

KETERSEDIAAN JAGUNG BERDASARKAN PERAMALAN PRODUKSI DAN PRODUKTIVITASNYA DI TENGAH PERSAINGAN PENGGUNAAN LAHAN DI INDONESIA

Dedi Nugraha

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jl. Merdeka No. 147, Bogor, Telp. 0251-8334-089, 8331-718
E-mail: edgraenterprise@gmail.com

ABSTRAK

Jagung adalah tanaman pangan yang memiliki nilai strategis serta bersifat multifungsi, baik sebagai bahan pangan maupun pakan. Permintaan jagung terutama untuk bidang industri terus meningkat setiap tahun. Data BPS menunjukkan produksi dan produktivitas jagung relatif meningkat, sementara luas panennya relatif fluktuatif. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model untuk memprediksi produksi jagung dalam kaitannya dengan produktivitasnya di tengah persaingan penggunaan lahan sebagai faktor pembatasnya. Dalam penelitian ini digunakan teknik peramalan dengan menggunakan data time series untuk membentuk suatu model. Model terbaik yang terpilih akan digunakan untuk menduga produksi jagung. Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria Mean Absolute Percent Error (MAPE), Root Mean Square Error (RMSE) dan Akaike Information Criteria (AIC). Model terpilih untuk peramalan yaitu ARIMA (1,1,0) dengan drift. Rata-rata batas maksimal produktivitas jagung hibrida berdasarkan kajian sejauh ini 12,62 t/ha. Alih fungsi lahan dan ketersediaan air menjadi penghambat peningkatan produksi jagung nasional.

Kata kunci : Peramalan, produksi jagung, produktivitas, penggunaan lahan

ABSTRACT

Maize is a foodcrop that has strategic value as well as multifunctional, both as food and feed. Maize demand especially for industrial field, increase continuously every year. BPS data showed that production and productivity of maize relatively increases, while the harvest area is relatively fluktuatif. This study aims to establish a model for predicting maize production in relationship with productivity in land use competition's as a factor of its boundary. This study used the technique of forecasting with using time series data. Best model selected will be used to estimate maize production. Selection of the best model using criteria Mean Absolute Percent Error (MAPE), Root Mean Square Error (RMSE), and Akaike Information Criteria (AIC). Best model selected is ARIMA (1,1,0) with drift. Average treshold of maize hybrid productivity's based on research is 12,62 t/ha. Change of land function's and avaliability of water become obstacle in increasing nationality maize production.

Keywords : Forecasting, maize production, productivity, land use

PENDAHULUAN

Jagung merupakan komoditas tanaman pangan yang memiliki peranan penting dan strategis dalam pembangunan nasional (Dirjen Tanaman Pangan, 2016). Dalam perekonomian nasional, sumbangan jagung terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) terus meningkat setiap tahun, sekalipun saat krisis ekonomi (Zubachtirodin, 2007).

Mengingat fungsinya yang multiguna, saat ini jagung tidak hanya digunakan sebagai bahan pangan tetapi juga digunakan sebagai bahan pakan dan industri bahkan di

luar negeri sudah mulai digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Dirjen Tanaman Pangan, 2016).

Tiga puluh tahun yang lalu, penggunaan jagung umumnya masih didominasi untuk pangan. Dengan berkembangnya industri unggas pada awal tahun 1970an, maka jagung mulai dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pakan unggas modern (Tangendjaja, 2007). Sebelum tahun 1990, 86% penggunaan jagung di Indonesia untuk konsumsi langsung, hanya sekitar 6% untuk industri pakan. Penggunaan jagung untuk industri pangan juga masih rendah, baru sekitar 7,5% (Zubachtirodin, 2007).

Menurut Purwanto (2007), dalam periode 1989-2002 telah terjadi pergeseran penggunaan jagung tetapi masih dominan untuk konsumsi langsung. Setelah tahun 2002, penggunaan jagung lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan industri pakan. Penggunaan jagung untuk industri pangan juga terus meningkat. Dengan perubahan ini maka jagung bukan lagi sebagai komoditas pangan pokok, tapi telah berubah menjadi bahan baku industri (Kasryno, 2007).

Permintaan jagung meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan industri (Purwanto, 2007). Permintaan jagung akan sangat dinamis, terkait dengan meningkatnya harga minyak bumi. Permintaan jagung untuk energi alternatif, bahan baku industri pakan, dan industri makanan akan terus meningkat di masa mendatang. Meningkatnya pendapatan per kapita menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap produk turunan jagung (Zubachtirodin, 2007).

