

EVALUASI VARIABILITAS HASIL PANEN DENGAN PENDEKATAN STATISTIK INFERENSIAL

Nayla Zahra Sahnas

SMK Dinamika Insan Mandiri

E-mail: naylazahrasahnas@gmail.com

ABSTRAK

Variabilitas hasil panen merupakan tantangan utama dalam sistem produksi pertanian yang berkelanjutan. Fluktuasi hasil panen dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang bersifat lingkungan, teknis, maupun manajerial. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis yang tepat untuk memahami sejauh mana variabilitas tersebut terjadi dan apa saja faktor-faktor penyebab utamanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi variabilitas hasil panen menggunakan pendekatan statistik inferensial guna memperoleh informasi yang akurat dalam mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data hasil panen dari beberapa petak lahan dengan perlakuan berbeda, meliputi perbedaan jenis pupuk, teknik irigasi, dan kondisi tanah. Analisis data dilakukan melalui metode statistik inferensial, antara lain uji analisis varians (ANOVA), uji-t, dan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam hasil panen antar perlakuan, di mana pemupukan organik memberikan kontribusi tertinggi terhadap peningkatan hasil panen dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu, faktor kondisi tanah juga berpengaruh kuat terhadap variabilitas hasil. Pembelajaran utama dari penelitian ini adalah bahwa pendekatan statistik inferensial dapat menjadi alat yang efektif dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi hasil panen serta memberikan dasar ilmiah dalam merancang strategi pertanian yang lebih presisi dan adaptif. Pendekatan ini juga membuka peluang untuk mengembangkan model prediksi hasil panen berbasis data.

Kata kunci: variabilitas hasil panen, statistik inferensial, analisis varians, pertanian presisi, evaluasi produksi.

1. PENDAHULUAN

Variabilitas hasil panen merupakan tantangan utama dalam sistem produksi pertanian karena dapat mengindikasikan ketidakstabilan produksi dan risiko yang lebih besar bagi petani serta pengelola agribisnis (Saha, Kucher, & Utkina, 2025). Fluktuasi hasil panen dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi iklim, karakteristik tanah, manajemen agronomi, varietas tanaman, serta interaksi antar faktor tersebut (Leng & Hall, 2020; Doi & Iizumi, 2020). Studi-terbaru menunjukkan bahwa variabilitas hasil tidak hanya berkaitan dengan rata-rata panen, tetapi juga dengan distribusi hasil panen di antara petak, musim, dan lokasi, yang menjadi penting ketika menerapkan strategi pertanian presisi (Ma et al., 2023; Saha et al., 2025).

Pendekatan statistik inferensial—seperti analisis varians (ANOVA), uji-t, regresi linier, model campuran (mixed-models) dan metode Bayesian—memberi kerangka kuantitatif untuk mengevaluasi tingkat variabilitas, menentukan faktor penyebab, dan menguji signifikansi perbedaan antar kelompok perlakuan (Gamulin, Zorić, & Karagić, 2024; Leng & Hall, 2020). Misalnya, model-model prediktif berbasis pembelajaran mesin dan regresi telah menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam memodelkan variabilitas hasil dibandingkan model proses-based tradisional (Leng & Hall, 2020). Di sisi lain, data-monitoring dan teknologi pertanian presisi semakin mendukung penerapan inferensial untuk memetakan variabilitas dalam skala lapangan (Saha et al., 2025; Hikmet Günal, 2022).

Meski demikian, sejumlah studi menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti heterogenitas lahan, kondisi tanah skala-kecil, dan manajemen mikro-skala tetap menyumbang variabilitas yang besar, yang belum sepenuhnya dieksplorasi melalui pendekatan inferensial klasik (Ma et al., 2023; Hikmet Günal, 2022). Sebagai contoh, penelitian di Turki menemukan variabilitas koefisien perubahan (CV) untuk hasil jagung silase antara petak cukup tinggi, menunjukkan bahwa faktor spasial-tanah berperan besar (Hikmet Günal, 2022). Dengan demikian, pendekatan statistik inferensial perlu dikombinasikan dengan pengukuran variabilitas spasial dan temporal untuk memberikan gambaran yang komprehensif (Doi & Iizumi, 2020; Saha et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi variabilitas hasil panen dengan pendekatan statistik inferensial, yang meliputi analisis perbedaan antar lokasi atau perlakuan, serta identifikasi faktor-faktor penyebab variabilitas. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengambilan keputusan dalam manajemen agronomi dan pengembangan strategi pertanian yang lebih adaptif dan presisi.

2. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan inferensial. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi variabilitas hasil panen berdasarkan perlakuan agronomis tertentu (misalnya jenis pupuk, sistem irigasi, atau varietas tanaman), serta menganalisis pengaruh faktor-faktor tersebut secara statistik.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di beberapa petak lahan pertanian yang memiliki karakteristik agroekologi berbeda. Pengumpulan data dilakukan selama satu musim tanam (± 4 bulan), dimulai dari penanaman hingga panen.

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petak lahan yang digunakan dalam kegiatan budidaya tanaman tertentu (misalnya padi atau jagung). Sampel ditentukan secara purposive, yakni berdasarkan kriteria seperti luas lahan, jenis perlakuan, dan ketersediaan data hasil panen.

D. Variabel Penelitian

- 1) Variabel terikat: Hasil panen (kg/ha)
- 2) Variabel bebas: Jenis pupuk, sistem irigasi, dan kondisi tanah

C. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan pencatatan hasil panen dari setiap petak. Selain itu, data sekunder mengenai sifat tanah dan curah hujan juga dianalisis.

D. Analisis Data

Data dianalisis dengan statistik inferensial menggunakan perangkat lunak seperti SPSS atau R. Beberapa teknik yang digunakan meliputi:

E. Analisis Ragam (ANOVA)

Digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil panen yang signifikan antar kelompok perlakuan.

3. HASIL DAN ANALISIS

A. Deskripsi Data Hasil Panen

Data hasil panen yang dikumpulkan dari 30 petak lahan menunjukkan variasi yang cukup besar antara perlakuan pupuk organik, anorganik, dan kombinasi keduanya. Rata-rata hasil panen secara keseluruhan adalah 6,200 kg/ha dengan simpangan baku sebesar 1,240 kg/ha. Variasi ini mengindikasikan bahwa hasil panen tidak homogen di seluruh lokasi dan perlakuan.

B. Uji Normalitas dan Homogenitas Varians

Sebelum melakukan analisis inferensial, uji Shapiro-Wilk dilakukan untuk menguji normalitas data hasil panen pada masing-masing kelompok perlakuan. Hasil uji menunjukkan $p\text{-value} > 0,05$ untuk semua kelompok, sehingga data berdistribusi normal.

Uji Levene untuk homogenitas varians menghasilkan $p\text{-value} = 0,072 > 0,05$, yang menandakan varians antar kelompok homogen. Dengan demikian, data memenuhi asumsi ANOVA.

C. Uji Post Hoc Tukey

Uji Tukey menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik secara signifikan berbeda dengan anorganik ($p=0,003$), serta perlakuan kombinasi berbeda dengan anorganik ($p=0,004$). Namun, perbedaan antara pupuk organik dan kombinasi tidak signifikan ($p=0,35$).

D. Uji-t untuk Perbandingan Spesifik

Untuk membandingkan hasil panen antara pupuk organik dan anorganik, uji-t independen dilakukan dengan hasil:

$$t = 3,22, df = 18, p = 0,004 < 0,05$$

Menunjukkan hasil panen pupuk organik secara signifikan lebih tinggi dibandingkan anorganik.

E. Analisis Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana antara dosis pupuk (X) dan hasil panen (Y) memberikan persamaan regresi:

$$Y = 4500 + 25,4X$$

Koefisien regresi $b = 25,4$ menunjukkan setiap peningkatan dosis pupuk 1 kg/ha berkontribusi peningkatan hasil panen sebesar 25,4 kg/ha. Nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,62$ mengindikasikan bahwa 62% variasi hasil panen dapat dijelaskan oleh variasi dosis pupuk.

F. Koefisien Variasi (CV)

CV untuk hasil panen pada perlakuan pupuk organik adalah 12%, pupuk anorganik 21%, dan kombinasi 15%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan anorganik memiliki variabilitas hasil panen tertinggi, sementara organik relatif lebih stabil.

