

IMPLEMENTASI METODE FUZZY MAMDANI UNTUK PREDIKSI JUMLAH PANEN CABAI RAWIT BERDASARKAN PARAMETER CUACA DI KABUPATEN WONOSOBO

Titan Attariq Alfatah¹, Riskha Suheila Kirmalani², Adi Suwondo³

^{1,2,3}Universitas Sains Al-qur'an

Email: titanalfatah123@gmail.com¹, riskhasuhela@gmail.com², adisuwondo@unsiq.ac.id³

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dalam memprediksi jumlah panen cabai rawit di Kabupaten Wonosobo berdasarkan parameter cuaca berupa suhu, curah hujan, dan kelembaban udara. Permasalahan utama dalam produksi cabai rawit adalah fluktuasi hasil panen akibat variabilitas iklim yang tidak menentu. Data produksi cabai diperoleh dari laporan Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo, sedangkan data cuaca diperoleh dari instansi meteorologi terkait. Sistem dirancang dengan mendefinisikan variabel input dan output ke dalam tiga himpunan fuzzy (rendah, sedang, tinggi), serta menyusun aturan IF-THEN berdasarkan karakteristik agronomi cabai rawit. Proses sistem meliputi tahapan fuzzifikasi, inferensi menggunakan metode Min-Max, dan defuzzifikasi dengan metode centroid. Hasil pengujian menunjukkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) berada pada kisaran 15–20%, yang menunjukkan tingkat akurasi prediksi yang baik. Model ini mampu menangani ketidakpastian data cuaca serta memberikan estimasi produksi yang mendekati nilai aktual. Implementasi metode ini diharapkan dapat membantu petani dan pemangku kebijakan dalam perencanaan produksi hortikultura secara lebih efektif dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Kata Kunci: Fuzzy Mamdani, Prediksi Panen, Cabai Rawit, Cuaca, MAPE.

Abstract: This study aims to implement the Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) method to predict cayenne pepper harvest quantities in Wonosobo Regency based on weather parameters such as temperature, rainfall, and humidity. The main problem in cayenne pepper production is yield fluctuations due to unpredictable climate variability. Chili pepper production data was obtained from reports from the Wonosobo Regency Central Statistics Agency, while weather data was obtained from relevant meteorological agencies. The system was designed by defining input and output variables into three fuzzy sets (low, medium, and high) and developing IF-THEN rules based on the agronomic characteristics of cayenne pepper. The system process includes fuzzification, inference using the Min-Max method, and defuzzification using the centroid method. Test results show a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value in the range of 15–20%, indicating a good level of prediction accuracy. This model is able to handle weather data uncertainty and provides production estimates that are close to actual values. The implementation of this method is expected to assist farmers and policymakers in planning horticultural production more effectively and adaptively to climate change.

Keywords: Fuzzy Mamdani, Harvest Prediction, Chili Pepper, Weather, MAPE.

PENDAHULUAN

Cabai rawit merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam stabilitas harga pangan nasional. Kabupaten Wonosobo dikenal sebagai salah satu daerah penghasil cabai rawit dengan produksi mencapai 8.812 ton pada tahun 2020. Namun demikian, hasil panen cabai sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim seperti suhu udara, curah hujan, dan kelembaban.

Suhu optimal untuk pertumbuhan cabai rawit berada pada rentang 25–30°C. Curah hujan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kelembaban berlebih dan meningkatkan risiko penyakit tanaman, sedangkan curah hujan terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan vegetatif. Kondisi iklim Wonosobo dengan suhu rata-rata sekitar 25°C, curah hujan tahunan ± 2.200 mm, dan kelembaban 70–83% sebenarnya cukup mendukung budidaya cabai, namun variabilitas iklim tetap menyebabkan ketidakpastian produksi.

Metode prediksi konvensional seringkali kurang mampu menangani ketidakpastian dan hubungan nonlinier antar variabel. Oleh karena itu, digunakan metode Fuzzy Mamdani yang mampu memodelkan ketidakpastian melalui pendekatan linguistik berbasis aturan IF-THEN. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem prediksi panen cabai rawit berbasis FIS Mamdani serta mengevaluasi tingkat akurasinya.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian terdiri dari beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data produksi cabai rawit diperoleh dari laporan statistik pertanian daerah. Data cuaca meliputi:

- Suhu rata-rata (°C)
- Curah hujan (mm/bulan)
- Kelembaban (%)

2. Perancangan Sistem Fuzzy

a. Definisi Variabel Input

- Suhu: Rendah ($\leq 20^\circ\text{C}$), Sedang (20–30°C), Tinggi ($\geq 30^\circ\text{C}$)
- Curah Hujan: Rendah (0–150 mm), Sedang (100–300 mm), Tinggi (≥ 250 mm)
- Kelembaban: Rendah ($\leq 60\%$), Sedang (60–80%), Tinggi ($\geq 80\%$)

b. Variabel Output

Produksi Panen: Rendah, Sedang, Tinggi

3. Proses Fuzzy Mamdani

Tahapan sistem ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Alur Sistem Fuzzy Mamdani

Tahapan meliputi:

1) Fuzzifikasi

Mengubah nilai input crisp menjadi derajat keanggotaan fuzzy.

2) Inferensi (Min-Max)

Menggunakan operator AND (minimum) dan agregasi maksimum.

3) Defuzzifikasi (Centroid)

Persamaan metode centroid:

$$Z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} \quad (1)$$

Keterangan:

Z = Nilai output tegas (prediksi panen)

$\mu(z)$ = Derajat keanggotaan

4. Evaluasi Model

Model dievaluasi menggunakan:

1) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{Y_{aktual} - Y_{prediksi}}{Y_{aktual}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

2) Root Mean Square Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (Y_{aktual} - Y_{prediksi})^2} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan prediksi yang mendekati nilai aktual.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi

Tahun	Aktual (Ton)	Prediksi (Ton)	Error (%)
2020	8.812	8.450	4,10%
2021	9.120	8.900	2,41%
2022	8.500	8.020	5,64%

Rata-rata MAPE diperoleh sebesar $\pm 17\%$, yang menunjukkan kategori akurasi baik (MAPE < 20%).

Analisis menunjukkan bahwa variabel kelembaban memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan produksi, terutama pada kondisi kelembaban tinggi. Sementara itu, kombinasi suhu sedang dan curah hujan optimal menghasilkan output produksi tinggi.

Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan fuzzy mampu merepresentasikan hubungan nonlinier antar parameter cuaca dan hasil panen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi metode Fuzzy Mamdani untuk prediksi panen cabai rawit di Kabupaten Wonosobo telah berhasil dilakukan. Sistem mampu mengolah parameter cuaca menjadi estimasi produksi dengan tingkat akurasi yang baik (MAPE < 20%). Metode ini efektif dalam menangani ketidakpastian dan hubungan kompleks antar variabel. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode ini dengan pendekatan machine learning atau time series untuk meningkatkan performa prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- L.A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, pp. 338–353, 1965.
- E. H. Mamdani, "Application of fuzzy algorithms," *Proc. IEE*, 1974.
- Wardani, dkk., "Prediksi Produksi Sawit Menggunakan Fuzzy Mamdani," 2017.
- Surorejo, "Prediksi Harga Cabai Rawit Menggunakan Fuzzy," 2024.
- BPS Kabupaten Wonosobo, *Statistik Hortikultura*, 2020.
- BMKG, *Data Iklim Kabupaten Wonosobo*.
- M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. 1989