



MULTIVARIATE ADAPTIVE GENERALIZED POISSON REGRESSION SPLINES UNTUK PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI PRODUKSI PADI DI KABUPATEN BOJONEGORO

Alif Yuanita Kartini¹, Muhammad Ishlahuddin²

Corresponding author : Alif Yuanita Kartini¹

¹Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, alifyuanita@unugiri.ac.id

²Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, muhammadishlahuddin00@gmail.com

Received : 31 Agustus 2022, Revised : 1 Oktober 2022, Accepted : 7 Oktober 2022

Abstract

Rice production in Bojonegoro district continues to decline due to flooding and pest attacks. Therefore, a study is needed to obtain variables that have a significant effect on rice production in Bojonegoro district and predict rice production for the future using the Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines (MAGPRS) method. In this study using the MAGPRS method because it is not clear the form of the relationship between the response variables to the predictor variables, and the response variable used is the number variable that is thought to have a Poisson distribution. The data used in the form of data in each sub-district in Bojonegoro district in 2021, namely the amount of rice production (Y), land area (X_1), number of farmer groups (X_2), amount of use of NPK fertilizer (X_3), amount of use of petroganic fertilizer (X_4), the amount of use of P-36 fertilizer (X_5), the amount of use of urea fertilizer (X_6), the amount of use of ZA fertilizer (X_7), and pest attack (X_8). The results of the analysis show that the best MAGPRS model is a model with a BF value of 16, an MI of 3 and an MO of 2 with a GCV of 0.33677 and R^2 of 0.980. Variable area of land contributed 100%, followed by variable amount of use of petroganic fertilizer, amount of use of NPK fertilizer, number of farmer groups, amount of use of urea fertilizer, number of pest attacks and amount of ZA fertilizer use. The MAGPRS model has an accuracy rate of 92.10% for predicting the amount of rice production in Bojonegoro district.

Keywords: Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines, rice production, prediction model

Abstrak

Produksi padi di kabupaten Bojonegoro terus mengalami penurunan yang disebabkan oleh banjir dan serangan hama. Sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mendapatkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap produksi padi di kabupaten Bojonegoro serta prediksi produksi padi untuk beberapa waktu mendatang menggunakan metode *Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines* (MAGPRS). Dalam penelitian ini menggunakan metode MAGPRS karena tidak jelasnya bentuk hubungan antara variabel respon terhadap variabel prediktor, serta variabel respon yang digunakan merupakan variabel jumlah yang diduga berdistribusi *poisson*. Data yang digunakan berupa data di setiap kecamatan di kabupaten Bojonegoro pada tahun 2021 yaitu jumlah produksi padi (Y), luas lahan (X_1), jumlah kelompok tani (X_2), jumlah penggunaan pupuk NPK (X_3), jumlah penggunaan pupuk petroganik (X_4), jumlah penggunaan pupuk P-36 (X_5), jumlah penggunaan pupuk urea (X_6), jumlah penggunaan pupuk ZA (X_7), dan serangan OPT (X_8). Hasil analisis menunjukkan bahwa model MAGPRS terbaik adalah model dengan nilai BF sebesar 16, MI sebesar 3 dan MO sebesar 2 dengan GCV bernilai 0,33677 dan R^2 bernilai 0,980. Variabel luas lahan memberikan kontribusi sebesar 100 %, diikuti dengan variabel jumlah penggunaan pupuk petroganik, jumlah penggunaan pupuk NPK, jumlah kelompok tani, jumlah penggunaan pupuk urea, jumlah serangan OPT dan jumlah penggunaan pupuk ZA. Model MAGPRS mempunyai tingkat akurasi sebesar 92,10 % untuk prediksi jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro.

Kata kunci: Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines, produksi padi, model prediksi

1. Pendahuluan

Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu lumbung pangan nasional, dimana sebagian besar masyarakatnya hidup dan bergantung dari hasil pertanian. Sektor pertanian berperan sebagai penopang kegiatan ekonomi dan sumber pangan masyarakat setiap harinya. Oleh karena itu pemerintah kabupaten Bojonegoro berupaya untuk terus meningkatkan produksi pertanian khususnya padi, diantaranya dengan memberikan padi bibit unggul kepada para petani, membangun irigasi dan sumur bor untuk pengairan, serta membentuk Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SLPTT) untuk memberikan berbagai penyuluhan dan pelatihan kepada para petani. Akan tetapi produksi padi di kabupaten Bojonegoro terus mengalami penurunan, dimana produksi padi pada tahun 2021 sebanyak 690.084 ton turun menjadi 728.915 ton pada tahun 2020. Penurunan produksi padi ini disebabkan oleh banjir dan serangan hama atau Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) [1]. Hal tersebut cukup mendapatkan perhatian yang serius dari pemerintah kabupaten Bojonegoro karena akan mempengaruhi stabilitas ekonomi dan ketahanan pangan. Sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui faktor apa saja yang memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah produksi padi terutama di kabupaten Bojonegoro.