Produktivitas jagung pada tahun 2007 rata-rata 3.67 t/ha pipilan kering (PK), meningkat dengan laju 3,70% per tahun. Peningkatan produktivitas tersebut terkait dengan pengembangan varietas jagung hibrida, peningkatan intensitas pertanaman, dan penerapan PTT.

Data BPS menunjukkan produksi dan produktivitas jagung relatif meningkat setiap tahunnya, sementara luas panennya relatif fluktuatif. Pada tahun 2015, produksi jagung mencapai angka 19,61 juta ton PK yang didorong oleh produktivitas yang tinggi (5,18 t/ha), walaupun luas panennya terendah selama kurun waktu 5 tahun terakhir yaitu 3,79 juta ha.

Pertanaman jagung pada musim hujan lebih luas daripada musim kemarau (Purwanto, 2007). Sebagian besar jagung diusahakan pada lahan kering yang penanamannya pada musim hujan. Pada musim kemarau ketersediaan jagung untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri sangat kurang karena luas areal panen terbatas (Zubachtirodin, 2007).

Berdasarkan beberapa hal tersebut, perlu adanya model untuk meramalkan produksi jagung di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model untuk memprediksi produksi jagung serta kaitannya dengan produktivitas yang memiliki batas potensi hasil ditengah persaingan penggunaan lahan sebagai faktor pembatasnya.

METODE PENELITIAN

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) dibawah Kementerian Pertanian dan Badan Pusat Statistik (BPS). Data tahunan luas panen, produksi dan produktivitas jagung yang diambil yaitu periode 1970-2015.

Metode Analisis Data

Analisis Runtun Waktu

Runtun waktu adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. Stasioneritas merupakan asumsi yang sangat penting dalam analisis runtun waktu. Pengaruh ketidakstasioneran dalam rata-rata dapat diatasi dengan melakukan pembedaan derajat (*differencing*) orde d (Hidayah, 2015).

$$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (1)$$

Stasioneritas rata-rata dapat dilihat menggunakan uji formal yaitu uji akar unit. Metode dalam uji akar unit diantaranya yaitu *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) dan *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS).

Pemodelan ARIMA

Dalam pemodelan runtun waktu ARIMA asumsi yang harus dipenuhi yaitu stasioneritas data dan residual yang bersifat *white noise*. *White noise* berarti residual tidak berautokorelasi dan berdistribusi normal $N(0, \sigma_\alpha^2)$. Uji formal yang digunakan untuk mendeteksi kondisi *White Noise* menggunakan statistik Ljung-Box. Adapun beberapa model ARIMA *non-musiman* sebagai berikut:

1. Model *Autoregressive* (AR(p)) dengan orde p bentuk umumnya yaitu:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t \quad (2)$$

2. Model *Moving Average* (MA(q)) dengan orde q bentuk umumnya yaitu:

$$Z_t = \alpha_t + \theta_1 \alpha_{t-1} + \theta_2 \alpha_{t-2} + \dots + \theta_q \alpha_{t-q} \quad (3)$$

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA(p,q)) yaitu:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \alpha_t - \alpha_{t-1} - \theta_2 \alpha_{t-2} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q} \quad (4)$$

4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA(p,d,q)), dengan d merupakan orde dari pembedaan, bentuk umumnya yaitu:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)\alpha_t \quad (5)$$

$$\text{dimana: } \phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

Fungsi Autokorelasi (ACF)

Pendugaan dari ACF adalah sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\text{kov}(Z_t, Z_{t-k})}{[\text{var}(Z_t), \text{var}(Z_{t-k})]^{1/2}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (6)$$

Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Y_t dan Y_{t-k} , apabila pengaruh dari lag dianggap terpisah. Pendugaan dari PACF merupakan koefisien autokorelasi dari persamaan *Yule-Walker* untuk $j = 1, 2, \dots, k$ (Fauzannissa, 2015). Pendugaan dari PACF adalah sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} = \hat{\phi}_{k-1,j} - \hat{\phi}_{kk} \hat{\phi}_{k-1,k-j} \quad (7)$$

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dalam peramalan ditentukan oleh eror yang dihasilkan. Beberapa kriteria pemilihan model yaitu: Mean Absolute Percent Error (MAPE) atau

Mean Square Error (MSE). Semakin kecil nilai kriteria tersebut maka hasil peramalan yang didapatkan semakin baik (Fitriani, 2015).

