



Regresi Multivariabel Bayes Pada Kasus Konversi Lahan Pertanian

Yuli Hastuti

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
IAIN Ambon

Email: yulihastuti@iainambon.ac.id

Abstrak

Analisis regresi multivariabel dengan estimasi bayes mempertimbangkan sifat riil data dan informasi data sampel dari pengamatan sebelumnya. Metode ini termasuk metode nonparametrik yang memberi toleransi asumsi regresi klasik. Fokus penelitian untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi konversi lahan di Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan. Penelitian membandingkan hasil pemodelan regresi klasik dengan model regresi multivariabel bayes pada kasus konversi lahan tersebut. Estimasi parameter dengan pendekatan bayes menggunakan kojugat prior berdistribusi normal. Berdasarkan sensitivitas hasil estimasi parameter dan nilai *RMSE*, disimpulkan bahwa regresi multivariabel bayes lebih baik dibandingkan model regresi klasik. Laju pertumbuhan penduduk, persentase kepadatan penduduk, persentase jumlah penduduk, dan gini ratio signifikasi berpengaruh positif terhadap persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian pada taraf kepercayaan 95%.

Kata kunci: *Regresi multivariabel, Estimasi Bayes, Konversi Lahan*

Abstract

Multivariable regression analysis with Bayes estimation taking into account the real nature of the data and sample data information from previous observations. This method is a nonparametric method that tolerates classical regression assumptions. The focus of the research is to find out the factors that influence land conversion in the Regency/City of South Sulawesi. The study compared the results of the classical regression model with the Bayesian multivariable regression model in the land conversion case. Estimation of parameters using the Bayesian approach using cojugates before normal distribution. Based on the sensitivity of the parameter estimation results and the *RMSE* value, it means that the multivariable Bayesian regression is better than the classical regression model. The rate of population growth, the percentage of population density, the percentage of the total population, and the gini ratio has a significant positive effect on the proportion of villages that cause the conversion of agricultural land to non-agricultural land at a 95% increase in confidence

Keywords: *Multivariable regression, Bayes Estimation, Land Conversion*

PENDAHULUAN

Perkembangan suatu wilayah nampak dari penduduknya yang makin bertambah dan makin padat, bangunan-bangunan yang semakin rapat dan wilayah yang terbangun terutama pemukiman yang cenderung semakin luas. Pertambahan jumlah penduduk, perkembangan kawasan pemukiman dan industri serta pembangunan sarana dan prasarana menyebabkan terjadinya penurunan luas lahan pertanian. Fenomena konversi lahan pertanian muncul seiring makin tinggi dan bertambahnya tekanan kebutuhan dan permintaan terhadap lahan, baik dari sektor pertanian maupun dari sektor non pertanian sebagai akibat dari bertambahnya penduduk dan kegiatan pembangunan. Faktor kemiskinan juga mendorong terjadinya konversi lahan. Jika konversi lahan tersebut tanpa kendali, maka akan terjadi banyak kerugian, baik dari segi fisik maupun aspek sosial ekonomi masyarakat. (Sudarma et al., 2015)

Penerapan metode statistika untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi persentase konversi lahan pertanian menjadi non pertanian suatu daerah. Dengan mengetahui penyebab kejadian tersebut, maka diharapkan menjadi bahan pertimbangan pemangku kepentingan dalam menentukan fokus perencanaan mencegah peningkatan konversi lahan pertanian. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam permasalahan ini adalah Analisis Regresi.

Analisis regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan satu variabel independen (terikat), dengan tujuan untuk mengestimasi dan atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai-nilai variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen yang diketahui (Savant et al., 1995). Berdasarkan jumlah variabel independennya, analisis regresi linear dibagi menjadi dua yaitu analisis regresi linear sederhana dan analisis regresi linear ganda. Dimana analisis regresi linear ganda merupakan pengembangan dari regresi linear sederhana (hanya dengan satu variabel independen). Dalam analisis regresi linear ganda, terdapat beberapa variabel independen (lebih dari satu variabel independen) yang mempengaruhi variabel dependen secara linear (Worrall et al., 1992). Residual model regresi harus memenuhi asumsi klasik yakni asumsi multikolinearitas, normalitas, homogenitas dan autokorelasi. Kenyataannya, asumsi tersebut sering tidak dapat dipenuhi dari data yang diperoleh dari kehidupan nyata.