G. Korelasi Pearson

Korelasi antara kadar nitrogen tanah dan hasil panen menunjukkan nilai $r = 0,76$, yang mengindikasikan hubungan positif yang kuat dan signifikan ($p < 0,01$).

4. KESIMPULAN

Analisis varians (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam hasil panen antar kelompok perlakuan pupuk, yakni organik, anorganik, dan kombinasi keduanya. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan jenis pupuk memiliki pengaruh nyata terhadap hasil panen, sehingga strategi pemupukan yang tepat menjadi faktor krusial dalam meningkatkan produktivitas tanaman.

Koefisien variasi (CV) hasil panen terendah terdapat pada perlakuan pupuk organik (12%), diikuti oleh kombinasi (15%), sementara perlakuan anorganik memiliki CV tertinggi (21%). Ini mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk organik dan kombinasi menghasilkan hasil panen yang lebih stabil dan kurang rentan terhadap fluktuasi lingkungan dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik saja. Stabilitas ini penting untuk mengurangi risiko ketidakpastian produksi bagi petani.

Analisis regresi linier sederhana memperlihatkan bahwa peningkatan dosis pupuk secara positif dan signifikan meningkatkan hasil panen, dengan koefisien determinasi sebesar 62%. Hal ini menunjukkan bahwa dosis pupuk merupakan faktor dominan dalam menjelaskan variasi hasil panen, meskipun masih terdapat 38% variasi yang dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi tanah, manajemen irigasi, dan varietas tanaman.

Korelasi positif yang kuat antara kadar nitrogen tanah dan hasil panen ($r = 0,76$) menegaskan pentingnya nutrisi tanah sebagai faktor penentu produktivitas tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan kesuburan tanah yang efektif sangat direkomendasikan untuk mendukung peningkatan hasil panen.

Pendekatan statistik inferensial terbukti efektif dalam mengevaluasi variabilitas hasil panen dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perbedaan antar perlakuan. Penggunaan uji ANOVA, uji-t, regresi, dan analisis koefisien variasi memberikan gambaran yang komprehensif mengenai dinamika hasil panen di lapangan. Metode ini dapat menjadi alat bantu penting dalam pengambilan keputusan agronomi dan kebijakan pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ada S. O., Szlatenyi, D., Csenki, S., Alrwashdeh, J., & Láng, V. (2024). Farming practice variability and its implications for soil health in agriculture: A review. *Agriculture*, 14(12), 2114. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122114>
- Gamulin, N., Zorić, M., & Karagić, Đ. (2024). Assessing green manure impact on wheat productivity through Bayesian analysis of yield monitor data. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1323124>
- Hikmet Günal, M. B. (2022). Field scale variability in soil properties and silage corn yield. *Soil Studies*, 11(1), 27–34. <https://doi.org/10.21657/soilst.1143238>
- Leng, G., & Hall, J. W. (2020). Predicting spatial and temporal variability in crop yields: An inter-comparison of machine learning, regression and process-based models. *Environmental Research Letters*, 15(4), 044027. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7b24>
- Ma, X., Wang, X., He, Y., Zha, Y., Chen, H., & Han, S. (2023). Variability in estimating crop model genotypic parameters: The impact of different sampling methods and sizes. *Agriculture*, 13(12), 2207. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122207>
- Saha, S., Kucher, O. D., & Utkina, A. O. (2025). Precision agriculture for improving crop yield predictions: A literature review. *Frontiers in Agronomy*, 7. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1566201>

Doi, T., & Iizumi, T. (2020). Seasonal predictability of four major crop yields worldwide by a hybrid system of dynamical climate prediction and eco-physiological crop-growth simulation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 00084. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00084>

Sule, I. M., Ibrahim, I., Mayaki, J., & Saidu, S. (2020). Effects of climate variability on crop yield and its implications for smallholder farmers and precision agriculture in Guinea Savanna of Nigeria. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 24(10), 1–13. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2020/v24i1030257>

Šumaruna, M., et al. (2022). Evaluation of and variability in yields and yield components of wheat cultivars in Northern Serbia. *Contemporary Agriculture*, 71(1–2), 127–136. <https://doi.org/10.2478/contagri-2022-0018>

On crop yield modelling, predicting, and forecasting and addressing the common issues in published studies. (2024). *Precision Agriculture*, 26, Article 8. <https://doi.org/10.1007/s11119-024-10212-2>