepatan Model

### Mean Absolute Deviation

Deviasi absolute rata - rata hitung (MAD) merupakan sebuah tolak ukur pada kesalahan peramalan (Jay H. Heizer & Barry Render, 2013):

$$MAD = \frac{\sum |X_t - St|}{n} \quad [6]$$

Keterangan :

$X_t$  = Nilai riil pada periode -t

$St$  = Nilai peramalan (forecast) pada periode -t

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat

### Mean Square Error:

Metode Mean Square Error (MSE) merupakan salah satu cara lain dalam mengukur kesalahan peramalan secara menyeluruh menurut (Sungkawa & Megasari, 2011). Rumus untuk menghitung MSE adalah sebagai berikut .

$$MSE = \frac{\sum (X_t - St)^2}{n} \quad [7]$$

$X_t$  = Nilai riil pada periode -t

$St$  = Nilai peramalan (forecast) pada periode -t

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat

### Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut (Khair et al., 2017):

$$PE_T = 100 \times \left( \frac{X_t - St}{X_t} \right) \quad [8]$$

$$MAPE = \frac{\sum |PET|}{n} \quad [9]$$

Keterangan :

$X_t$  = Nilai riil pada periode -t

$St$  = Nilai peramalan (forecast) pada periode -t

$n$  = Jumlah periode peramalan yang terlibat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Pola Produksi Panen Pisang Cavendish

Prediksi merupakan perkiraan ilmiah (educated tebakan). Jika suatu keputusan hendak diambil berdasarkan suatu prakiraan yang akan mempengaruhi keadaan di masa depan, maka harus ada suatu prakiraan yang menjadi dasar keputusan itu (Sofjan Assauri, 1984). Peramalan adalah seni meramalkan sesuatu yang belum terjadi, dengan tujuan meramalkan apa yang akan terjadi di masa depan, dan selalu memerlukan data masa lalu (Maricar, 2019). Data panen masa lalu digunakan untuk memprediksi panen masa depan. Data merupakan data produksi tanaman pada bulan Januari 2021 sampai dengan Juli 2023.

**Tabel 1.** Data Panen

Tahun 2021	Panen Aktual	Tahun 2022	Panen Aktual	Tahun 2023	Panen Aktual
01 January	1333	01 January	7633	01 January	6434
01 February	2967	01 February	8291	01 February	7130
01 March	7472	01 March	7486	01 March	7658
01 April	3308	01 April	6033	01 April	5235
01 May	3467	01 May	6359	01 May	5837
01 June	4170	01 June	5193	01 June	7682
01 Juli	4279	01 Juli	7630	01 Juli	8108
01 August	4103	01 August	12922		
01 September	6199	01 September	12417		
01 October	6879	01 October	10570		
01 November	6669	01 November	5836		
01 December	12164	01 December	6824		

Dari gambar 1 dapat dilihat bawah pola telah terbentuk stasioner, dengan melakukan uji stasioneritas menggunakan software SPSS 18 untuk melihat koleogram. Pada hasil output yang digambarkan, data telah terbentuk stasioner dengan melakukan differencing orde 1.