Banyak faktor yang memiliki pengaruh terhadap produksi padi diantaranya adalah luas lahan, benih, pupuk bersubsidi, dan tenaga kerja [2], [3], [4]. Selain itu produksi padi juga dipengaruhi oleh luas panen, tekstur tanah, curah hujan, ketinggian tempat, hari hujan dan jenis pengairan [5], [6].

Pada penelitian-penelitian terdahulu, analisis hanya dilakukan sebatas untuk mengetahui faktor yang memiliki pengaruh terhadap produksi padi dengan menggunakan metode regresi linear dan *generalized poisson regression* [7], [5], [8], [9]. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) yang merupakan metode regresi non parametrik dengan pendekatan multivariate [10]. MARS digunakan untuk mengatasi masalah data

dimensi tinggi, antar variabel mempunyai banyak interaksi, menghasilkan model dengan titik knot yang kontinu, serta mendapatkan prediksi yang akurat [11].

Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa metode MARS mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dalam melakukan prediksi maupun klasifikasi [12], [13], [14]. Pada penelitian terdahulu metode MARS juga diaplikasikan dalam menentukan variabel prediktor apa saja yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon [11], [15], [16]. Untuk itu pada penelitian ini memakai metode *Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines* (MAGPRS) yang merupakan pengembangan dari metode MARS dengan menggunakan estimator *generalized poisson* [17], [18].

Tidak jelasnya bentuk hubungan antara variabel respon yaitu jumlah produksi padi terhadap variabel prediktor yaitu faktor yang diduga memiliki pengaruh merupakan alasan digunakannya metode MAGPRS ini. Alasan yang lain yaitu karena variabel respon yang digunakan merupakan variabel jumlah (*count*) yang diduga berdistribusi *poisson*. Selain untuk mendapatkan variabel prediktor yang secara signifikan memiliki pengaruh terhadap produksi padi, model MAGPRS yang terbentuk dapat digunakan untuk memprediksi produksi padi pada beberapa waktu yang akan datang. Prediksi produksi padi merupakan hal yang penting, khususnya di sektor pertanian. Dengan adanya jumlah penduduk yang semakin banyak dan juga masyarakat yang semakin konsumtif, maka perencanaan produksi padi menjadi semakin strategis dan semakin dibutuhkan [19].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model prediksi jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro menggunakan metode *Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines* dan mendapatkan variabel prediktor yang secara signifikan memiliki pengaruh terhadap jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pemerintah kabupaten Bojonegoro dalam pengambilan kebijakan terkait dengan peningkatan produksi padi sebagai upaya peningkatan ketahanan pangan.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian kabupaten Bojonegoro yang dipublikasikan di web satu data Bojonegoro. Data yang digunakan berupa data jumlah produksi padi beserta faktor yang diduga memiliki pengaruh di setiap kecamatan di kabupaten Bojonegoro pada tahun 2021.

Variabel yang digunakan adalah jumlah produksi padi (Y), luas lahan pertanian (X_1), jumlah kelompok tani (X_2), jumlah penggunaan pupuk NPK (X_3), jumlah penggunaan pupuk petrogenik (X_4), jumlah penggunaan pupuk P-36 (X_5), jumlah penggunaan pupuk urea (X_6), jumlah penggunaan pupuk ZA (X_7), dan jumlah serangan OPT (X_8).

Langkah-langkah analisis dalam penelitian ini yaitu :

- Mendapatkan nilai statistik deskriptif yang untuk mengetahui karakteristik dari jumlah produksi padi beserta variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya.
- Melihat bentuk hubungan antara jumlah produksi padi dengan variabel prediktornya dengan membuat scatter plot. Apabila tidak memiliki bentuk hubungan yang jelas antara jumlah produksi padi dengan variabel prediktornya maka bisa dilanjutkan dengan menggunakan regresi non parametrik yaitu MAGPRS, namun apabila terdapat bentuk hubungan antara jumlah produksi padi dengan variabel prediktornya maka untuk analisisnya menggunakan metode regresi parametrik [17][18].
- Melakukan uji *equidispersion* untuk melihat apakah ada kesamaan antara rata-rata dengan varians pada variabel jumlah produksi padi. Apabila hasil pengujiannya terjadi *overdispersi* maka bisa dilanjutkan menggunakan metode MAGPRS, namun apabila hasil pengujiannya terjadi *equidispersi* maka analisisnya menggunakan metode regresi *poisson* [17].
- Melakukan pemodelan MAGPRS dengan melakukan *trial and error* terhadap besarnya Basis Fungsi (BF) yaitu 16, 24 dan 32, Maksimum Interaksi (MI) yaitu 1, 2, 3 serta Minimum Observasi (MO) yaitu 0, 1, 2, 3 [18].

- Melakukan penentuan model MAGPRS terbaik dengan melihat nilai GCV terkecil dan R^2 terbesar [17].
- Melakukan pengujian secara simultan dari model MAGPRS terbaik untuk mendapatkan variabel prediktor yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap variabel respon secara serentak [17][18].
- Melakukan pengujian secara parsial terhadap model MAGPRS terbaik untuk melihat basis fungsi yang secara signifikan memiliki pengaruh terhadap model [17].
- Melakukan interpretasi model MAGPRS terbaik [18].
- Melakukan perhitungan besarnya tingkat kontribusi masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon berdasarkan nilai GCV [20].
- Melakukan prediksi produksi padi pada tahun 2022 untuk setiap kecamatan di kabupaten Bojonegoro, kemudian membandingkan hasil prediksi dengan data aktual dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan kabupaten Bojonegoro pada tahun 2022.
- Menghitung nilai akurasi dari hasil prediksi yang didapatkan.

