

PENERAPAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK MERAMALKAN PRODUKSI DAN KONSUMSI DOMESTIK BERAS DI INDONESIA

Putri Nur Prasetya^{1§}, Anita Triska², Julita Nahar³

^{1, 2, 3} Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

[§]Corresponding Author [Email: putri15002@mail.unpad.ac.id]

ABSTRACT

Rice is one of the most important commodities in Indonesia since it is one of the staple foods. Therefore, it becomes one of Indonesian government concerns by setting a goal of 46,8 million tons of rice supply in 2024. Despite 29,67% of the population earns their living from agriculture, forestry, and fisheries, the domestic production of rice could not meet its demand many times. Hence, the forecasting of the production and domestic consumption of rice is needed to know whether the domestic production is able to meet the demand. In this study, the rice production and domestic consumption were forecasted using the Double Exponential Smoothing (DES) method. The DES was chosen due to the pattern of the data shows the trends without seasonality. The accuracy of the forecasting was measured by Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Durbin-Watson statistic test. The yielded forecasts showed that the production rate is lower than the domestic consumption's so that it would not meet the demand. It was concluded that the DES suitable to be used to forecast production and domestic consumption of rice in Indonesia since its MAPE are 6,48% and 5,91%, respectively. Moreover, the Durbin-Watson statistic showed that there was no autocorrelations on the errors of both data.

Keywords: *Double Exponential Smoothing, Forecasting, Rice Domestic Consumption, Rice Production*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara agraris di Asia Tenggara dengan 29,76% penduduk bekerja pada sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan, dengan beras sebagai makanan pokok hasil pertanian yang hampir dikonsumsi semua rumah tangga (Badan Pusat Statistik, 2020). Meskipun tercatat bahwa selama tahun 2015-2019 rata-rata konsumsi perkapita beras dalam sebulan turun hingga 8,10%, beras masih dipilih oleh mayoritas penduduk Indonesia sebagai sumber energi dibandingkan bahan makanan pokok lainnya (Badan Pusat Statistik, 2021). Dalam kawasan ASEAN, Indonesia berada pada urutan pertama dalam produksi padi, beras, dan luas area panen padi, sedangkan di Asia, Indonesia menempati urutan ketiga dalam konsumsi dan produksi beras (ASEAN *Food Security Information System*, 2021 dan Kementerian Pertanian Amerika Serikat, 2021). Kendati demikian, jumlah produksi beras domestik sendiri masih belum bisa

mencukupi permintaan konsumsi domestik.

Hingga tahun 2019, data dari Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) (Persatuan Bangsa-Bangsa, 2019) menunjukkan jumlah populasi penduduk Indonesia yang kian meningkat sehingga kebutuhan pangan pokok akan cenderung meningkat. Hal ini menjadi salah satu tantangan dan permasalahan dalam pembangunan pangan di Indonesia dalam mewujudkan visi jangka menengah 2020-2024 dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia (RI), yakni "Pertanian yang maju, mandiri dan modern untuk terwujudnya Indonesia maju yang berdaulat, mandiri, dan berkepribadian berlandaskan gotong royong". Salah satu misi Kementerian Pertanian RI dalam mendukung visi tersebut adalah mewujudkan ketahanan pangan nasional dengan membentuk Badan Ketahanan Pangan (BKP) (Badan Ketahanan Pangan, 2020). Misi tersebut menunjang keberhasilan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. RPJMN merupakan

upaya Indonesia dalam mencapai target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) yang dicanangkan oleh PBB demi mewujudkan masyarakat yang sejahtera secara global (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2020).