### Model Peramalan

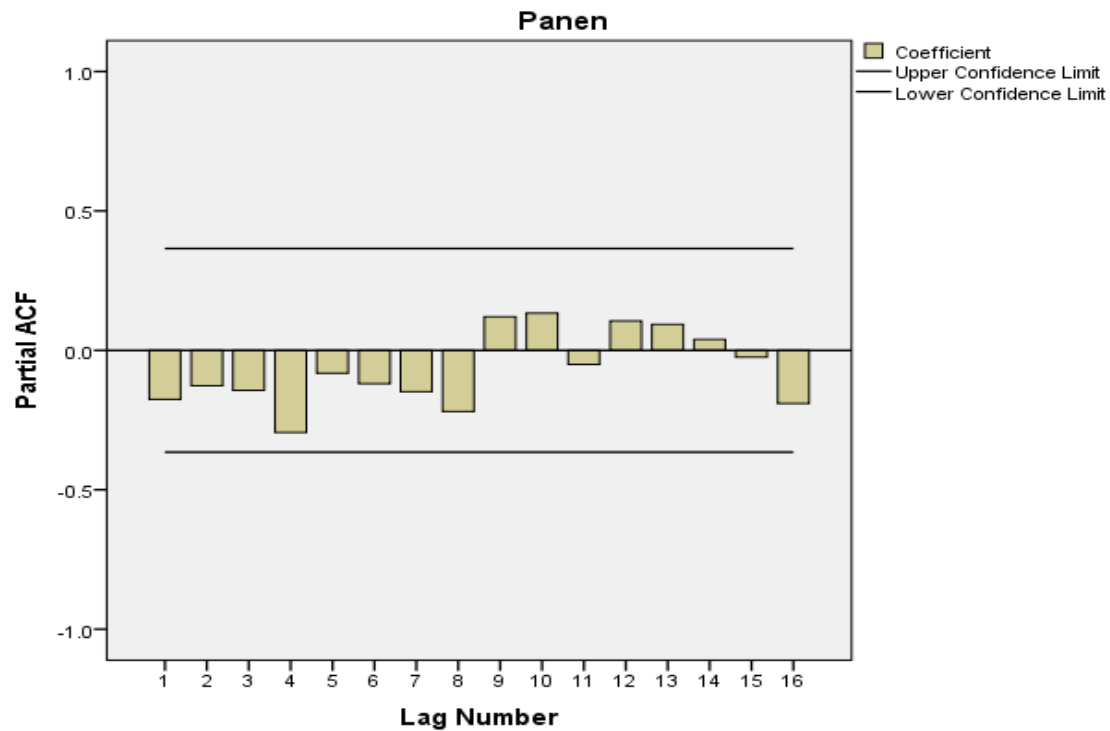
Dua model Single Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing akan digunakan dalam studi peramalan pemodelan berdasarkan pola historis yang ditunjukkan pada Gambar 1 yang telah melalui uji stasioneritas.

### Model Peramalan Single Exponential Smoothing

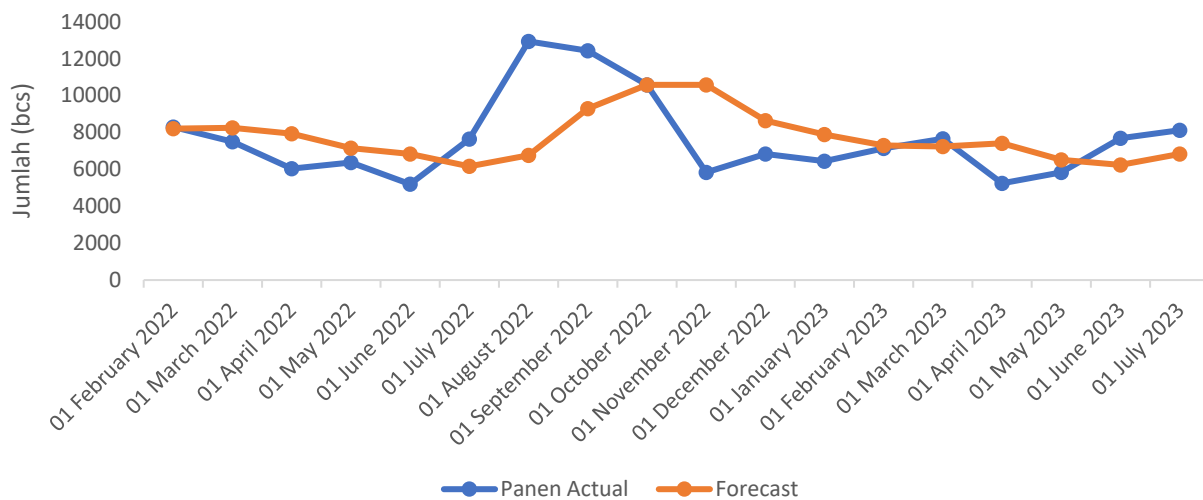
Hasil peramalan panen pisang cavendish dengan Single Exponential Smoothing disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Single Exponential Smoothing

Validasi	
MAD	17%
MSE	58%
MAPE	24%



**Gambar 1.** Pola Historis Panen Pisang Cavendish yang telah dilakukan uji stasioner



**Gambar 2.** Perbandingan Forecast dan Aktual

Delapan belas titik data riil digunakan pada Tabel 2 untuk merencanakan panen menggunakan model Single Exponential Smoothing. Jumlah validasi ramalan yang dicapai dengan menggunakan MAD 17%, MSE 58%, dan MAPE 24% terlihat jelas. Perbandingan antara variasi data aktual dan prediksi untuk pisang cavendish dengan menggunakan model peramalan *Single Exponential Smoothing* disajikan pada Gambar 2. Karena hasil dari Gambar 2 dapat melacak perubahan data aktual, maka hasil tersebut menunjukkan prediksi yang kuat.

