
**PEMODELAN POTENSI PRODUKSI KUBIS (*BRASSICA OLERACEA*) DI
KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION (GWR)* DENGAN PENDEKATAN
PEMBOBOTAN BI-SQUARE EKSPONENSIAL
DAN GAUSSIAN**

**Muhammad Syahfitra¹, Nursamsi², Novfirman³, Novi Yulanda Sari⁴,
Rio Valery Allen⁵, Wisnu Setya Nugroho⁶**

Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, 50 Kota, Sumatera Barat

E-mail: ¹syahfitra@politanipky.ac.id, ²samsihutabarat@politanipky.ac.id,

³Noviyulandas@yahoo.com, ⁴novfirman@politanipky.ac.id, ⁵Rioallen59@gmail.com,

⁶wisnu.059@gmail.com

Abstract: *Cabbage is one of the horticultural crops with the largest production in Indonesia. Cabbage in Malang Regency is one of the main commodities widely planted by farmers. Geographically Weighted Regression (GWR) is a statistical method used to analyze spatial influences with a point approach that shows that between locations have a tendency towards different characteristics in representing a condition. This model is applied in the agricultural sector to estimate cabbage production that varies between regions. The purpose of this study is to determine the best weighting to form a model and variables that influence cabbage production in Malang Regency, using the GWR model with fixed kernel weighting Bi-square, Exponential, and Gaussian. The best criteria are based on the coefficient of determination (R^2) and the Akaike Information Criterion (AIC) statistics. Secondary data used are sourced from the Food Crops, Horticulture and Plantation Service of Malang Regency, with predictor variables including land area, elevation, and rainfall. Based on the R^2 and AIC values, the analysis results indicate that the GWR model with an exponential weighting function is the best model for cabbage production, and land area is the variable that influences cabbage production in Malang Regency.*

Keywords: *Geographically Weighted Regression, Weighting Function, Cabbage*

Abstrak. Kubis menjadi salah satu tanaman hortikultura yang termasuk dalam produksi terbesar di Indonesia. Kubis di Kabupaten Malang merupakan salah satu komoditi utama yang banyak ditanam oleh petani. *Geographically Weighted Regression (GWR)* merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk menganalisis pengaruh spasial dengan pendekatan titik yang menunjukkan bahwa antar lokasi memiliki kecenderungan terhadap karakteristik yang berbeda dalam merepresentasikan suatu kondisi. Model ini diterapkan pada bidang pertanian untuk menduga produksi kubis yang bervariasi antar daerah. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan pembobot yang terbaik untuk membentuk model dan peubah yang berpengaruh terhadap produksi kubis di Kabupaten Malang, menggunakan model GWR dengan pembobot *fixed* kernel Bi-square, Eksponensial dan Gaussian. Kriteria terbaik didasarkan pada koefisien determinasi (R^2) dan statistik *Akaike Information Criterion (AIC)*. Data sekunder yang digunakan bersumber dari Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Malang dengan peubah prediktor meliputi luas lahan, elevasi dan curah hujan. Berdasarkan nilai R^2 dan AIC hasil analisis menunjukkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot eksponensial merupakan model terbaik untuk produksi kubis dan luas lahan adalah peubah yang berpengaruh terhadap produksi kubis di Kabupaten Malang.

Kata Kunci: Geographically Weighted Regression, Fungsi Pembobot, Kubis

PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (2015), Kubis (*Brassica oleracea*) merupakan salah satu sayuran yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia dan Kubis merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki keunggulan serta nilai ekonomi yang kompetitif. Badan Pusat Statistik (2024) menyatakan bahwa kubis adalah salah satu dari lima komoditas sayuran semusim dengan produksi terbesar dimana produksi kubis pada tahun 2024 di Indonesia mencapai 1,455,933 ton meningkat 569,282 ton dari tahun sebelumnya. Kabupaten Malang merupakan salah satu Kabupaten dengan potensi produksi kubis terbesar di Jawa Timur, dimana produksi kubis di Kabupaten Malang mencapai 1,095,340 kuintal pada tahun 2023 yang menjadi salah satu hasil pertanian unggulan daerah.