Sejalan dengan misi Kementerian Pertanian RI tersebut, BKP berkontribusi untuk meningkatkan pemantapan ketahanan pangan dengan salah satu indikator tujuannya adalah menargetkan ketersediaan beras sebanyak 46,8 juta ton pada tahun 2024 (Badan Ketahanan Pangan, 2020). Salah satu upaya dalam mencapai hal tersebut adalah dengan dilakukannya studi dan penelitian terkait ketersediaan beras. Beberapa penelitian terkait ketersediaan beras khususnya pada peramalan jumlah produksi beras dan padi di Indonesia menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan hasil yang baik antara lain *Forecasting and Establishing National Rice Production Targets in Indonesia* (Zahra dan Cahyadi, 2021), *Sistem Peramalan Produksi Padi di Jawa Timur* (Afiyah dkk, 2021), *Prediksi Hasil Pertanian Padi di Kabupaten Kudus dengan metode Brown's Double Exponential Smoothing* (Fawaiq dkk, 2019), *Comparison of Exponential Smoothing and Neural Network Method to Forecast Rice Production in Indonesia* (Airlangga dkk, 2019). Andani (2008) juga melakukan penelitian dengan judul *Analisis Prakiraan Produksi dan Konsumsi Beras di Indonesia*. Penelitian tersebut menggunakan metode Box-Jenkin ARIMA untuk meramalkan produksi dan konsumsi beras di Indonesia dengan mengasumsikan bahwa jumlah produksi beras merupakan hasil perkalian dari luas lahan panen padi dan produktivitas lahan padi dan jumlah konsumsi beras merupakan hasil perkalian dari konsumsi beras perkapita dan jumlah penduduk Indonesia. Penelitian yang lebih luas terkait keadaan beras di Indonesia dilakukan oleh Arifin dkk (2021) dengan judul *Forecasting the Basic Conditions of Indonesia's Rice Economy 2019-2045*. Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis prediksi kondisi dasar dari ekonomi beras di Indonesia tahun 2019-2045 menggunakan pendekatan *Simultaneous Equations Model* yang menyatakan bahwa pada tahun 2045 Indonesia akan mengalami surplus namun tetap berpotensi untuk mengimpor beras. Penelitian dengan daerah yang lebih spesifik dilakukan oleh Lestari,

Sumarjaya, dan Widana (2021) dengan judul *Peramalan Produksi Padi di Kabupaten Badung, Gianyar, dan Tabanan dengan Metode Vector Autoregression (VAR)*, oleh Utami, Sumarjaya, dan Srinadi (2019) berjudul *Memodelkan Rasio Ketersediaan Beras menggunakan Regresi Data Panel Dinamis*, dan oleh Dalimunthe (2020) yang berjudul *Fit of Statistical Forecasting Model* berdasarkan Variabel Angka Kemiskinan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Pada penelitian ini dilakukan peramalan jumlah produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia dan analisis hasil peramalan jumlah produksi terhadap pemenuhan konsumsi domestik beras di Indonesia. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu, yaitu dilakukannya peramalan tidak saja pada bagian produksi, tetapi juga pada bagian konsumsi domestik beras di Indonesia. Peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* karena data produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia menunjukkan adanya komponen *trend*, tanpa adanya musiman. Keakuratan peramalan dihitung dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang merupakan pengukuran galat dalam bentuk persen sehingga tidak bergantung pada skala data dan dapat digunakan untuk membandingkan hasil peramalan antar data (Hyndman, Koehler, Ord, dan Snyder, 2019). Penelitian diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam merumuskan kebijakan bagi para pengambil keputusan untuk mengimbangi laju permintaan dan laju persediaan. Hal ini sejalan dengan visi Kementerian Pertanian RI dalam mewujudkan pertanian Indonesia yang mandiri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini yaitu produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia. Data yang digunakan adalah data sekunder produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia yang bersifat enam bulanan (per semester) dari tahun 2008 semester pertama hingga 2021 semester pertama. Data diperoleh dari publikasi ASEAN *Agricultural Commodity Outlook* yang disusun oleh ASEAN *Food Security Information System*.

2.2 Metode Peramalan *Double Exponential Smoothing*

Menurut Makridaksi dkk (1997), langkah pengerjaan metode *Double Exponential Smoothing* dari Holt adalah sebagai berikut:

1. *Input* parameter pemulus α dan β dengan $0 < \alpha, \beta < 1$.
2. Menghitung nilai pemulusan eksponensial L pada periode ke- t menggunakan data aktual Y pada periode ke- t dengan Persamaan (1) dan nilai awal L_1 dengan Persamaan (2).