**Model Peramalan Triple Exponential Smoothing (Holts Winter Additive)**

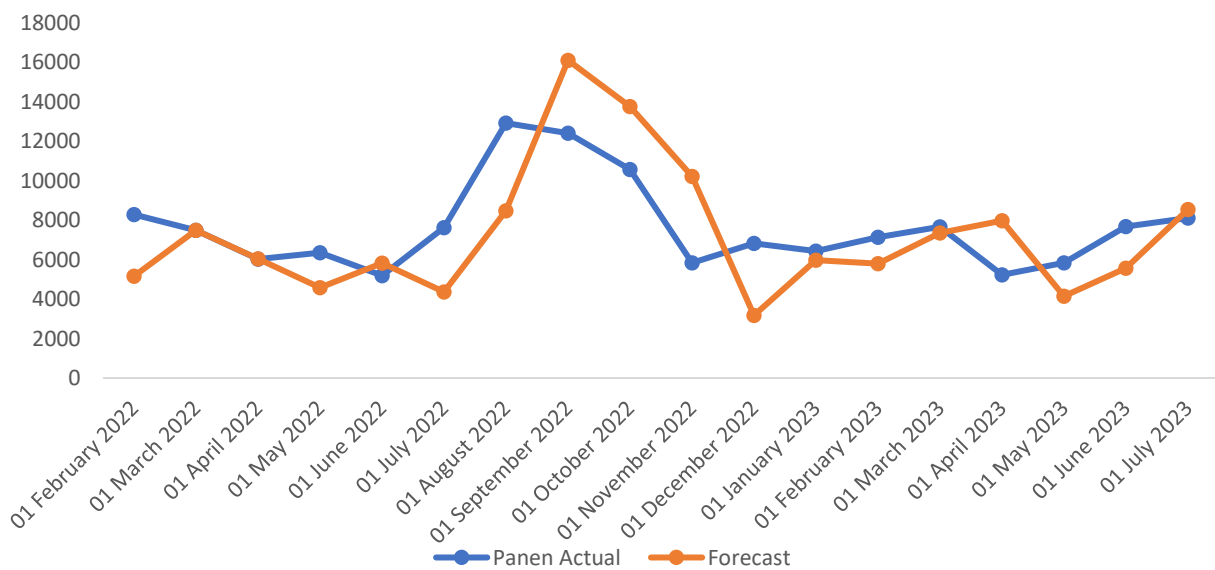
Hasil peramalan panen pisang cavendish dengan *Single Exponential Smoothing* disajikan pada tabel 3. Delapan belas titik data riil digunakan pada Tabel 3 untuk merencanakan panen menggunakan model Single Exponential Smoothing. Seperti yang dapat dilihat, 43% validasi ramalan diperoleh dengan MAD, 11% dengan MSE, dan 54% menggunakan MAPE. Perbandingan antara variasi data aktual dan prediksi untuk pisang cavendish dengan menggunakan model peramalan Triple Exponential

Smoothing disajikan pada Gambar 3. Karena temuan pada Gambar 3 dapat melacak variasi data aktual, maka model ini menunjukkan prediksi yang kuat.