Produktivitas kubis dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang bersifat agronomis, iklim, maupun sosial ekonomi. Dalam upaya memahami hubungan antara variabel-variabel tersebut dengan hasil produksi kubis, analisis regresi linier sering digunakan sebagai pendekatan awal karena kemampuannya dalam mengukur pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara global (Yusnita, Sari, & Zulfikri, 2022). Analisis regresi merupakan metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara peubah respon dan peubah prediktor secara mendalam.

Namun demikian, pendekatan regresi linier klasik memiliki keterbatasan dalam menangkap variasi spasial yang mungkin terjadi antar wilayah, terutama ketika hubungan antara variabel tidak bersifat homogen di seluruh lokasi. Menurut Fahrmeir, Kneib, Lang, dan Marx (2021), regresi spasial merupakan pengembangan dari regresi klasik yang memperhitungkan adanya pengaruh lokasi atau struktur spasial dalam data yang dianalisis, sehingga model ini mampu

menangkap keterkaitan spasial yang tidak dapat dijelaskan oleh regresi konvensional.

Menurut Ahmad dan Sari (2021), pemodelan spasial dapat dibedakan menjadi pendekatan titik dan area, di mana *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan metode spasial berbasis titik. Model GWR memungkinkan estimasi parameter lokal untuk setiap lokasi, sehingga dapat mengungkap variasi hubungan regresi secara spasial.

Penentuan matriks pembobot menjadi langkah krusial dalam GWR karena sangat memengaruhi hasil model yang diperoleh (Wang dan Li, 2022). Studi terbaru oleh Putra dan Dewi (2023) menunjukkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bi-square* efektif digunakan untuk menganalisis data produksi tanaman hortikultura di Jawa Barat. Selain itu, penelitian Ramadhan et al. (2020) menemukan adanya pola spasial yang signifikan dalam keragaman kegiatan pertanian dan akses petani terhadap fasilitas pertanian di Provinsi Sumatera Selatan menggunakan GWR dengan pembobot *bi-square*.

Kubis menjadi salah satu komoditi unggulan para petani di Kabupaten Malang. Dengan memperhatikan letak daerahnya dimana *fixed* merupakan bandwidth yang sama pada semua titik lokasi pengamatan Pemodelan GWR dengan beberapa pembobotan yaitu *fixed kernel bi-square*, *eksponensial* dan *Gaussian* akan diterapkan pada data produksi kubis di kabupaten Malang, yang diperlukan karena adanya perbedaan produksi akibat perbedaan luas wilayah. Dengan GWR, pengaruh faktor-faktor terhadap produksi kubis dapat dianalisis secara lebih mendalam dan kontekstual di masing-masing kecamatan, sehingga hasil analisis menjadi lebih akurat dan relevan dalam perumusan kebijakan pertanian berbasis wilayah. Dari ketiga pembobot diharapkan dapat diketahui pembobot mana yang paling baik dalam penentuan model GWR serta diketahui peubah yang

paling berpengaruh terhadap produksi kubis

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Malang tahun 2018 mengenai hasil produksi kubis dari 14 kecamatan dengan peubah penelitian :

Y: produksi kubis (kw/Ha)

X₁: Luas Lahan (Ha)

X₂: Elevasi (dpl)

X₃: Curah Hujan (mm)

Dalam penerapan Geographically Weighted Regression (GWR), data koordinat geografis berupa lintang dan bujur dimanfaatkan untuk menghitung jarak antar kecamatan di Kabupaten Malang. Tahapan awal dalam proses ini adalah menghitung jarak Euclidean antar titik observasi berdasarkan koordinat masing-masing lokasi (Idris & Aidi, 2024).