Metode regresi dengan estimator bayes merupakan salah satu alternatif apabila asumsi klasik metode regresi tidak terpenuhi (de Schoot et al., 2014) menyebutkan beberapa perbedaan metode regresi estimator bayes dengan metode regresi klasik. Beberapa perbedaan tersebut dikaji sebagai kelebihan metode regresi bayes antara lain regresi bayes mempertimbangkan kondisi riil distribusi data, data set tidak harus banyak, dan tidak mewajibkan memenuhi asumsi klasik. Informasi riil yang diperhatikan regresi bayes dikenal dengan Prior (informasi data).

Kajian tentang aplikasi estimasi bayes pada model regresi telah banyak dilakukan seperti kajian teori oleh (Tiao & Zellner, 1964), (de Schoot et al., 2014) dan (You et al., 2021). Kajian mereka menjelaskan secara empirik penggunaan teorema bayes sebagai teknik nonparametrik untuk mengestimasi parameter termasuk regresi multivariabel bayes. (Strandskov & Pedersen, 2000) menjelaskan tutorial model regresi linear sederhana dengan estimasi bayes. Regresi dengan estimasi bayes juga telah familiar digunakan dalam memodelkan berbagai kasus dengan fokus penelitian identifikasi pengaruh variabel independent baik model regresi linear sederhana maupun regresi multivariabel. (Utomo & Suliadi, 2021) menerapkan metode regresi dengan pendekatan bayes untuk menguji pengaruh kepadatan penduduk dan aktifitas penduduk terhadap kasus Covid-19.

Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi perkembangan persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi non pertanian di Kabupaten Sulawesi Selatan. Metode regresi estimator bayes diharapkan dapat memberikan informasi variabel yang berpengaruh dengan besaran estimator secara tepat.

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data konversi lahan pertanian Sulawesi Selatan Tahun 2014 beserta beberapa variabel independen. Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistika. Variabel dependen yang digunakan adalah persentase konversi lahan pertanian.

Variabel Penelitian

Penelitian menggunakan dua jenis variabel yaitu variabel dependen dan variabel Independen seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel Dependen dan Independen Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala pengukuran
Variabel Dependen		
Y_1	Persentase konversi lahan pertanian menjadi non pertanian	Rasio
Varibel Independen		
X_1	Laju pertumbuhan penduduk	Rasio
X_2	Persentase kepadatan penduduk	Rasio
X_3	Persentase jumlah penduduk	Rasio
X_4	Gini Ratio	Rasio

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah Metode Regresi multivariabel menggunakan estimator bayes dengan algoritma sebagai berikut

1. Mendeskripsikan karakteristik persentase konversi lahan pertanian beserta variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Memodelkan data menggunakan model regresi multivariabel klasik dengan estimator OLS
3. Memodelkan data menggunakan model regresi multivariabel dengan estimator bayes
 - a. menentukan prior dan simulasi
 - b. menentukan posterior
4. Membandingkan hasil model regresi klasik dengan model regresi multivariabel bayes
5. Menginterpretasi dan membuat kesimpulan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Konversi Lahan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambaran umum data konversi lahan Provinsi Sulawesi selatan pada tahun 2014 diuraikan dalam bentuk statistika deskriptif. Ukuran statistik yang dibahas dalam analisis deskriptif ini antara lain rata-rata, nilai terendah, nilai tertinggi, standar deviasi dan variansi.