1. MAPE dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n} \quad (8)$$

dimana:

$$PE_t = \left(\frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) \times 100\%$$

dengan PE_t = Persentase kesalahan periode ke-t, Y_t = Data aktual periode ke-t, F_t = Nilai peramalan periode ke-t dan n = Jumlah data (Pratami, 2016).

2. MSE dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (9)$$

dimana: $e_t = (Z_t - \hat{Z}_t)$

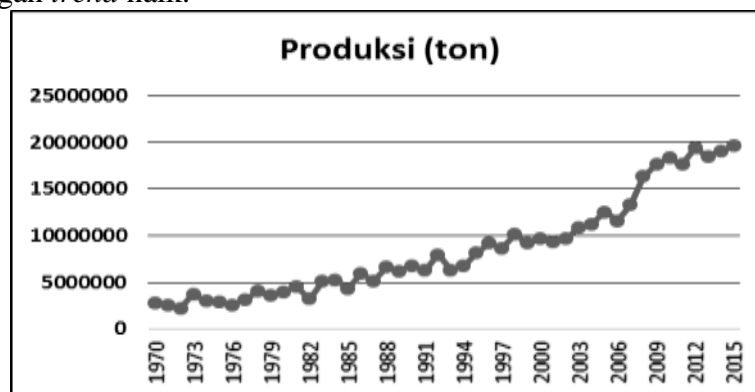
dengan: n = banyaknya data, e_t = residual pada periode t, Z_t = data aktual pada periode t dan \hat{Z}_t = nilai hasil peramalan pada periode t.

Tahapan Analisis Data dengan Metode Arima

1. Melakukan plot data produksi jagung terhadap waktu dan uji stasioneritas data.
2. Jika data belum stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing* dan dilakukan uji stasioneritas kembali.
3. Menentukan model tentatif ARIMA (p,d,q) dari pola ACF dan.
4. Uji parameter model ARIMA menggunakan uji-t.
5. Uji normalitas dan *white noise* pada residual model ARIMA.
6. Jika diperoleh model ARIMA lebih dari satu, maka dilakukan pemilihan model ARIMA terbaik dengan menggunakan kriteria AIC, MAPE dan MSE.
7. Melakukan peramalan menggunakan model ARIMA terpilih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi jagung tahunan di Indonesia memiliki tren naik dengan nilai yang fluktuatif. Pada periode 1970-2007, produksi jagung rata-rata meningkat dengan laju 5,91% per tahun. Kemudian pada tahun 2008 terjadi peningkatan produksi paling tinggi dengan laju 11,4%. Selanjutnya, pada periode 2009-2015 produksi jagung kembali fluktuatif dengan *trend* naik.



Sumber: Pusdatin dan BPS (2016)

Gambar 1. Produksi Jagung Indonesia Tahun 1970-2015.

Secara matematik, produksi jagung merupakan hasil perkalian antara luas panen dengan produktivitasnya. Produktivitas jagung Indonesia cenderung mengalami peningkatan yang cukup stabil. Penurunan produktivitas hanya terjadi pada tahun 1977 (0,26%), 1988 (0,52%), dan 2013 (1,11%).

Produktivitas jagung di Indonesia masih rendah, baru 3,47 t/ha pada tahun 2006, namun cenderung meningkat dengan laju 3,38% per tahun. Dalam periode 1990-2006, produksi jagung rata-rata 9,1 juta ton dengan laju peningkatan 4,17% per tahun. Terindikasi bahwa peningkatan produksi jagung di Indonesia lebih ditentukan oleh perbaikan produktivitas daripada peningkatan luas panen (laju panen 1,96%).

Selama periode 1970-1999, luas panen jagung menunjukkan pola yang fluktuatif. Selanjutnya pada periode 2000-2007 pola luas panen jagung tidak beraturan dengan luas lebih rendah daripada tahun 1999. Pada tahun 2008 luas panen jagung kembali meningkat dan puncaknya pada tahun 2009 dengan luas 4,16 juta ha. Sementara setelah itu luas panen jagung cenderung menurun atau memiliki trend menurun.