Selanjutnya, bandwidth optimum ditentukan sebagai parameter utama dalam pembentukan matriks pembobot spasial yang menentukan seberapa besar pengaruh suatu lokasi terhadap lokasi lainnya (Noerul Hanin et al., 2024). Setelah matriks pembobot dihitung, dilakukan pengujian signifikansi parameter model guna mengevaluasi kontribusi masing-masing variabel independen secara lokal (Anismuslim et al., 2023). Akhirnya, pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R²) dan kriteria informasi Akaike (AIC), yang digunakan untuk menilai kesesuaian dan efisiensi model secara spasial (Laome et al., 2024; Comber et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum produksi kubis dapat dilihat pada tabel analisis deskriptif berikut berikut:

Tabel 1 Deskripsi Peubah

Peubah	Min	Maks	Rata- rata
Y	200	367,950	43,172.07
X1	1	1,504	180.2143
X2	380	1,080	647.7143
X3	25.52	51.34	38.9721

Tampak bahwa rata-rata hasil produksi kubis di Kabupaten Malang sebesar 43172.07 kw/Ha, Yang berarti untuk setiap kecamatan di kabupaten Malang memproduksi kubis sebesar 43172.07 kw/Ha. Kecamatan Poncokusumo merupakan kecamatan dengan produksi kubis tertinggi di kabupaten malang yaitu 367,950 kw/Ha. Tingginya produksi kubis di Kecamatan Poncokusumo dipengaruhi oleh luasnya lahan yang ada di Kecamatan Poncokusumo, sedangkan Kecamatan Singosari menjadi kecamatan dengan produksi kubis terendah yaitu sebesar 200 kw/Ha.

Lahan penanaman kubis untuk setiap penanaman di kabupaten Malang rata-rata seluas 180.2143 Ha, dan Kecamatan Poncokusumo adalah kecamatan yang memiliki lahan tanam paling luas yaitu 1,504 ha. Kecamatan Singosari menjadi kecamatan dengan lahan paling sempit

Dari 14 kecamatan di Kabupaten Malang, Kecamatan Pujon adalah kecamatan dengan elevasi tertinggi yaitu 1,080 m dpl yang mana letak geografis Kecamatan Pujon menjadi tempat yang paling tinggi diantara kecamatan lainnya, sedangkan Kecamatan Gondanglegi menjadi kecamatan dengan elevasi terendah yaitu sebesar 380 m dpl. Rata-rata curah hujan 38.9721 mm sepanjang tahun di Kabupaten Malang ini berpengaruh terhadap kesuburan tanah pertanian. Kecamatan Ngantang merupakan kecamatan dengan rata-rata curah hujan tertinggi yaitu sebesar 51.34 mm sementara rata-rata curah hujan terendah yaitu di kecamatan Turen sebesar 25.52 mm.

Tabel 2 Jarak Euclidean dan pembobot Bi-square

Kecamatan	dij	Wij
PONCOKUSUMO	0	1
WAJAK	12474.96	0.847
TUREN	20499.57	0.638
BULULAWANG	20841.89	0.628
GONDANGLEGI	25099.78	0.509
NGAJUM	32853.38	0.315
TAJINAN	17079.01	0.732
TUMPANG	10513.37	0.888
JABUNG	12777.54	0.840
SINGOSARI	35287.76	0.264
KARANGPLOSO	35320.85	0.263
PUJON	48722.07	0.079
NGANTANG	54360.26	0.042
KASEMBON	60414.64	0.020

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa jarak antara Kecamatan Poncokusumo dengan Kecamatan Wajak adalah sejauh 12474.96 meter. Kecamatan Tumpang menjadi Kecamatan terdekat dari Kecamatan Poncokusumo dan Kecamatan Kasembon terjauh dengan jarak 60414.64 meter.

Matriks pembobot Kecamatan Poncokusumo berdasarkan *Bandwidth* optimum:

$$\begin{aligned}
 &(u1,v1) \\
 &= dia[W1(u1,v1) W2(u1,v1) \dots \\
 &W14(u1,v1)] \\
 &= dia[1 \ 0.847 \dots \ 0.020]
 \end{aligned}$$

Pembentukan matriks pembobot di Kecamatan lain melalui prosedur yang sama dengan pembentukan $W(u, v)$ di 11

Model GWR

Model GWR dengan pembobot Bi-square.