3. Pembahasan

3.1 Karakteristik Jumlah Produksi Padi beserta Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi

Untuk mengetahui karakteristik dari jumlah produksi padi beserta variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya yaitu dengan mendapatkan nilai statistik deskriptif dari variabel yang digunakan. Adapun unit penelitian yang digunakan adalah 28 kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro yaitu Balen, Baureno, Bojonegoro, Bubulan, Dander, Gayam, Gondang, Kalitidu, Kanor, Kapas, Kasiman, Kedewan, Kedungadem, Kapohbaru, Malo, Margomulyo, Ngambon, Ngasem, Ngraho, Padangan, Purwosari, Sekar, Sugihwars, Sukosewu, Sumberrejo, Tambakrejo, Temayang, dan Trucuk [21]. Hasil dari statistik deskriptif ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Untuk

**Jumlah Produksi Padi beserta Variabel
Prediktornya**

Nama Variabel	Mean	Varians	Nilai min	Nilai Maks
Jumlah Produksi padi	28.133	379.319.383	2.807	66.621
Luas lahan	2.947,64	3.283.923,64	578	7.418
Jumlah kelompok tani	63,36	904,39	13	140
Jumlah pupuk NPK	1.503,25	574.814,71	286	3.584
Jumlah pupuk petroganik	868,32	285.515,04	142	1.987
Jumlah pupuk P-36	97,29	69.775,84	0	1.168
Jumlah pupuk urea	2.090,14	1.087.128,57	495	4.475
Jumlah pupuk ZA	682,36	216.425,50	179	2.590
Serangan OPT	143,68	58.385,56	5	1.064

Berdasarkan Tabel 1 memberikan informasi bahwa jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro tahun 2021 mempunyai rata-rata sebesar 28.133 ton dan nilai varians sebesar 379.319.383 ton. Produksi padi paling rendah adalah sebesar 28,07 ton di kecamatan Kedewan, dan produksi padi paling besar adalah sebesar 666,21 ton di kecamatan Kalitidu. Sementara itu untuk luas lahan pertanian mempunyai rata-rata sebesar 2.947,64 Ha dan varians sebesar 3.283.923,64 Ha. Luas lahan paling rendah yaitu sebesar 578 Ha di kecamatan Ngambon serta luas lahan yang paling besar sebesar 7.418 Ha di kecamatan Kedungadem. Untuk jumlah kelompok tani di kabupaten Bojonegoro tahun 2021 mempunyai rata-rata sebesar 63 dan varians sebesar 904,39. Jumlah kelompok tani paling sedikit ada di kecamatan kedewan yaitu sebanyak 13 kelompok tani dan jumlah kelompok tani yang paling banyak ada di kecamatan Dander yaitu sebanyak 140 kelompok tani.

Selanjutnya nilai rata-rata untuk jumlah penggunaan pupuk NPK sebesar 1.503,25 ton dengan nilai varians yaitu sebesar 574.814,71 ton. Kecamatan Bojonegoro mempunyai jumlah penggunaan pupuk NPK paling sedikit yaitu sebesar 286 ton, sementara kecamatan

Ngasem mempunyai jumlah penggunaan pupuk NPK paling banyak yaitu sebesar 3.584 ton. Untuk jumlah penggunaan pupuk petroganik mempunyai rata-rata sebesar 868,32 ton dan nilai varians sebesar 285.515,04 ton. Penggunaan pupuk petroganik paling sedikit di kabupaten Bojonegoro yaitu sebanyak 142 ton di kecamatan Padangan, sementara penggunaan pupuk petroganik yang paling banyak yaitu sebesar 1.987 ton di kecamatan Temayang. Rata-rata penggunaan jumlah pupuk P-36 yaitu sebesar 97,29 ton dan untuk nilai variansnya sebesar 69.775,84 ton.

Penggunaan jumlah pupuk P-36 di kabupaten Bojonegoro paling sedikit yaitu sebesar 0 yang artinya tidak ada petani yang menggunakan pupuk P-36 yaitu di kecamatan Balen, Dander, Ngasem, Bojonegoro, Ngambon, Kapas, Bubulan, Gayam, Kasiman, Gondang, Kedewan, Sukosewu, Temayang, Malo, Margomulyo, Tambakrejo, dan kecamatan Trucuk. Dan untuk penggunaan pupuk P-36 yang paling banyak yaitu sebesar 1.168 ton di kecamatan kedungadem. Dalam hal ini banyak sekali petani di beberapa kecamatan yang tidak menggunakan pupuk P-36, hal ini dikarenakan pupuk P-36 merupakan salah satu jenis pupuk yang tidak lagi bersubsidi, oleh karena itu apabila para petani menggunakan pupuk jenis P-36 maka akan cukup memberatkan.