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

$$L_1 = Y_1 \quad (2)$$

3. Menghitung nilai pemulusan *trend* b pada periode ke- t dengan Persamaan (3) dan nilai awal b_1 dengan Persamaan (4).

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3)$$

$$b_1 = Y_2 - Y_1 \quad (4)$$

4. Menghitung nilai peramalan data historis F_{t+1} dengan Persamaan (5).

$$F_{t+1} = L_t + b_t \quad (5)$$

5. Menghitung nilai MAPE dengan Persamaan (6) dan statistik Durbin-Watson dengan Persamaan (7).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) \right| \times 100\% \quad (6)$$

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (Y_t - F_t) - (Y_{t-1} - F_{t-1}))^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2} \quad (7)$$

6. Memilih parameter pemulus α dan β yang meminimumkan MAPE.

Menurut Lewis (1982), tingkat keakuratan MAPE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Keakuratan MAPE

MAPE (%)	Keakuratan
$MAPE \leq 10\%$	Keakuratan tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Keakuratan baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Keakuratan cukup
$MAPE > 50\%$	Tidak akurat

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin kecil nilai MAPE yang diperoleh maka semakin tinggi keakuratan peramalannya. Oleh karena itu, pilih parameter pemulus yang menghasilkan nilai MAPE yang terkecil dan kurang dari 50%.

7. Menghitung peramalan produksi dan konsumsi domestik beras F_{t+m} dengan Persamaan (8).

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (8)$$

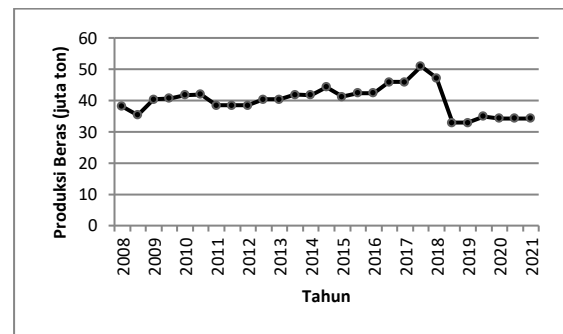
Peramalan dihitung hingga tahun 2024 semester kedua sehingga $m = 2, 3, 4, \dots, 7$.

8. Melakukan analisis hasil peramalan produksi terhadap hasil peramalan konsumsi domestik beras.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Pola Data

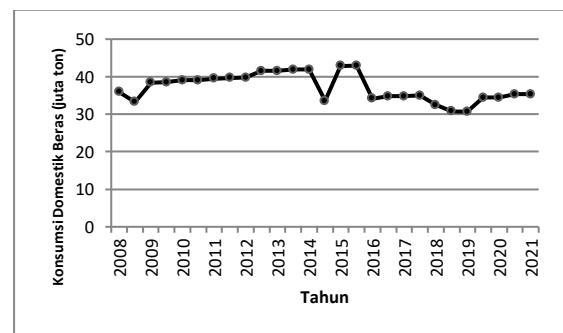
3.1.1 Data Produksi Beras



Gambar 1. Grafik Jumlah Produksi Beras di Indonesia

Pada Gambar 1 terlihat adanya kecenderungan atau *trend* pada data produksi beras yang meningkat dari awal tahun 2008 hingga tahun 2017, namun pada tahun-tahun selanjutnya *trend* menurun cukup drastis. Meskipun terdapat fluktuasi data namun tidak terlihat adanya pola musiman yang cukup berarti.

3.1.2 Data Konsumsi Domestik Beras



Gambar 2. Grafik Jumlah Konsumsi Domestik Beras di Indonesia

Pada Gambar 2 terlihat adanya kecenderungan atau *trend* pada data konsumsi domestik beras yang menurun dari awal tahun 2008 hingga tahun 2021 walaupun pada tahun 2009 hingga tahun 2015 terlihat adanya

peningkatan. Pola musiman tidak terlihat dari data ini.

3.2 Peramalan dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

3.2.1 Peramalan Produksi Beras

1. Pemilihan parameter pemulus α dan β

Nilai parameter pemulus α dan β dipilih yang meminimumkan MAPE dilakukan dengan cara *trial-and-error*, yaitu dengan mencobakan beberapa pasangan α dan β . Setelah dilakukan *trial-and-error*, diketahui bahwa pasangan nilai α dan β yang meminimumkan MAPE adalah $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,2$. Pada Tabel 2 ditampilkan beberapa pasang nilai α dan β beserta nilai MAPE yang diperoleh.