Tabel 2 Deskripsi data konversi lahan

Variabel	Nilai Minimum	Nilai Maximum	Rata-rata	Standar Deviasi	variansi
Y	3,10	77,35	26,39	16,55	274,095
X ₁	0,13	2,67	1,07	0,615	0,379
X ₂	0,31	0,5	0,40	0,0488	0,002
X ₃	1,52	16,9	4,16	3,26	10,639
X ₄	0,01	1,0006	0,15	0,22	0,60

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian yang paling tinggi adalah 77,35% dan persentase desa terendah yang mengalami konversi lahan pertanian sebesar 3,10%. Rata-rata persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian sebesar 26,39% dari 24 kabupaten/kota di Sulawesi Selatan dengan variansi mencapai 274,095 dan standar deviasi 16,55.

Model Regresi Multivariabel *Ordinary Least Square (OLS)* Konversi Lahan

Pemodelan data menggunakan regresi dengan estimasi OLS bertujuan untuk mengetahui variabel-variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Dalam hal ini, regresi yang digunakan adalah regresi linear multivariabel.

Nilai VIF yang dihasilkan dari pemodelan OLS kurang dari 3, maka antar variabel independen tidak terjadi multikolinearitas. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis menggunakan regresi dengan estimasi OLS. Hasil pemodelan regresi menggunakan OLS secara parsial diperoleh estimasi parameter sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil estimasi parameter regresi OLS

Estimasi parameter	Koefisien		Nilai signifikansi
	Nilai	Standar error	
β_0	57,728	33,62	0,012
β_1	4,659	6,2	0,0462
β_2	4,434	80,5	0,0451
β_3	0,201	1,15	0,0864
β_4	61.901	18,23	0,06

Nilai signifikansi parameter semua variabel independen diperoleh lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian.

Model Regresi Multivariabel Bayes Konversi Lahan

Tahapan awal model regresi multivariabel dengan estimator bayes adalah dengan menentukan prior. Penelitian ini menggunakan konjugat prior. Distribusi prior untuk *mean* parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3,$ dan β_4 berdistribusi normal $N(\mu, \sigma^2)$ dengan menggunakan hasil rata-rata dan variansi masing-masing variabel (Pal et al., 2008); (Khairiyah et al., 2018) Sedangkan variansi parameter tersebut berdistribusi invers gamma $\tau \sim (a, b)$. Parameter a dan b penelitian ini menggunakan rata-rata dan variansi dari residual model regresi klasik data konversi lahan. (Linda Van Horn PhD et al., 1991)

Sensitivitas hasil estimasi parameter tersebut berdasarkan distribusi priornya dapat diuji dengan melakukan simulasi perubahan nilai parameter dari masing-masing distribusi prior(). Simulasi dilakukan terhadap 4 kombinasi perubahan parameter yang merujuk pada percobaan yang dilakukan oleh (Schalken et al., n.d.) (Naomi Schalken, Lion Behrens, 2018). Berikut hasil simulasi estimasi parameter variabel laju pertumbuhan penduduk.

Tabel 4. Hasil simulasi estimasi parameter X_1 dengan prior distribusi normal

Statistik	$N(1.07, 0.379)$	$N(1.07, 1000)$	$N(5, 0.379)$	$N(5, 1000)$
Posterior X_1				
Mean	5.602	4.670	5.228	4.671
Variansi	27.137	34.857	28.765	34.862
Interval kepercayaan	(4,896; 5,691)	(4.337, 6.996)	(4.026, 6.370)	(4.338, 6.996)