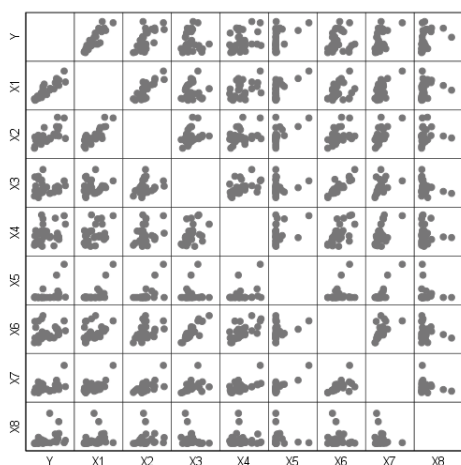
Untuk penggunaan jumlah pupuk urea mempunyai rata-rata sebesar 2.090,14 ton dan varians sebesar 1.087.128,57 ton. Penggunaan jumlah pupuk urea di kabupaten Bojonegoro paling sedikit yaitu sebesar 495 ton di kecamatan Kedewan dan penggunaan pupuk urea yang paling banyak yaitu sebesar 4.475 ton di kecamatan Ngasem. Selanjutnya penggunaan pupuk ZA mempunyai rata-rata sebesar 682,36 ton dengan varians yang cukup besar yaitu 216.425,50 ton. Kecamatan Bojonegoro sebagai pengguna jumlah pupuk ZA yang paling sedikit yaitu sebesar 179 ton dan penggunaan jumlah pupuk ZA yang paling banyak yaitu sebesar 2.590 ton di kecamatan Kedungadem.

Dan untuk variabel serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) mempunyai nilai rata-rata sebesar 143,68 dan nilai varians yang cukup tinggi yaitu sebesar 58.385,56.

Serangan OPT paling besar di kabupaten Bojonegoro pada tahun 2021 yaitu sebesar 1.064 di kecamatan Kapas dan serangan OPT yang paling rendah yaitu di kecamatan Kedewan sebesar 5.

3.2 Bentuk Hubungan antara Jumlah Produksi Padi dengan Variabel Prediktornya

Untuk mengetahui bentuk hubungan antara jumlah produksi padi dengan variabel prediktornya yaitu dengan membuat scatter plot. Adapun hasil dari scatter plot ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Scatter Plot Jumlah Produksi Padi dengan Variabel Prediktornya

Berdasarkan gambar 1 terlihat bahwa antara variabel jumlah produksi padi dengan variabel prediktornya tidak terdapat bentuk hubungan yang jelas. Hal ini berarti bahwa tidak ada bentuk hubungan antara jumlah produksi padi dengan variabel prediktor yang diduga memiliki pengaruh. Karena informasi mengenai bentuk fungsi dan bentuk hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor yang terlalu sedikit, maka akan digunakan regresi nonparametrik untuk melakukan pemodelan yaitu metode MAGPRS.

3.3 Pengujian *Equidispersi*

Sebelum melakukan pemodelan MAGPRS, maka sebelumnya perlu dilakukan pengujian *equidispersi*. Pengujian *equidispersi* digunakan untuk menguji apakah pada variabel respon terdapat kesamaan antara rata-rata dengan varians. Apabila nilai rata-rata lebih kecil dari varians maka

dinamakan *overdispersi* dan bisa dilanjutkan menggunakan metode MAGPRS.

Untuk melakukan pengujian *equidispersi* yaitu menggunakan statistik uji *chi-square pearson* dengan H_0 adalah nilai rata-rata pada variabel respon sama dengan nilai varians dan H_1 adalah nilai rata-rata pada variabel respon tidak sama dengan nilai varians. Dengan bantuan package AER pada software R didapatkan nilai *p_value* sebesar 0,00000004122 yang mana nilai tersebut kurang dari α (0,05). Hal ini berarti H_0 ditolak yang artinya nilai rata-rata dari variabel respon tidak sama dengan nilai varians atau dengan kata lain data mengalami *overdispersi*.

3.4 *Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines*

Pemodelan menggunakan *Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Splines* antara jumlah produksi padi dengan luas lahan, jumlah kelompok tani, jumlah penggunaan pupuk NPK, jumlah penggunaan pupuk petroganik, jumlah penggunaan pupuk P-36, jumlah penggunaan pupuk urea, jumlah penggunaan pupuk ZA dan serangan OPT diawali dengan menentukan maksimum basis fungsi (BF), maksimum interaksi (MI) dan minimum observasi (MO). Untuk menentukan maksimum basis fungsi yaitu antara 2 sampai 4 jumlah variabel prediktor, dalam hal ini jumlah basis fungsi yang digunakan yaitu 16, 24 dan 32. Sementara untuk maksimum interaksi yaitu 1, 2, 3 serta untuk minimum observasi yaitu 0, 1, 2, 3.