Tabel 2. Nilai MAPE untuk Peramalan Produksi Beras di Indonesia dengan Beberapa Parameter Pemulus α dan β

		α		
		0,8	0,9	0,99
β	0,01	9,51%	9,05%	8,78%
	0,1	7,31%	6,86%	6,73%
	0,2	6,75%	6,53%	6,61%
	0,3	6,71%	6,72%	6,82%
	0,4	6,95%	6,98%	7,07%

Hasil tersebut kemudian dijustifikasi dengan *add-in Solver* yang terdapat pada Microsoft Excel 2016 dan diperoleh hasil pasangan $\alpha = 0,88$ dan $\beta = 0,18$ dengan nilai MAPE sebesar 6,48%. Selanjutnya, nilai α dan β yang digunakan adalah $\alpha = 0,88$ dan $\beta = 0,18$.

2. Peramalan produksi beras

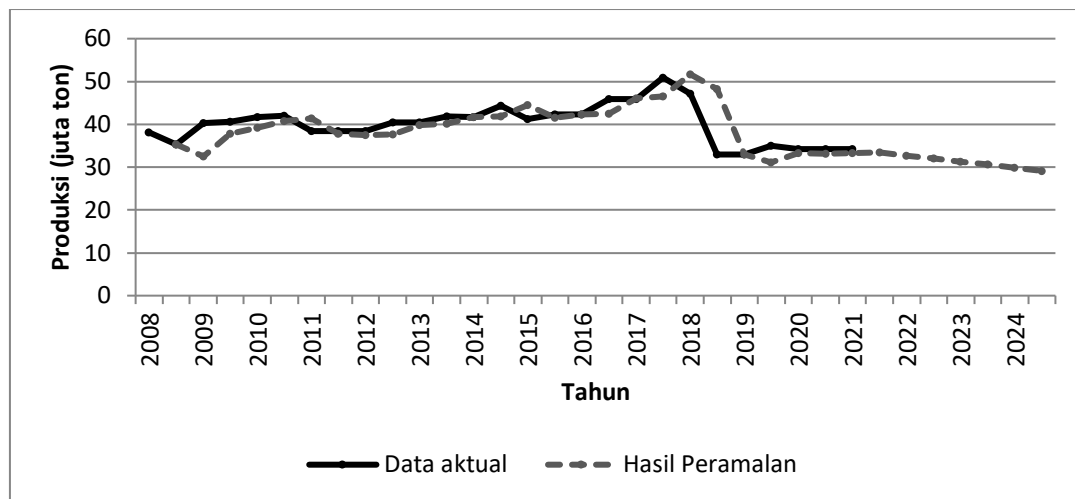
Peramalan pada data historis dilakukan dengan menggunakan

Persamaan (5) dan pada periode ke depannya menggunakan Persamaan (8). Peramalan dilakukan untuk tujuh periode ke depan. Hasil peramalan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Peramalan Produksi Beras di Indonesia

Periode (t)	F_{t+m} (ton)	Periode (t)	F_{t+m} (ton)
2	35.298.935	19	46.077.951,87
3	32.500.975	20	46.478.606,27
4	37.850.246,36	21	51.679.522,54
5	39.208.720,17	22	48.276.432,96
6	40.684.730,74	23	32.943.167,15
7	41.305.356,26	24	31.104.257,70
8	37.767.913,45	25	33.260.544,22
9	37.459.049,94	26	33.062.325,73
10	37.582.005,40	27	33.257.451,82
11	39.777.462,17	28	33.443.932,97
12	40.137.957,55	29	32.724.491,79
13	41.700.779,56	30	32.005.050,62
14	41.790.832,65	31	31.285.609,45
15	44.482.776,36	32	30.566.168,28
16	41.532.237,83	33	29.846.727,10
17	42.363.481,55	34	29.127.285,93
18	42.445.226,47		

Nilai MAPE dihitung dengan Persamaan (6) dan hasilnya adalah sebesar 6,48% yang berarti bahwa keakuratan peramalan tinggi. Nilai statistik Durbin-Watson dihitung dengan Persamaan (7) dan hasilnya adalah 1,63 yang termasuk pada daerah terima, yaitu $DW_U = 1,47 < DW < 4 - DW_U = 2,53$ yang berarti bahwa tidak terdapat autokorelasi lag satu pada data atau pola *error* pada data adalah acak. Hal ini juga terlihat pada perbandingan data aktual dengan hasil peramalan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Data dan Hasil Peramalan Produksi Beras di Indonesia