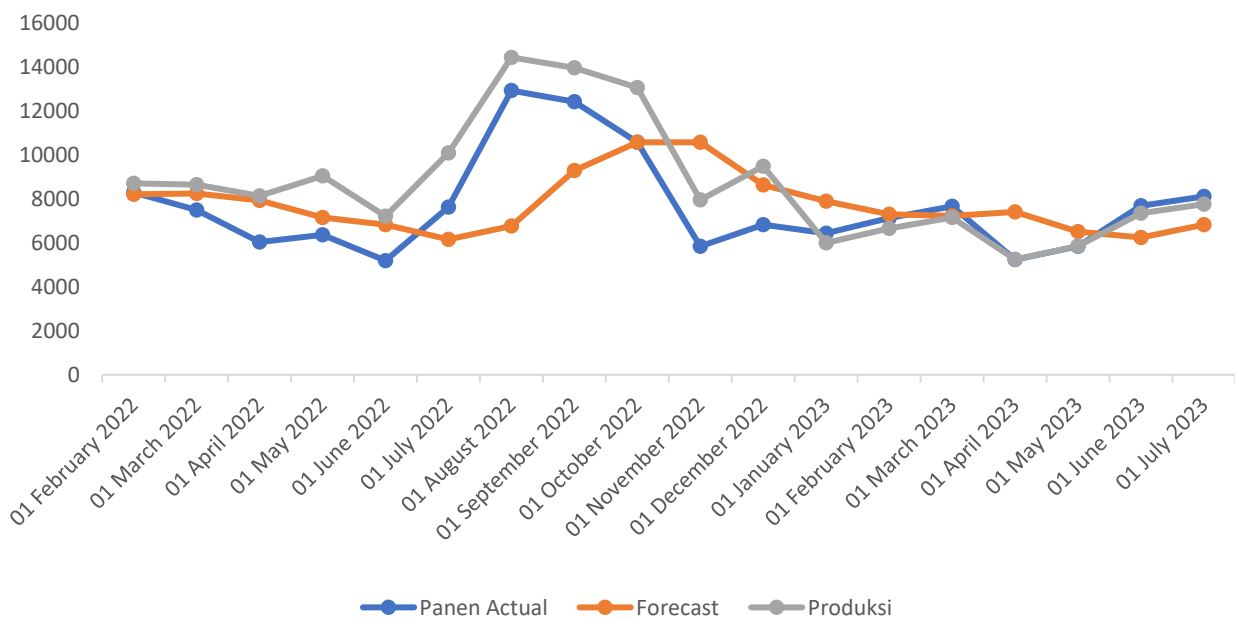
Data Gambar 4 dapat di simpulkan bahwasanya dari data aktual, Forecast dan produksi masih dapat sejalan dengan beda yang tidak terlalu significant pada bulan 1 November 2022 hingga 1 Juli 2023. Dan pada Bulan 1 November 2022 jumlah forecast dapat memenuhi jumlah target produksi pisang cavendish dengan jumlah yaitu sebesar 10.570 bcs (tandan) dengan produksi pisang cavendish yaitu 7.947box dengan panen aktual yaitu 5.836 bcs.

**Tabel 3.** Triple Exponential Smoothing

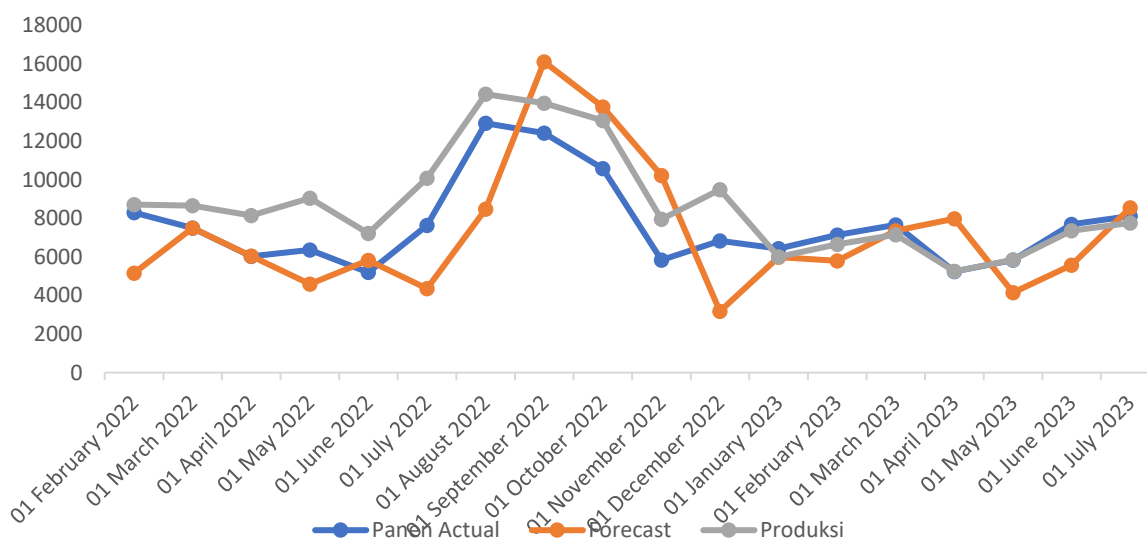
Validasi	
MAD	17%
MSE	58%
MAPE	24%



**Gambar 3.** Perbandingan *Forecast* dan Aktual



**Gambar 4.** Perbandingan hasil peramalan dengan aktual dan jumlah produksi pisang dengan metode *Single Exponential Smoothing*



**Gambar 5.** Perbandingan hasil peramalan dengan Aktual dan jumlah produksi pisang dengan metode *Triple Exponential Smoothing*

Data Gambar 5 dapat disimpulkan bahwasanya dari data aktual, forecast dan produksi berjalan sejalan dengan beda yang tidak terlalu signifikan pada bulan 1 September 2022 hingga 1 Juli 2023. Pada bulan 1 November 2022 forecast dapat memenuhi jumlah target produksi pisang cavendish yaitu sebesar 16.108 bcs dengan produksi pisang cavendish yaitu 13.960 box dengan panen aktual yaitu 12.147 bcs