Selanjutnya dengan melakukan *trial and error* terhadap kombinasi Basis Fungsi, Maksimum Interaksi, dan Minimum Observasi akan dilakukan pemodelan MAGPRS hingga didapatkan model terbaik, dimana model terbaiknya adalah model yang memiliki GCV minimum dan R^2 maksimum. Adapun hasil *trial and error* dari pemodelan MAGPRS ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa model MAGPRS terbaik adalah model dengan nilai Basis Fungsi sebesar 16, Maksimum Interaksi sebesar 3 dan Minimum Observasi sebesar 3 dengan nilai GCV sebesar 0,33677 dan R^2 sebesar 0,980. Selanjutnya dengan *backward stepwise* pada basis fungsi

didapatkan Sembilan basis fungsi pada model MAGPRS.

Tabel 2. Trial and Error Model MAGPRS

BF	MI	MO	GCV	R ²
16	1	0	0,63698	0,874
16	2	1	0,47699	0,953
16	3	2	0,33677	0,980
16	3	3	0,57148	0,932
24	1	0	0,63817	0,874
24	2	1	0,54245	0,973
24	2	2	0,53735	0,970
24	3	3	0,57148	0,932
32	1	0	0,63817	0,874
32	2	1	0,54245	0,973
32	2	2	0,53735	0,970
32	3	3	0,57148	0,932

Setelah didapatkan model MAGPRS terbaik, langkah berikutnya yaitu melakukan pengujian parameter model secara simultan dan secara parsial. Pengujian secara simultan digunakan untuk mendapatkan variabel prediktor yang memiliki pengaruh terhadap variabel respon secara bersama-sama menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test*. Adapun hipotesis untuk pengujian parameter model secara simultan yaitu $H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_M = 0$ dan H_1 : minimal ada satu $\alpha_m \neq 0, m = 1, 2, \dots, M$. Dari hasil analisis didapatkan nilai G^2 sebesar 726,149, dimana nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,05;20)} = 31,4104$. Karena nilai G^2 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;20)}$ maka H_0 ditolak yang artinya minimal ada satu basis fungsi yang memuat variabel prediktor mempunyai pengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Berikutnya uji parsial digunakan untuk mendapatkan variabel prediktor yang secara signifikan memiliki pengaruh terhadap variabel respon untuk basis fungsi yang ada dalam model. Adapun hipotesis untuk pengujian parsial yaitu $H_0: \alpha_m = 0$ dan $H_1: \alpha_m \neq 0, m = 1, 2, \dots, M$. Hasil pengujian parameter secara parsial untuk model MAGPRS terbaik sebagaimana diunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan p_value untuk semua basis fungsi nilainya kurang dari α (0,05) sehingga kesimpulannya adalah terima H_1 yang artinya semua basis fungsi yang terpilih dalam model MAGPRS terbaik mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap variabel respon yaitu jumlah

produksi padi di kabupaten Bojonegoro tahun 2021.

Tabel 3. Hasil Pengujian Parsial untuk Model MAGPRS Terbaik

Parameter	Estimate	S.E	T-Ratio	P-Value
Constant	4075,700	1272,6	3,20250	0,0049
BF ₁	14,16354	0,88	16,11939	0,0000
BF ₄	-0,01046	0,003	-3,35102	0,0036
BF ₆	-529,6065	116,38	-4,55067	0,0003
BF ₈	0,69725	0,22	3,15273	0,0055
BF ₁₀	1,33044	0,24	5,57764	0,0003
BF ₁₁	10,56431	3,24	3,25721	0,0044
BF ₁₃	-0,01607	0,003	-5,58762	0,0003
BF ₁₄	-0,04741	0,006	-7,74686	0,0000
BF ₁₆	-0,00015	0,00	-5,57519	0,0003

Sebagaimana pada pembahasan sebelumnya bahwa model MAGPRS terbaik didapatkan dengan nilai BF sebesar 16, MI sebesar 3 dan MO sebesar 2. Adapun model MAGPRS terbaik tersebut adalah sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\hat{\mu} = \exp \left[\begin{array}{l} 4075,74 + 14,1635 * BF_1 \\ -0,0104561 * BF_4 - 529,593 * BF_6 \\ +0,697221 * BF_8 + 1,33044 * BF_{10} \\ +10,5642 * BF_{11} - 0,0160675 * BF_{13} \\ -0,047409 * BF_{14} - 0,0001537 * BF_{16} \end{array} \right] \quad (1)$$

Dimana,

$$BF_1 = h(X_1 - 578)$$

$$BF_3 = h(92 - X_8) * BF_1$$

$$BF_4 = h(X_7 - 530) * BF_1$$

$$BF_6 = h(X_2 - 43)$$

$$BF_8 = h(X_7 - 179) * BF_6$$

$$BF_{10} = h(1284 - X_3) * BF_6$$

$$BF_{11} = h(X_4 - 694)$$

$$BF_{13} = h(X_3 - 1692) * BF_{11}$$

$$BF_{14} = h(1692 - X_3) * BF_{11}$$

$$BF_{16} = h(1878 - X_6) * BF_3$$

Interpretasi dari model MAGPRS terbaik diatas adalah sebagai berikut.

$$BF_1 = h(X_1 - 578)$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_1 \leq 578 \\ (X_1 - 578), & \text{jika } X_1 > 578 \end{cases} \quad (2)$$