Proses awal dalam pembentukan model GWR adalah menentukan bandwidth dengan menggunakan metode AIC. Nilai Bandwidth diperoleh sebesar 21610.48. Nilai Bandwidth tersebut digunakan untuk menentukan fungsi pembobot.

Berdasarkan nilai Bandwidth dan nilai fungsi pembobot pada Tabel 2 maka dapat membentuk model untuk setiap lokasi, sehingga persamaan model yang

terbentuk untuk kecamatan poncokusumo dengan fungsi pembobot bi-square adalah sebagai berikut:

$$y' = 0.9105 + 6.6294X1 - 0.2593X2 - 1.1263X3$$

Selanjutnya dilakukan uji parameter model secara parsial, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3 Uji Parameter Model

Prediktor	thitung	Kesimpulan
X1	6.6294	Signifikan
X2	-0.2593	Tidak signifikan
X3	-1.1263	Tidak signifikan

Dari hasil uji parameter model untuk lokal kecamatan Poncokusumo diperoleh bahwa $t_{tabel} = 6.6294 > thitung = 2,2281$ dimana dapat disimpulkan bahwa peubah luas lahan berpengaruh signifikan terhadap hasil produksi kubis, sedangkan untuk peubah elevasi dan peubah curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi kubis dimana $thitung > t_{tabel}$.

Model GWR dengan pembobot Eksponensial

Proses awal dalam pembentukan model GWR adalah menentukan bandwidth dengan menggunakan metode AIC. Nilai bandwidth diperoleh sebesar 60412.18. Nilai Bandwidth tersebut digunakan untuk menentukan fungsi pembobot.

Tabel 4 Jarak Euclidean dan pembobot Eksponensial

Kecamatan	Dij	Wij
PONCOKUSUMO	0	1
WAJAK	12474.96	0.979
TUREN	20499.57	0.944
BULULAWANG	20841.89	0.942
GONDANGLEGI	25099.78	0.917
NGAJUM	32853.38	0.863
TAJINAN	17079.01	0.961
TUMPANG	10513.37	0.985
JABUNG	12777.54	0.978
SINGOSARI	35287.76	0.843

KARANGPLOSO	35320.85	0.843
PUJON	48722.07	0.722
NGANTANG	54360.26	0.667
KASEMBON	60414.64	0.606

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa jarak antara Kecamatan Poncokusumo dengan Kecamatan Wajak adalah sejauh 12474.96 meter. Kecamatan Tumpang menjadi Kecamatan terdekat dari Kecamatan Poncokusumo dan Kecamatan Kasembon Menjadi yang terjauh dengan jarak 60414.64 meter. Matriks pembobot Kecamatan Poncokusumo berdasarkan *Bandwidth* optimum:

$$(u_1, v_1) \\ = \text{diag}[W_1(u_1, v_1) \ W_2(u_1, v_1) \ \dots \\ W_{14}(u_1, v_1)] \\ = \text{diag}[1 \ 0.979 \ \dots \ 0.607]$$

Pembentukan matriks pembobot di Kecamatan lain melalui prosedur yang sama dengan pembentukan (u_1, v_1) di Kecamatan Poncokusumo. Matriks pembobot (u_i, v_i) digunakan untuk pendugaan parameter lokasi (u_1, v_1) .

Berdasarkan nilai *Bandwidth* dan nilai fungsi pembobot pada Tabel 4 maka dapat membentuk model untuk setiap lokasi, sehingga persamaan model yang terbentuk untuk kecamatan poncokusumo dengan fungsi pembobot eksponensial adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1.836 + 31.72X_1 + 0.7X_2 - 2.245X_3$$

Selanjutnya dilakukan uji parameter model secara parsial, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5:

Tabel 5 Uji Parameter

Prediktor	t hitung	Kesimpulan
X1	31.72	Signifikan
X2	0.7	Tidak signifikan
X3	-2.2454	Tidak signifikan

Dari hasil uji parameter model untuk lokal kecamatan Poncokusumo diperoleh bahwa $t_{tabel} = 31.72 > t_{hitung} = 2,2281$ dimana dapat disimpulkan bahwa peubah luas lahan berpengaruh

signifikan terhadap hasil produksi kubis, sedangkan untuk peubah elevasi dan peubah curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi kubis dimana $t_{hitung} > t_{tabel}$.