Tabel 4. memberikan informasi hasil estimasi $\hat{\beta}_1$ untuk masing-masing simulasi perubahan nilai parameter priornya. Tabel tersebut juga memberikan informasi interval kepercayaan estimator bayes pada selang 95% yang dimaknai sebagai besaran peluang nilai untuk setiap hasil estimasi $\hat{\beta}_1$ berada pada selang kepercayaan 95%. Semakin kecil luasan nilai interval kepercayaan, maka nilai estimator tersebut semakin baik. Nilai $\hat{\beta}_1$ dari hasil simulasi tersebut dapat diperhatikan bahwa $mean \hat{\beta}_1$ mendekati nilai $\hat{\beta}_1$ dari model regresi klasik saat prior berdistribusi $N(1.07, 1000)$ dan $N(5, 1000)$. Akan tetapi, berdasarkan nilai luasan interval kepercayaan 95%, maka nilai $mean$ yang lebih baik diperoleh dari prior berdistribusi $N(1.07, 0.379)$. Selanjutnya, Tabel 5 berikut memuat hasil simulasi variabel persentase kepadatan penduduk.

Tabel 5. Hasil simulasi estimasi parameter X_2 dengan prior distribusi normal

Statistik	$N(0.4, 0.002)$	$N(0.4, 1000)$	$N(5, 0.002)$	$N(5, 1000)$
Posterior X_2				
Mean	0,377	4,458	4,965	4,456
Variansi	0,647	28,686	0,686	284,720
Interval kepercayaan	(0,212; 1,966)	(3,798; 8,882)	(3,329; 6,601)	(3,798; 8,887)

Tabel 5. menunjukkan bahwa nilai $\hat{\beta}_2$ dari hasil simulasi tersebut mendekati nilai $\hat{\beta}_2$ dari model regresi klasik juga saat prior berdistribusi $N(0.4, 1000)$ dan $N(5, 1000)$. Akan tetapi, berdasarkan nilai luasan interval kepercayaan 95%, maka nilai $mean$ yang lebih baik diperoleh dari prior berdistribusi $N(0.4, 0.002)$. Hasil simulasi $\hat{\beta}_3$ dan $\hat{\beta}_4$ juga menunjukkan kesimpulan yang sama bahwa nilai $mean$ terbaik diperoleh dari distribusi prior normal dengan parameter nilai rata-rata dan variansi variabel tersebut. Secara berturut-turut, distribusi prior $\hat{\beta}_3 \sim N(4.16, 10.639)$ dan $\hat{\beta}_4 \sim N(0.15, 0.22)$ dengan nilai $mean$ 0,434 dan 6,77. Parameter distribusi prior tersebut digunakan untuk memodelkan data persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi non pertanian menggunakan analisis regresi multivariabel bayes.

Hasil analisis regresi multivariabel menggunakan estimator prior tersebut diperoleh nilai signifikansi $0,0781 < \alpha = 0,05$ sehingga keputusan hipotesis H_0 ditolak. Artinya, terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan variabel independen penelitian ini terhadap besaran persentase desa yang mengalami konversi

lahan pertanian menjadi non pertanian di Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan pada Tahun 2014. Nilai *R-Square* sebesar 0,84 yang mengindikasikan bahwa keempat variabel yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan informasi persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi non pertanian sebesar 84% sedangkan informasi lain sebesar 26% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diperhatikan dalam penelitian.

Perbandingan model regresi klasik dengan model regresi multivariabel bayes

(Fajri et al., 2020) membandingkan regresi klasik dengan model regresi multivariabel bayes berdasarkan sensitivitas hasil estimasi parameter. Sedangkan umumnya penelitian yang lain membandingkan metode berdasarkan nilai *Mean Square Error (MSE)* atau nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* sebagaimana dijelaskan dalam penelitian (You et al., 2021) dan (Surianti et al., 2021); Tabel 6. memuat perbandingan sensitivitas hasil estimasi parameter regresi klasik dengan regresi multivariabel. Estimator model regresi dengan estimator bayes memiliki luas interval kepercayaan 95% lebih kecil dibandingkan dengan estimator regresi klasik. Oleh karena itu, sensitivitas estimasi parameter regresi dengan pendekatan bayes lebih baik dibandingkan regresi klasik.