Artinya apabila basis fungsi 1 (BF₁) mengalami kenaikan satu satuan, maka akan meningkatkan produksi padi sebesar $\exp(14,16354)$ hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro mempunyai luas lahan pertanian lebih besar dari 578 Ha, dengan basis fungsi yang lain konstan.

$$BF_4 = h(X_7 - 530) * BF_1$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_7 \leq 530; X_1 \leq 578 \\ (X_7 - 530), & \text{jika } X_7 > 530 \\ (X_1 - 578), & \text{jika } X_1 > 578 \end{cases} \quad (3)$$

Artinya apabila basis fungsi 4 (BF₄) mengalami kenaikan satu satuan, maka dapat menurunkan jumlah produksi padi sebesar exp(0,01046) hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk ZA lebih dari 530 ton dan mempunyai luas lahan pertanian lebih dari 578 Ha, dengan basis fungsi yang lain dianggap konstan.

$$BF_6 = h(X_2 - 43)$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_2 \leq 43 \\ (X_2 - 43), & \text{jika } X_2 > 43 \end{cases} \quad (4)$$

Artinya apabila basis fungsi 6 (BF₆) mengalami kenaikan satu satuan, maka dapat mengurangi produksi padi sebesar exp(529,60655) hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro mempunyai jumlah kelompok tani lebih dari 43, dengan basis fungsi yang lainnya dianggap konstan.

$$BF_8 = h(X_7 - 179) * BF_6$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_7 \leq 179; X_2 \leq 43 \\ (X_7 - 179), & \text{jika } X_7 > 179 \\ (X_2 - 43), & \text{jika } X_2 > 43 \end{cases} \quad (5)$$

Artinya apabila petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk ZA lebih dari 179 ton dan mempunyai jumlah kelompok tani lebih dari 43, maka untuk basis fungsi 8 (BF₈) yang naik satu satuan, dapat meningkatkan produksi padi sebesar exp(0,69725), dengan basis fungsi lain dianggap konstan.

$$BF_{10} = h(1284 - X_3) * BF_6$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 \geq 1284; X_2 \leq 43 \\ (1284 - X_3), & \text{jika } X_3 < 1284 \\ (X_2 - 43), & \text{jika } X_2 > 43 \end{cases} \quad (6)$$

Artinya apabila basis fungsi 10 (BF₁₀) mengalami kenaikan satu satuan, maka akan menaikkan produksi padi sebesar exp(1,33044), hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk NPK kurang dari 1284 ton dan mempunyai jumlah kelompok tani lebih dari 42, dengan basis fungsi yang lain dianggap konstan.

$$BF_{11} = h(X_4 - 694)$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_4 \leq 694 \\ (X_4 - 694), & \text{jika } X_4 > 694 \end{cases} \quad (7)$$

Artinya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk petroganik lebih dari 694 ton, maka untuk basis fungsi 11 (BF₁₁) yang naik satu satuan, akan menaikkan produksi padi sebesar exp(10,56431), dengan basis fungsi lain dianggap konstan.

$$BF_{13} = h(X_3 - 1692) * BF_{11}$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 \leq 1692; X_4 \leq 694 \\ (X_3 - 1692), & \text{jika } X_3 > 1692 \\ (X_4 - 694), & \text{jika } X_4 > 694 \end{cases} \quad (8)$$

Artinya apabila basis fungsi 13 (BF₁₃) mengalami kenaikan satu satuan, maka akan menurunkan produksi padi sebesar exp(0,01607), hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk NPK lebih dari 1692 ton dan menggunakan jumlah pupuk petroganik lebih dari 694 ton, dengan basis fungsi lain dianggap konstan.

$$BF_{14} = h(1692 - X_3) * BF_{11}$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 \geq 1692; X_4 \leq 694 \\ (1692 - X_3), & \text{jika } X_3 < 1692 \\ (X_4 - 694), & \text{jika } X_4 > 694 \end{cases} \quad (9)$$

Artinya apabila petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan pupuk NPK kurang dari 1692 ton dan menggunakan pupuk petroganik lebih dari 694 ton, maka basis fungsi 14 (BF₁₄) yang naik satu satuan, akan menurunkan produksi padi sebesar exp(0,04741), dengan basis fungsi lain dianggap konstan.

$$BF_{16} = h(1878 - X_6) * BF_3$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{jika } X_6 \geq 1878; X_8 \geq 92; X_1 \leq 578 \\ (1878 - X_6), & \text{jika } X_6 < 1878 \\ (92 - X_8), & \text{jika } X_8 < 92 \\ (X_1 - 578), & \text{jika } X_1 > 578 \end{cases} \quad (10)$$

Artinya apabila fungsi 16 (BF₁₆) mengalami kenaikan satu satuan, maka jumlah produksi padi akan berkurang sebesar exp(0,00015), hanya jika petani di kecamatan yang ada di kabupaten Bojonegoro menggunakan jumlah pupuk urea kurang dari 1878 ton, jumlah serangan OPT kurang dari 92 dan luas lahan pertanian lebih dari 578 Ha, dengan basis fungsi yang lain dianggap konstan.