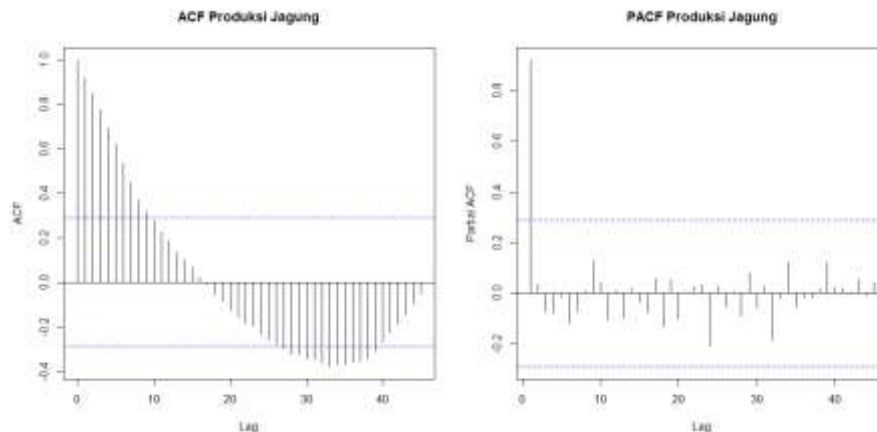
Model Peramalan dengan ARIMA

Plot runtun waktu (Gambar 1), menunjukkan produksi jagung mengalami *trend* naik. Selain itu, plot ACF pada gambar 2 juga menunjukkan pola *dying down*, sehingga data dikatakan belum stasioner. Hasil pengujian stasioneritas data secara formal tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Stasioneritas Data Produksi Jagung

No	Metode	Statistik	P-Value	Keterangan
1	ADF	-1,2920	0,8555	Non-Stasioner
2	PP	-5,9235	0,7617	Non-Stasioner
3	KPSS	2,1602	0,0100	Non-Stasioner

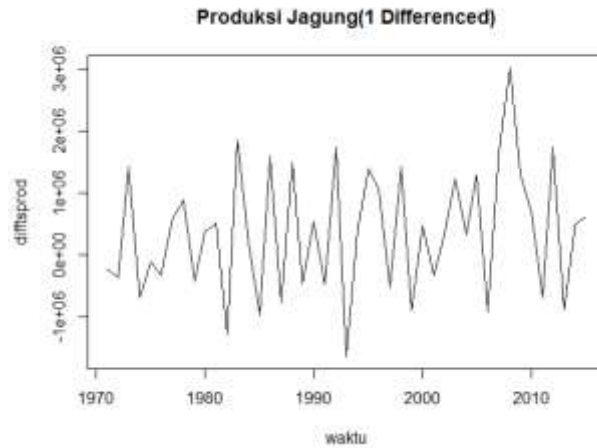
Sumber : Output R Software, 2016



Sumber : Output R Software (2016)
Gambar 2. Plot ACF dan PACF Produksi Jagung

Dari tabel 1 diketahui bahwa data produksi jagung belum stasioner. Hal tersebut terlihat dari nilai p-value untuk uji ADF dan PP lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, dan untuk uji KPSS kurang dari 0,05. Agar data stasioner, dilakukan *first differencing*. Gambar 3 merupakan plot runtun waktu hasil *first differencing* terhadap data produksi jagung.

Plot runtun waktu pada gambar 3 memperlihatkan data produksi jagung setelah dilakukan *first differencing* cenderung berada pada garis horizontal atau tidak menunjukkan adanya *trend*. Selain itu, plot ACF dan PACF pada gambar 4 menunjukkan pola *cut off*. Dengan demikian, data hasil *first differencing* dikatakan sudah stasioner. Hasil uji stasioneritas data secara formal tercantum pada tabel 2.