3.2.2 Peramalan Konsumsi Domestik Beras

1. Pemilihan parameter α dan β

Pemilihan nilai parameter pemulus α dan β dilakukan dengan memilih pasangan nilai yang meminimumkan MAPE, yaitu dengan cara *trial-and-error*. *Trial-and-error* dilakukan dengan mencoba beberapa pasangan α dan β . Kemudian diketahui bahwa pasangan nilai α dan β yang meminimumkan MAPE adalah $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0,3$. Pada Tabel 4 ditampilkan beberapa pasang nilai α dan β beserta nilai MAPE yang dihasilkan.

Tabel 4. Nilai MAPE untuk Peramalan Konsumsi Domestik Beras di Indonesia dengan Beberapa Parameter Pemulus α dan β

		α		
		0,8	0,9	0,99
β	0,01	9,92%	9,30%	8,88%
	0,1	7,12%	6,80%	6,58%
	0,2	6,24%	6,05%	6,02%
	0,3	6%	5,94%	6,08%
	0,4	6,09%	6,07%	6,40%

Hasil tersebut kemudian dicocokkan dengan hasil *add-in Solver* yang terdapat pada Microsoft Excel 2016 yang memperoleh pasangan $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,29$ dengan nilai MAPE sebesar 5,91%. Pasangan nilai α dan β yang digunakan selanjutnya adalah $\alpha = 0,93$ dan $\beta = 0,29$.

2. Peramalan konsumsi domestik beras

Persamaan (5) digunakan untuk

menghitung peramalan pada data historis dan untuk periode ke depannya digunakan Persamaan (8). Peramalan dilakukan untuk tujuh periode ke depan. Hasil peramalan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

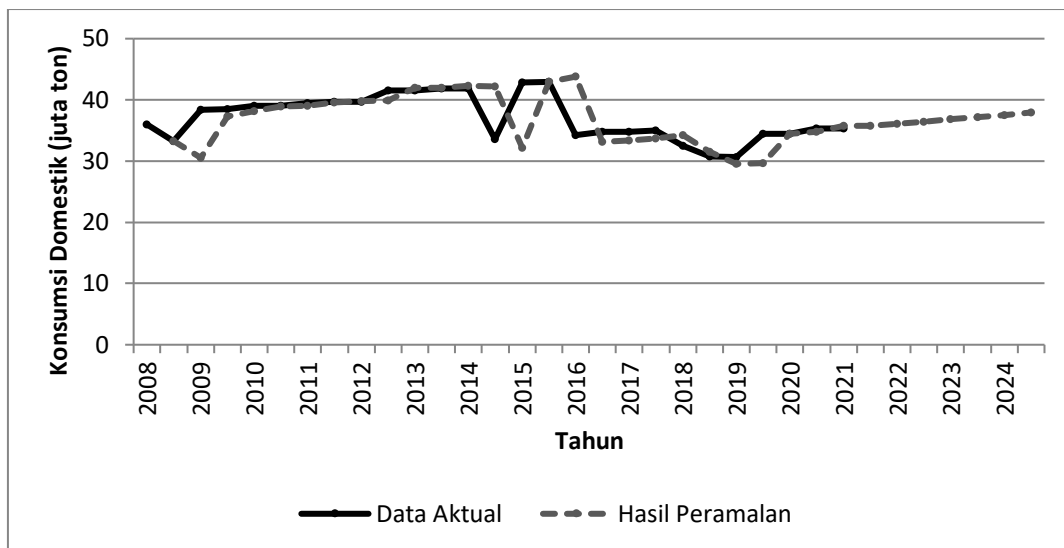
Tabel 5. Hasil Peramalan Konsumsi Domestik Beras di Indonesia