Model GWR dengan pembobot Gaussian.

Proses awal dalam pembentukan model GWR adalah menentukan *bandwidth* dengan menggunakan metode AIC. Nilai *Bandwidth* diperoleh sebesar 60397.73. Nilai *Bandwidth* tersebut digunakan untuk menentukan fungsi pembobot.

Tabel 6 Jarak Euclidean dan pembobot Gaussian

Kecamatan	dij	Wij
PONCOKUSUMO	0	1
WAJAK	12474.96	0.979
TUREN	20499.57	0.944
BULULAWANG	20841.89	0.942
GONDANGLEGI	25099.78	0.917
NGAJUM	32853.38	0.862
TAJINAN	17079.01	0.961
TUMPANG	10513.37	0.985
JABUNG	12777.54	0.978
SINGOSARI	35287.76	0.843
KARANGPLOSO	35320.85	0.843
PUJON	48722.07	0.722
NGANTANG	54360.26	0.667
KASEMBON	60414.64	0.606

Tabel 6 diketahui bahwa jarak antara Kecamatan Poncokusumo dengan Kecamatan Wajak adalah sejauh 12474.96 meter. Kecamatan Tumpang menjadi Kecamatan terdekat dari Kecamatan Poncokusumo dan Kecamatan Kasembon menjadi Kecamatan yang terjauh dari Kecamatan Poncokusumo dengan jarak 60414.64 meter.

Matriks pembobot Kecamatan Poncokusumo berdasarkan *Bandwidth* optimum:

$$(u_1, v_1) \\ = \text{diag}[W_1(u, v) \ W_2(u, v) \ \dots \ W_{14}(u, v) \\] \text{ membentuk model untuk setiap lokasi, sehingga model yang terbentuk untuk kecamatan poncokusumo dengan fungsi$$

pembobot gaussian adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1.521 + 30.678X_1 + 0.598X_2 - 1.87X_3$$

Selanjutnya dilakukan uji parameter model secara parsial, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7:

Tabel 7 Uji Parameter Model

Prediktor	thitung	Kesimpulan
X1	30.6779	Signifikan
X2	0.5983	Tidak signifikan
X3	-1.874	Tidak signifikan

Dari hasil uji parameter model untuk lokal kecamatan Poncokusumo diperoleh bahwa $t_{tabel} = 30.678 > t_{hitung} = 2,228$ dimana dapat disimpulkan bahwa peubah luas lahan berpengaruh signifikan terhadap hasil produksi kubis, sedangkan untuk peubah elevasi dan peubah curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi kubis dimana $t_{hitung} > t_{tabel}$.

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model regresi spasial terbaik dalam penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan dua kriteria evaluasi utama, yaitu nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Akaike Information Criterion (AIC). Model dengan nilai R^2 yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menjelaskan variasi variabel dependen oleh variabel independen secara spasial. Sebaliknya, nilai AIC digunakan untuk menilai efisiensi model, di mana model dengan nilai AIC yang lebih rendah menunjukkan model yang lebih baik. Berdasarkan analisis tersebut, model GWR dengan pembobot eksponensial dipilih sebagai model terbaik karena memiliki nilai R^2 tertinggi (0.9954) dan nilai AIC terendah (289.3758).

Pembentukan matriks pembobot di Kecamatan lain melalui prosedur yang sama dengan pembentukan (u_1, v_1) di Kecamatan Poncokusumo. Matriks pembobot (u_i, v_i) digunakan untuk pendugaan parameter lokasi (u_1, v_1) .