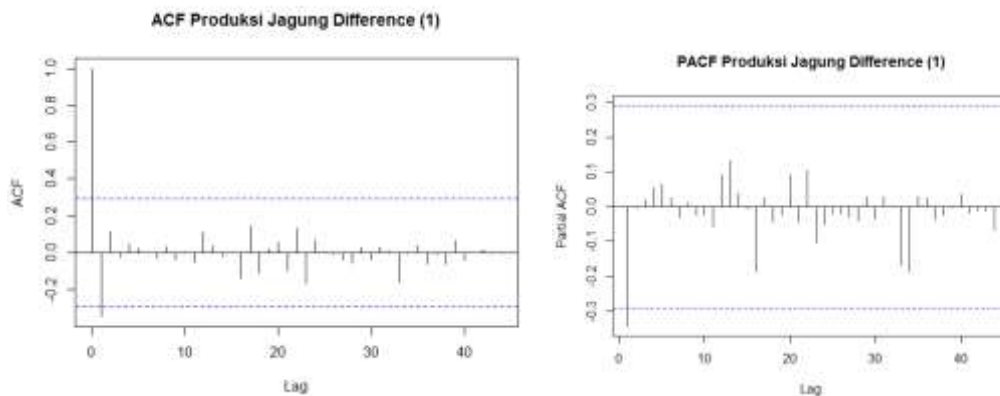
Sumber : Output R Software (2016)

Gambar 3. Plot Runtun Waktu Produksi Jagung *First Differencing*

Tabel 2. Uji Stasioneritas Data Produksi Jagung *First Differencing*

No	Metode	Statistik	p-value	Keterangan
1	ADF	-3,6757	0,03784	Stasioner
2	PP	-58,0296	0,01000	Stasioner
3	KPSS	0,3346	0,10000	Stasioner

Sumber : Output R Software, 2016



Sumber : Output R Software (2016)

Gambar 4. Plot ACF dan PACF Produksi Jagung *First Differencing*

Berdasarkan gambar 4, plot PACF menunjukkan pola *cut off* setelah lag pertama dan pada plot ACF menunjukkan pola *cut off* pada lag kedua. Dengan mempertimbangkan prinsip parsimoni terdapat 8 model tentatif yaitu Arima (1,1,0), Arima (0,1,1), Arima (0,1,2) dan Arima (1,1,1) dengan atau tanpa *drift*.

Tabel 3. Model Tentatif ARIMA

No	Model	Parameter	Aic	RMSE	MAPE
1	ARIMA (1,1,0)	Non-Signifikan	1380,40	1048653	11,8457
2	ARIMA (0,1,1)	Non-Signifikan	1380,88	1054511	12,157312
3	ARIMA (0,1,2)	Non-Signifikan	1380,37	1024344	11,68088
4	ARIMA (1,1,1)	Non-Signifikan	1381,75	1040831	11,69842
5	ARIMA (1,1,0) dengan <i>drift</i>	Signifikan	1342,19	939064,9	12,44526
6	ARIMA (0,1,1) dengan <i>drift</i>	Signifikan	1342,79	945817,2	12,42793
7	ARIMA (0,1,2) dengan <i>drift</i>	Non-Signifikan	1344,10	938107,6	12,34533
8	ARIMA (1,1,1) dengan <i>drift</i>	Non-Signifikan	1344,18	939024,7	12,43666

Sumber : Output *R Software*, 2016

Tabel 4. Uji Normalitas dan White Noise

Model	White Noise	Normalitas
ARIMA (1,1,0) dengan <i>drift</i>	Terpenuhi	Terpenuhi
ARIMA (0,1,1) dengan <i>drift</i>	Terpenuhi	Terpenuhi

Sumber : Output *R Software*, 2016

Berdasarkan tabel 4 dan 5, model ARIMA (1,1,0) dan ARIMA (0,1,1) dengan *drift* memiliki parameter yang signifikan dan residualnya berdistribusi normal dan *white noise*. Model ARIMA (0,1,1) memiliki nilai MAPE lebih baik daripada Model ARIMA (1,1,0). Namun, karena model ARIMA (1,1,0) memiliki nilai AIC dan RMSE yang lebih baik, maka model ARIMA (1,1,0) dengan *drift* ditetapkan sebagai model terbaik.

Tabel 5. Nilai Peramalan ARIMA (1,1,0) dengan Drift

Tahun	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
2016	19.908.897	18.005.241	21.812.552
2017	20.310.599	18.031.213	22.589.985
2018	20.676.618	17.961.290	23.391.946
2019	21.054.820	17.999.902	24.109.738
2020	21.428.862	18.057639	24.800.085

Sumber : Output *R Software*, 2016

Berdasarkan hasil peramalan dengan model ARIMA (1,1,0) dengan *drift* yang tercantum pada tabel 5, produksi jagung nasional 5 tahun kedepan memiliki *trend* naik. Pada tahun 2017 produksi jagung baru bisa mencapai angka 20 juta ton. Kemudian, pada tahun 2020 produksi jagung nasional akan mencapai angka 21,43 juta ton pipilan kering.