Periode (t)	F_{t+m} (ton)	Periode (t)	F_{t+m} (ton)
2	33.253.065	19	33.353.000,28
3	30.566.401	20	33.748.601,88
4	37.317.596,95	21	34.277.411,09
5	38.137.291	22	31.518.353,22
6	38.918.327,79	23	29.534.892,40
7	39.035.663,32	24	29.612.250,37
8	39.611.163,45	25	34.412.944,41
9	39.833.673,78	26	34.752.819,66
10	39.859.874,36	27	35.776.869,94
11	41.975.015,69	28	35.729.141,49
12	41.999.548,76	29	36.093.181,65
13	42.288.618,27	30	36.457.221,81
14	42.194.603,29	31	36.821.261,97
15	32.141.179,14	32	37.185.302,13
16	42.935.542,38	33	37.549.342,29
17	43.794.903,12	34	37.913.382,45
18	33.127.649,86		

Persamaan (6) digunakan untuk menghitung nilai MAPE dan diperoleh nilai MAPE sebesar 5,91% yang berarti bahwa keakuratan peramalan tinggi. Persamaan (7) digunakan untuk menghitung nilai statistik Durbin-Watson dan hasil yang diperoleh adalah 2,45 yang termasuk pada daerah terima, yaitu $DW_U = 1,47 < DW < 4 - DW_U = 2,53$

yang berarti bahwa tidak terdapat autokorelasi *lag* satu pada data atau dengan kata lain, pola *error* pada data adalah acak. Hal ini juga terlihat pada

perbandingan data aktual dengan hasil peramalan yang dapat dilihat pada Gambar 4.

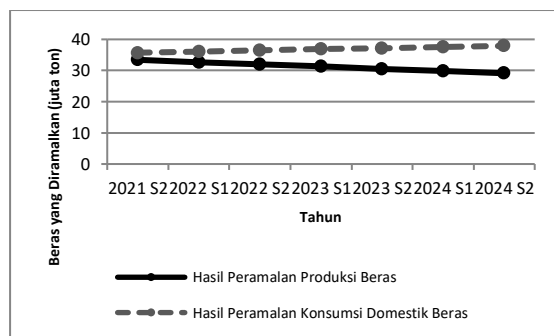


Gambar 4. Data dan hasil peramalan konsumsi domestik beras di Indonesia

3.3 Analisis Hasil Peramalan

Hasil peramalan pada data jumlah produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan tingkat keakuratan yang cukup tinggi dengan MAPE masing-masing kurang dari 10%. Hal tersebut ditunjukkan dengan garis dan titik hasil peramalan yang cenderung berhimpit dengan data sebenarnya.

Meskipun terlihat adanya *trend* naik pada jumlah produksi beras di Indonesia, namun hasil peramalan yang diperoleh sejak tahun 2021 semester kedua hingga tahun 2024 semester kedua menunjukkan adanya *trend* yang menurun dengan nilai peramalan terakhir sebesar 29.127.285,93 ton. Hal ini berkebalikan dengan hasil peramalan pada jumlah konsumsi domestik beras di Indonesia yang cenderung meningkat dengan nilai akhir peramalan sebesar 37.913.382,45 ton seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peramalan jumlah produksi dan konsumsi domestik beras di Indonesia tahun 2021-2024

Pada Gambar 5 terlihat bahwa selisih jumlah produksi dan konsumsi domestik beras kian meningkat dengan peningkatan selisih mencapai satu juta ton tiap semesternya. Laju penurunan pada jumlah produksi pun terlihat lebih tinggi dibanding laju peningkatan konsumsi domestik, di mana tiap semesternya jumlah produksi turun dua kali lipat lebih banyak dibanding kenaikan jumlah konsumsi domestik.