### KESIMPULAN

*Triple Exponential Smoothing* memiliki jumlah MAD (43%), MSE (11%), MAPE (54%) hal tersebut memiliki konklusi yang kurang baik, dikarenakan nilai MAPE pada *Single Exponential Smoothing* tergolong di kategori kurang baik. Hal tersebut dikarenakan pada uji yang dilakukan untuk komoditas pisang memiliki beberapa komponen yang harus diperhatikan, yaitu umur panen, generasi pohon, musim, populasi, trend, lahan. Salah satu pendekatan yang lebih baik untuk peramalan adalah *Triple Exponential Smoothing*, yang memanfaatkan faktor musiman dan tren yang disebutkan di atas. Metode yang cocok digunakan oleh PT. NSA BALI dalam menentukan forecast panen untuk memenuhi jumlah target produksi adalah dengan menggunakan *Triple Exponential Smoothing* mengingat komoditas yang akan diramalkan adalah komoditas yang hidup dan memiliki trend dan musim.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andini, T. D., & Auristandi, P. (2016). Peramalan Jumlah Stok Alat Tulis Kantor di UD Achmad Jaya Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah*
- Teknologi Informasi Asia, 10(1), 1–10.
- Andriani, N., Wahyuningsih, S., & Siringoringo, M. (2022). Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 18(3), 475–483. <https://doi.org/10.20956/j.v18i3.17492>
- Badan Pusat Statistic. (2022). *Produksi Buah-buahan Pisang, Rambutan, Salak Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur (kwintal), 2021 dan 2022*.
- Biri, R., Langi, Y. A. ., & Paendong, M. S. (2013). Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 68. <https://doi.org/10.35799/jis.13.1.2013.2035>
- Damanik, I., Gunadnya, I. B. P., & Aviantara, I. G. N. A. (2021). Penggunaan Beberapa Model Peramalan (Forecasting) pada Produksi Gula Kristal Putih di PT. Perkebunan Nusantara X. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2022.v10.i01.p03>
- Drs. H. Hendro Sunarjono. (2013). *Berkebun 26 Jenis Tanaman Buah*. Penebar Swadaya Grup. <https://books.google.co.id/books?id=cuG1CAAQBAJ&printsec=copyright&hl=id#v=onepage&q&f=false>
- FAO. (2022). *Banana facts and figures*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gede, I., Juliawan, N., Tika, W., Ketut, G., &

- Arthawan, A. (2022). Optimizing the Irrigation Water Needs of Banana Plants at PT. Nusantara Segar Abadi Jembrana-Bali. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 10(2). <http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta>
- Jay H. Heizer, & Barry Render. (2013). *Operations Management*. Pearson Education Limited,. <https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/5/0135173620.pdf>
- Khair, U., Fahmi, H., Hakim, S. Al, & Rahim, R. (2017). Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012002>
- Kushartini, D., & Almahdy, I. (2016). Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant Di Industri Kimia. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, X(2), 217–234.
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 11–20. <https://doi.org/10.36040/industri.v10i1.2530>
- Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem Dan Informatika*, 13(2), 36–45.
- Ngabidin, Z., Sanwidi, A., & Arini, E. R. (2023). Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Untuk Meramalkan Jumlah Penduduk Miskin. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 328–338. <https://doi.org/10.37905/euler.v11i2.23054>
- Rob J Hyndman, & George Athanasopoulos. (2021). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.Com/Fpp3. <https://otexts.com/fpp3/>.
- Sofjan Assauri. (1984). TEKNIK DAN METODE PERAMALAN PENERAPANNYA DALAM EKONOMI DAN DUNIA USAHA. *Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia*, 1.
- Sungkawa, I., & Megasari, R. T. (2011). Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(2), 636. <https://doi.org/10.21512/comtech.v2i2.2813>
- Valentine, Sutedja, A. M., & Marsono, Y. (2015). Pengaruh konsentrasi Na-CMC (Natrium-Carboxymethyl Cellulose) terhadap karakteristik cookies tepung pisang kepok putih (*Musa paradisiaca* L.) pregelatinasi. *Jurnal Agroteknologi*, 09(02), 93–101.
- Wardah, S., & Iskandar, I. (2017). ANALISIS PERAMALAN PENJUALAN PRODUK KERIPIK PISANG KEMASAN BUNGKUS (Studi Kasus: Home Industry Arwana Food Tembilihan). *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 11(3), 135. <https://doi.org/10.14710/jati.11.3.135-142>