Dengan mempertimbangkan data *eksisting* beberapa tahun terakhir, kenaikan produksi jagung nasional masih akan didorong oleh peningkatan produktivitas yang memiliki *trend* naik. Rata-rata potensi hasil penggunaan jagung hibrida yaitu 12,62 t/ha, sementara produktivitas nasional tertinggi baru 5,18 t/ha. Menurut Zubachtirudin (2007), masih rendahnya produktivitas menggambarkan bahwa penerapan teknologi produksi jagung belum optimal. Dengan demikian, peluang peningkatan produksi dari produktivitas masih tinggi.

Sementara, luas panen cenderung menurun karena beberapa faktor. Faktor yang berperan dan berdampak terhadap menurunnya luas panen diantaranya, alih fungsi lahan, persaingan penggunaan lahan dan cekaman baik biotik dan abiotik. Menurut Zubachtirodin (2007), jika dibandingkan dengan komoditas lain, luas pertanaman jagung hanya 0,32 kali dari luas pertanaman padi, dan 5,32 kali luas pertanaman kedelai. Luas panen merupakan faktor yang penting dalam fungsi produksi, menurunnya luas panen akan berdampak negatif terhadap jumlah produksi jagung.

Beberapa hal yang mempengaruhi kondisi pangan nasional Indonesia yaitu: (1) meningkatnya alih fungsi lahan pertanian, khususnya lahan sawah menjadi lahan non pertanian, (2) menurunnya ketersediaan air sebagai dampak dari meningkatnya kerusakan DAS dan perubahan iklim global, dan 3) meningkatnya kerusakan infrastruktur irigasi.

Tantangan utama kedepan adalah mengatasi kesenjangan yang makin besar antara permintaan dan ketersediaan sumberdaya lahan dan air. Sumberdaya lahan dan air merupakan aset dan faktor produksi yang sangat vital dan strategis untuk memenuhi ketahanan pangan nasional. Selain itu, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, maka permintaan terhadap bahan pangan juga mengalami peningkatan.

KESIMPULAN

Model ARIMA (1,1,0) dengan *drift* ditetapkan sebagai model terbaik dengan nilai AIC dan RMSE terkecil. Hasil peramalan model ARIMA (1,1,0) dengan *drift* menunjukkan produksi jagung nasional 5 tahun kedepan memiliki *trend* naik dengan nilai secara berturut-turut 19,9 juta, 20,3 juta, 20,7 juta, 21,1 juta dan 21,4 juta ton pipilan kering. Kenaikan tersebut masih akan didorong oleh peningkatan produktivitas yang memiliki *trend* naik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirjen Tanaman Pangan. 2016. "Petunjuk Teknis Gerakan Pengembangan Jagung Hibrida". Direktorat Jendral Tanaman Pangan,
- Fauzannissa, R.A. dkk. 2015. "Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia Menggunakan Metode Radial Basis Function Neural Network". *Jurnal Gaussian*. Semarang. Jurusan Statistika FSM Undip.
- Fitriani, B.E. dkk. 2015. "Peramalan Beban Pemakaian Listrik Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan Hybrid ARIMA-Neural Network". *Jurnal Gaussian*. Semarang. Jurusan Statistika FSM Undip.
- Hidayah, S. L. I. A. dkk. 2015. "Perbandingan Model ARIMA dan Fungsi Transfer pada Peramalan Curah Hujan Kabupaten Wonosobo". *Jurnal Gaussian*. Semarang. Jurusan Statistika FSM Undip.
- Kasryno, F. dkk. 2007. "Gambaran Umum Ekonomi Jagung Indonesia". *Jagung*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Pratami, F.R. dkk. 2016. "Peramalan Dinamis Produksi Padi di Jawa Tengah Menggunakan Metode Koyck dan Almon". *Jurnal Gaussian*. Semarang. Jurusan Statistika FSM Undip.
- S. E. Said and D. A. Dickey (1984) "Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order". *Biometrika* 71, 599–607
- Purwanto, S. 2007. "Perkembangan Produksi dan Kebijakan dalam Peningkatan Produksi Jagung". *Jagung*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Tangendjaja, B. dan E. Wina. 2007. "Limbah Tanaman dan Produk Samping Industri Jagung untuk Pakan". *Jagung*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Zubachtirodin. dkk. 2007. "Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung". *Jagung*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.