Hasil peramalan pada tahun 2024 merupakan jumlah dari dua nilai peramalan terakhir karena data merupakan data per enam bulan sehingga pada tahun 2024 diprediksi jumlah produksi beras di Indonesia adalah 58.974.013,04 ton dan jumlah konsumsi domestik beras di Indonesia adalah 75.462.724,73 ton. Jika diasumsikan bahwa pemenuhan kebutuhan dan ketersediaan beras di Indonesia hanya bergantung pada produksi, maka diprediksi bahwa tidak dapat mencukupi walau target Kementerian Pertanian RI telah tercapai. Hal ini bersesuaian dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Andani (2008) dan Zahra (2021). Untuk itu, selain adanya impor untuk meningkatkan ketersediaan beras dalam negeri, perlu dilakukan pemberdayaan sektor pertanian untuk meningkatkan produksi dan diversifikasi bahan makanan pokok untuk mengurangi jumlah konsumsi beras dalam negeri dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Metode *Double Exponential Smoothing* cocok digunakan pada peramalan jumlah produksi dan konsumsi beras di Indonesia karena menghasilkan peramalan dengan keakuratan yang tinggi. Pada peramalan jumlah produksi diperoleh hasil peramalan yang cenderung menurun. Sedangkan pada peramalan jumlah konsumsi diperoleh hasil peramalan yang cenderung meningkat. Hasil peramalan tersebut menunjukkan bahwa produksi sendiri tidak dapat mencukupi pemenuhan konsumsi domestik beras di Indonesia.

4.2 Saran

1. Mengikutsertakan variabel lain selain produksi dan konsumsi domestik seperti impor dan ekspor agar dapat lebih merepresentasikan keadaan beras di Indonesia.
2. Mengkaji dan mencoba berbagai cara lain dalam pemilihan parameter pemulus α dan β .

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyah, S. N. dkk. 2021. Sistem Peramalan Produksi Padi di Jawa Timur menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Method. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1 (2).
- Airlangga, G. dkk. 2019. Comparison of Exponential Smoothing and Neural Network Method to Forecast Rice Production in Indonesia. *TELKOMNIKA*, 3 (17): 1367-1375.
- Andani, A. 2008. Analisis Prakiraan Produksi dan Konsumsi Beras Indonesia. *AGRISEP*, 8 (1): 1-18.
- Arifin, Z. dkk. 2021. Forecasting the Basic Conditions of Indonesia's Rice Economy 2019-2045. *Agricultural Socio-Economics Journal* 2 (21): 111-120.
- ASEAN Food Security Information System. 2021. *Report on ASEAN Agricultural Commodity Outlook, June 2021*. Bangkok: Sekretariat AFSIS.
- Badan Ketahanan Pangan. 2020. *Rencana Strategis Badan Ketahanan Pangan Tahun 2020-2024*. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2020. *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/Sustainable Development Goals (SDGs)*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Booklet Survei Angkatan Kerja Nasional Agustus 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Pengeluaran untuk Konsumsi Penduduk Indonesia Berdasarkan Hasil Susenas September 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Dalimunthe, D. Y. 2020. *Fit of Statistical Forecasting Model* berdasarkan Variabel Angka Kemiskinan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *E-Jurnal Matematika Universitas Udayana* 9 (2): 117-124.
- Fawaiq, M. N. dkk. 2019. Prediksi Hasil Pertanian Padi di Kabupaten Kudus dengan Metode Brown's Double Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika*, 4 (2): 78.
- Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Ord, J. K., dan Snyder, R. D. 2008. *Forecasting with Exponential Smoothing The State Space Approach*. Berlin: Springer.
- Kementerian Pertanian Amerika Serikat (*United States Department of Agriculture*). 2021. *PSD Reports: World Grains Data Sets*. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>, (diakses 26 April 2021).
- Lestari, I G. A. M., Sumarjaya, I W., dan Widana, I N. 2021. Peramalan Produksi Padi di Kabupaten Badung, Gianyar, dan Tabanan dengan Metode *Vector Autoregression* (VAR). *E-Jurnal Matematika Universitas Udayana* 10 (1): 32-40.
- Lewis, C. D. 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*. London: Butterworth Scientific.
- Makridakis, S. dkk. 1997. *Forecasting Methods and Applications*. New York: John Wiley and Sons.
- Persatuan Bangsa-Bangsa. 2019. *World Population Prospects 2019*. <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>, (diakses 8 Mei 2021).
- Utami, N. P. M., Sumarjaya, I W., dan Srinadi, I G. A. M. 2019. Memodelkan Rasio Ketersediaan Beras menggunakan Regresi Data Panel Dinamis. *E-Jurnal Matematika Universitas Udayana* 8 (3): 199-203.
- Zahra, N. dan Cahyadi, E. 2021. Forecasting and Establishing National Rice Production Targets in Indonesia. *Proceedings of the 1st International Conference Sustainable Management and Innovation*, 1 (1).