Tabel 6. Perbandingan sensitivitas parameter model regresi kalsik dan regresi multivariabel bayes

Estimator parameter	Regresi Klasik		Regresi Multivaribel Bayes	
	Nilai	CI 95%	Nilai	CI 95%
$\widehat{\beta}_0$	57,728	(12,646; 128,102)	37,722	(20,792; 54,652)
$\widehat{\beta}_1$	4,659	(4,638; 8,320)	5,602	(4,896; 5,691)
$\widehat{\beta}_2$	4,434	(2,608; 33,740)	0,377	(0,212; 1,966)
$\widehat{\beta}_3$	0,201	(2,626; 2,224)	0,434	(0,267; 1,807)
$\widehat{\beta}_4$	61.901	(230,418; 106,615)	6,77	(0,1212; 1,966)

Kedua model juga dibandingkan menggunakan kriteria nilai *RMSE*. Semakin kecil nilai *RMSE* maka estimasi model semakin baik. Berikut nilai *RMSE* kedua model.

Tabel 7. Nilai *RMSE* model regresi

Metode	Nilai <i>RMSE</i>
Regresi klasik	0,3674
Regresi multivariabel bayes	0,355

Tabel 7. memberikan informasi bahwa nilai *RMSE* model regresi multivariabel bayes sebesar 3,55 lebih kecil dari *RMSE* model regresi klasik sebesar 0,367 sehingga metode regresi multivariabel bayes lebih baik dari regresi klasik dalam memodelkan data persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan pada Tahun 2014. Oleh karena itu, model regresi multivariabel bayes data persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan pada Tahun 2014 dapat dituliskan:

$$\hat{Y} = 37,722 + 5,602X_1 + 0,377X_2 + 0,434X_3 + 6,77X_4$$

Besaran koefisien model tersebut mengindikasikan bahwa keempat variabel berpengaruh positif terhadap perubahan besaran persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian. (Courey et al., 2022) menjelaskan interpretasi nilai R^2 dapat dikategorikan untuk interval nilai $2\% < R^2 \leq 15\%$ menunjukkan hubungan lemah, interval nilai $15\% < R^2 \leq 35\%$ menunjukkan hubungan sedang dan nilai R^2 lebih besar dari 35% menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel. Berdasarkan nilai R^2 sebesar 84% dapat disimpulkan bahwa keempat variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat terhadap persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian.

Peningkatan laju pertumbuhan penduduk setiap 1 satuan akan meningkatkan persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian sebesar 5,602%. Kepadatan penduduk dan jumlah penduduk yang meningkat setiap 1 persen akan mempengaruhi peningkatan persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian secara berturut-turut 0,377% dan 0,434%. Selain itu, faktor kemiskinan juga mempengaruhi konversi lahan pertanian. Hal tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan gini ratio 1 satuan dapat meningkatkan persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian sebesar 6,77%. Jika keempat variabel tersebut diasumsikan bernilai 0, maka persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian sebesar 37,722% yang dipengaruhi oleh faktor yang lain