Selanjutnya dari model MAGPRS terbaik yang telah didapatkan, dapat dilihat bahwa ada tujuh variabel prediktor yang masuk dalam model MAGPRS yaitu luas lahan (X_1), jumlah kelompok tani (X_2), jumlah penggunaan pupuk NPK (X_3), jumlah penggunaan pupuk petroganik (X_4), jumlah penggunaan pupuk urea (X_6), jumlah penggunaan pupuk ZA (X_7) dan serangan OPT (X_8). Untuk mendapatkan variabel yang masuk dalam model MAGPRS yaitu melalui tahap forward, dimana variabel yang akan dipilih pertama kali adalah yang mempunyai nilai GCV paling besar, yang kemudian akan diikuti variabel terbesar berikutnya. Demikian seterusnya hingga seluruh variabel prediktor yang memiliki kontribusi masuk kedalam model. Besarnya kontribusi untuk masing-masing variabel prediktor terhadap model MAGPRS yang diperoleh sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Besarnya Kontribusi Masing-Masing Variabel Prediktor terhadap Variabel Respon

Variabel Prediktor	Besarnya Kontribusi
Luas lahan (X_1)	100 %
Jumlah pupuk petroganik (X_4)	45,20627 %
Jumlah pupuk NPK (X_3)	42,90271 %
Jumlah kelompok tani (X_2)	40,32300 %
Jumlah pupuk urea (X_6)	35,93853 %
Jumlah serangan OPT (X_8)	35,93853 %
Jumlah pupuk ZA (X_7)	12,01225 %

Berdasarkan Tabel 4 variabel luas lahan memberikan kontribusi sebesar 100% artinya luas lahan berpengaruh kuat terhadap jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro, diikuti dengan variabel jumlah penggunaan pupuk petroganik, jumlah penggunaan pupuk NPK, jumlah kelompok tani, jumlah penggunaan pupuk urea, jumlah serangan OPT dan jumlah penggunaan pupuk ZA yang masing-masing mempunyai kontribusi sebesar 45,20627 %, 42,90271 %, 40,323 %, 35,93853 %, 35,93853 % dan 12,01225 %.

3.5 Prediksi Jumlah Produksi Padi

Untuk evaluasi dan melihat tingkat kehandalan dari model MAGPRS yang terbentuk, dapat dilihat dari rata-rata tingkat kesalahan prediksi untuk jumlah produksi padi pada tahun 2022 untuk setiap kecamatan

di kabupaten Bojonegoro atau nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Tabel 5. Prediksi Jumlah Produksi Padi Tiap Kecamatan Tahun 2022

Kecamatan	Prediksi Jumlah Produksi Padi	Nilai Aktual Jumlah Produksi Padi	MAPE (%)
Trucuk	8.103	8.420	3,76
Temayang	16.891	17.502	3,49
Tambakrejo	26.704	27.076	1,37
Sumberrejo	6.121	5.886	3,99
Sukosewu	35.129	35.349	0,62
Sugihwaras	25.412	24.279	4,67
Sekar	2.209	2.750	19,67
Purwosari	21.141	22.133	4,48
Padangan	13.902	14.844	6,35
Ngraho	30.975	30.531	1,45
Ngasem	31.611	27.645	14,35
Ngambon	4.234	5.227	19
Margomulyo	6.478	5.460	18,64
Malo	17.667	18.654	5,29
Kepohbaru	89.893	87.821	2,36
Kedungadem	64.012	66.053	3,09
Kedewan	2.921	2.515	16,14
Kasiman	16.368	15.339	6,71
Kapas	21.221	20.206	5,02
Kanor	27.023	29.975	9,85
Kalitidu	25.217	27.019	6,67
Gondang	8.124	9.116	10,88
Gayam	22.154	21.133	4,83
Dander	41.213	45.135	8,69
Bubulan	3.920	4.513	13,14
Bojonegoro	7.110	6.218	14,35
Baureno	30.985	30.074	3,03
Balen	17.907	19.736	9,27
Rata-rata			7,90

Selanjutnya akan dianalisis prediksi jumlah produksi padi dari model MAGPRS yang dan nilainya akan dibandingkan dengan nilai aktual produksi padi yang dikeluarkan oleh Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan kabupaten Bojonegoro. Dari model MAGPRS terbaik yang telah didapatkan dari analisis sebelumnya dapat dihitung nilai prediksi jumlah produksi padi tiap kecamatan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Berdasarkan tabel 5 didapatkan nilai rata-rata untuk MAPE sebesar 7,90 %. Artinya selisih rata-rata nilai prediksi dengan nilai sebenarnya adalah 7,90 %. Dengan kata lain model MAGPRS mempunyai akurasi yang tinggi untuk prediksi jumlah produksi padi di kabupaten Bojonegoro yaitu sebesar 92,10 %.