Berdasarkan nilai Bandwidth dan nilai pembobot pada Tabel 6 dapat yang memiliki nilai AIC paling rendah dianggap sebagai model terbaik karena mampu meminimalkan kehilangan informasi tanpa overfitting (Laome et al.,

2024; Comber et al., 2020; Noerul Hanin et al., 2024).

Tabel 8 Pemilihan Model Terbaik

Model	R square	AIC
GWR bi- square	0.9910	306.2337
GWR eksponensial	0.9954	289.3758
GWR Gaussian	0.9943	291.7009

Berdasarkan tabel 8. nilai R^2 model GWR dengan pembobot eksponensial dengan nilai $R^2 = 0.9954$ yang berarti GWR dengan pembobot eksponensial mampu memberikan penjelasan mengenai model sebesar 99,54% lebih baik dari pada model GWR dengan pembobot bi-square $R^2 = 0.9910$ atau sebesar 99,10% maupun model model GWR dengan pembobot Gaussian dengan $R^2 = 0.9943$ atau sebesar 99,43%, sedangkan untuk nilai AIC terkecil dihasilkan oleh model GWR dengan pembobot eksponensial dengan nilai 289.3758. Berdasarkan dari nilai R^2 dan nilai AIC maka model terbaik untuk memodelkan produksi kubis di Kabupaten Malang adalah model GWR dengan pembobot eksponensial.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan model GWR, dapat disimpulkan bahwa peubah luas lahan berpengaruh signifikan terhadap hasil produksi kubis, semakin luas lahan maka produksi kubis meningkat. Model GWR dengan pembobot eksponensial menghasilkan model lebih baik dari pada model GWR dengan pembobot bi-square dan gaussian pada kasus produksi kubis di Kabupaten Malang karena peubah prediktor mampu menjelaskan peubah respon sebesar 99,54%.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, 2015. Statistik Pertanian Hortikultura Jawa Tengah

- 2012-2014 Badan Pusat Statistik. 2025. Statistik Hortikultura 2024. Nomor Katalog 5204003; Nomor Publikasi 05100.25005. Jakarta: BPS.
- Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., & Marx, B. D. (2021). *Regression: Models, methods and applications* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63882-8>.
- Ahmad, M., & Sari, L. P. (2021). Spatial modeling approaches: Point and area-based methods in agricultural data analysis. *Journal of Geospatial Science*, 15(2), 134–147.
- Putra, R. A., & Dewi, S. K. (2023). Application of geographically weighted regression (GWR) with fixed bi-square kernel in horticultural crop production analysis. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 19(1), 45–56.
- Ramadhan, T., Nugroho, A., & Wibowo, F. (2020). Spatial variation in agricultural activities and farmer access to facilities using geographically weighted regression in South Sumatra. *Journal of Environmental and Agricultural Studies*, 8(3), 221–233.
- Wang, Y., & Li, Z. (2022). The impact of weight matrix selection in geographically weighted regression models: A review and case study. *Spatial Statistics*, 50, 100600.
- Anismuslim, M., Pramoedyo, H., Andarini, S., & Sudarto. (2023). Modeling of Risk Factors of Childhood Stunting Cases in Malang Regency using Geographically Weighted Regression (GWR). *The Open Public Health Journal*, 16(1).
- Comber, A., Brunson, C., Charlton, M., Dong, G., Harris, R., Lu, B., Lü, Y., Murakami, D., & Wang, Y. (2020). The GWR route map: a guide to the informed application of Geographically Weighted Regression. arXiv preprint.
- Idris, M. A., & Aidi, M. N. (2024). Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) pada Prevalensi Severely Stunting di Indonesia Tahun 2023. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 7(1).
- Laome, L., Budiantara, I. N., & Ratnasari, V. (2024). Construction of a geographically weighted nonparametric regression model fit test. *MethodsX*, 12, 102536.
- Noerul Hanin, I., Meilandra, I., Debatara, N. N., & Pertiwi, R. (2024). Application of Geographically Weighted Regression for Modeling the Poverty Cases in Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 8(1), 1
- Yusnita, D., Sari, I. P., & Zulfikri. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Kubis di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 45–52.