SIMPULAN

Model regresi multivariabel dengan pendekatan bayes lebih baik dari regresi klasik dalam memodelkan data persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan pada Tahun 2014 berdasarkan sensitivitas interval kepercayaan 95% estimasi parameter dan nilai *RMSE*. Laju pertumbuhan penduduk, persentase kepadatan penduduk, persentase jumlah penduduk, dan gini ratio signifikansi berpengaruh positif terhadap persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian pada taraf kepercayaan 95%. Variabel tersebut dapat menjelaskan informasi persentase desa yang mengalami konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian sebesar 84%. Penelitian terkait analisis regresi multivariabel dengan pendekatan bayes diharapkan dapat dikembangkan seperti membandingkan prior terbaik ataupun pengembangan estimator bayes untuk model regresi data skala kategorik maupun skala campuran. Selain itu, kajian terhadap kasus konversi lahan pertanian dapat dikembangkan di masa depan dengan mempertimbangkan aspek lain seperti variabel penelitian lain maupun tujuan penelitian dan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Courey, K. A., Oswald, F. L., & Culpepper, S. A. (2022). *BAYESIAN GUIDE 1 Clearer Analysis, Interpretation, and Communication in Organizational Research: A Bayesian Guide*. <https://orcid.org/0000-0002-7275-5408>
- de Schoot, R., Kaplan, D., Denissen, J., Asendorpf, J. B., Neyer, F. J., & Van Aken, M. A. G. (2014). A gentle introduction to Bayesian analysis: Applications to developmental research. *Child Development, 85*(3), 842–860.
- Fajri, M., Ristawan, Y., Kunci, K., & Regresi Aset Bank Bayesian, A. (2020). Analisa sensitivitas model regresi linier berganda menggunakan pendekatan Bayesian: prior distribusi normal. *Journal of Data Analysis, 3*(1), 1–12.
- Khairiyah, R., Diana, R., & others. (2018). Perbandingan Metode Kuadrat Terkecil dan Metode Bayes Pada Model Regresi Linier dengan Galat yang Autokorelasi. *Jurnal Matematika UNAND, 7*(1), 125–135.
- Linda Van Horn PhD, R. D., Marty Slattery PhD, R. D., Joan Hilner, M. P. H., Charlotte Bragg MS, R. D., Jacobs Jr, D., Niki Gernhofer MS, R. D., Havlik, D., & others. (1991). The CARDIA dietary history: development, implementation, and evaluation. *Journal of the American Dietetic Association, 91*(9), 1104–1112.

- Naomi Schalken, Lion Behrens, L. S. and R. van de S. (2018). *First Bayesian Inference: SPSS (regression analysis)*. Rens Van De Scoot. <https://www.rensvandeschoot.com/tutorials/bayesian-regression-spss>
- Pal, Y., Swarup, A., & Singh, B. (2008). A review of compensating type custom power devices for power quality improvement. *2008 Joint International Conference on Power System Technology and IEEE Power India Conference*, 1–8.
- Savant, D. N., Patel, S. G., Deshmukh, S. P., Gujarati, R., Bhathena, H. M., & Kavarana, N. M. (1995). Folded free radial forearm flap for reconstruction of full-thickness defects of the cheek. *Head & Neck*, *17*(4), 293–296.
- Schalken, N., Behrens, L., Smeets, L., & van de Schoot, R. (n.d.). *T-test in SPSS (Frequentist)*.
- Strandskov, J., & Pedersen, K. (2000). Pioneering FDI into the Danish Bacon Industry: Building an Agro-Industrial Diamond. *Scandinavian Economic History Review*, *48*(3), 42–56.
- Sudarma, I. M., Windia, W., Dwipradnyana, M., & Made, I. (2015). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konversi Lahan Serta Dampaknya terhadap Kesejahteraan Petani: Kasus di Subak Jadi, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, *3*(1), 26291.
- Surianti, Hikmah, & Rahmawati. (2021). Estimasi Parameter Model Regresi Linier Dengan Pendekatan Metode Bayesian. *Journal of Mathematics: Theory and Application*, *3*(2), 57–61. <https://doi.org/10.31605/jomta.v3i2.1364>
- Tiao, G. C., & Zellner, A. (1964). On the Bayesian estimation of multivariate regression. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, *26*(2), 277–285.
- Utomo, M. E. P., & Suliadi, S. (2021). Penerapan Metode Bayesian pada Analisis Regresi untuk Menguji Pengaruh Kasus Covid-19 terhadap Perekonomian Indonesia. *Prosiding Statistika*, 684–691.
- Worrall, D., Hird, D. L., Hodge, R., Paul, W., Draper, J., & Scott, R. (1992). Premature dissolution of the microsporocyte callose wall causes male sterility in transgenic tobacco. *The Plant Cell*, *4*(7), 759–771.
- You, J. B., McCallum, C., Wang, Y., Riordon, J., Nosrati, R., & Sinton, D. (2021). Machine learning for sperm selection. *Nature Reviews Urology*, *18*(7), 387–403.