4. Kesimpulan

Model terbaik adalah model MAGPRS dengan nilai BF sebesar 16, MI sebesar 3 dan MO sebesar 2 dengan nilai GCV sebesar 0,33677 dan nilai R^2 sebesar 0,980. Model tersebut dapat digunakan untuk prediksi jumlah produksi padi dengan akurasi sebesar 92,10 %. Variabel luas lahan memberikan kontribusi sebesar 100 % artinya luas lahan mempunyai pengaruh yang sangat kuat terhadap produksi padi di kabupaten Bojonegoro tahun 2021, diikuti dengan variabel jumlah penggunaan pupuk petroganik, jumlah penggunaan pupuk NPK, jumlah kelompok tani, jumlah penggunaan pupuk urea, jumlah serangan OPT dan jumlah penggunaan pupuk ZA yang masing-masing mempunyai kontribusi sebesar 45,20627 %, 42,90271 %, 40,323 %, 35,93853 %, 35,93853 % dan 12,01225 %.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistika, "Statistik Indonesia 2020 Statistical Yearbook of Indonesia 2020," *Stat. Yearb. Indones.*, no. April, p. 192, 2020.
- [2] R. Randika, M. Sidik, and Y. Peroza, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Sawah Di Desa Sepang Kecamatan Pampangan Kabupaten Oki," *Soc. J. Ilmu-Ilmu Agribisnis*, vol. 10, no. 2, pp. 66–71, 2022.
- [3] A. Suarna and S. Hindarti, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Di Desa Poto Kecamatan Moyo Hilir Kabupaten Sumbawa," *JU-ke (Jurnal Ketahanan Pangan)*, vol. 5, no. 1, pp. 16–21, 2021.
- [4] E. D. Wilujeng and E. Fauziah, "Efisiensi Teknis Dan Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Di Kabupaten Lamongan," *Agriscience*, vol. 1, no. 3, 2021.
- [5] I. N. Azizah and P. R. Arum, "Pemodelan Generalized Poisson Regression untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Kabupaten Blora Tahun 2020," in *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 2021, vol. 4.
- [6] M. Ishaq, A. T. Rumiati, and E. O. Permatasari, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di Provinsi Jawa Timur menggunakan regresi semiparametrik spline," *J. Sains Dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [7] A. G. Onibala and M. L. Sondakh, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi sawah di Kelurahan Koya, Kecamatan Tondano Selatan," *Agri-Sosioekonomi*, vol. 13, no. 2A, pp. 237–242, 2017.
- [8] R. B. Manggala and A. Boedirochminarni, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Desa Sumengko Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk," *J. Ilmu Ekon. JIE*, vol. 2, no. 3, pp. 441–452, 2018.
- [9] S. Hasyim and L. Fauzia, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi sawah (studi kasus: Desa Medang, Kecamatan Medang Deras, Kabupaten Batu Bara)," *J. Agric. Agribus. Socioecon.*, vol. 2, no. 4, p. 15053, 2013.
- [10] J. H. Friedman and C. B. Roosen, "An introduction to multivariate adaptive regression splines," *Stat. Methods Med. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 197–217, Sep. 1995, doi: 10.1177/096228029500400303.
- [11] A. Y. K. Kartini and L. N. Ummah, "Pemodelan Kejadian Balita Stunting di Kabupaten Bojonegoro dengan Metode Geographically Weighted Regression dan Multivariate Adaptive Regression Splines," *J Stat. J. Ilm. Teor. dan Apl. Stat.*, vol. 15, no. 1, 2022.
- [12] S. I. Oktora, "Analisis Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) pada Prediksi Ketertinggalan Kabupaten Tahun 2014," *J. Apl. Stat. Komputasi Stat.*, vol. 7, no. 2, p. 14, 2015.
- [13] E. Hayati, D. A. Novitasari, and R. Rosdiyati, "Analisis Diskriminan Dan Multivariate Adaptive Regression Spline (Mars) Untuk Memprediksi Financial Distress Pada Perusahaan Manufaktur Di BEI," *Media Mahard.*, vol. 17, no. 1, pp. 16–24, 2018.
- [14] Y. Matdoan, "Pemodelan Multivariate

- Adaptive Regression Spline (MARS) Pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Provinsi Maluku dan Maluku Utara,” *J Stat. J. Ilm. Teor. Dan Apl. Stat.*, vol. 13, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [15] C. A. K. Ningrum, “Pemodelan Kejadian Stunting Pada Balita Di Surabaya Dengan Pendekatan Multivariate Adaptive Regression Spline.” Universitas Airlangga, 2021.
- [16] A. Wibowo, “Multivariate Adaptive Regression Splines Modeling for Household Food Security in Central Borneo Province 2017,” *Glob. Sci. Educ. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–47, 2019.
- [17] E. P. Prastika, B. W. Otok, and P. Puhadi, “Pemodelan Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Spline pada Kasus Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur,” *Inferensi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [18] B. W. Otok and S. Hidayati, “Multivariate Adaptive Generalized Poisson Regression Spline (MAGPRS) on the number of acute respiratory infection infants,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1397, no. 1, p. 12062.
- [19] H. Sutanta, A. R. Gunawan, and Y. Wibisono, “Calculation of rice field embankment coefficient using high-resolution satellite imagery,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 500, no. 1, p. 12049.
- [20] J. H. Friedman, “Multivariate Adaptive Regression Splines,” *Ann. Stat.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–67, Mar. 1991, doi: 10.1214/aos/1176347963.
- [21] B. P. S. BPS, “Bojonegoro dalam angka 2016,” pp. 1–180, 2016.