



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 636-648

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto untuk Identifikasi Tingkat Serangan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah

Bryan Adam Hidayatullah^{1✉}, Bangkit Indarmawan Nugroho², Nugroho Adhi Santoso³,

Gunawan Gunawan⁴

STMIK YMI Tegal

Email: bryanxrpl@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini membandingkan metode fuzzy Mamdani dan fuzzy Tsukamoto dalam mengidentifikasi tingkat serangan penyakit pada tanaman bawang merah untuk meningkatkan deteksi dini penyakit dan produktivitas pertanian. Menggunakan dataset parameter kesehatan tanaman, termasuk gejala penyakit dan kondisi lingkungan, penelitian mengaplikasikan kedua metode fuzzy tersebut untuk memperkirakan kerentanan tanaman terhadap penyakit. Hasil menunjukkan bahwa fuzzy Tsukamoto lebih akurat dan efisien, terutama dalam data kompleks. Penelitian ini memberikan pemahaman baru dalam aplikasi fuzzy logic pada penyakit tanaman bawang merah dan pengembangan model serupa di pertanian. Temuan ini penting untuk pengembangan sistem pendukung keputusan yang lebih efisien dalam pertanian, mengintegrasikan teknologi informasi dalam manajemen kesehatan tanaman.

Kata Kunci: *Metode Fuzzy Mamdani, Metode Fuzzy Tsukamoto, Identifikasi, Penyakit Bawang Merah*

Abstract

This study compares the effectiveness of Mamdani fuzzy logic and Tsukamoto fuzzy logic methods in identifying the level of disease attack on shallot plants to enhance early detection and agricultural productivity. Utilizing a dataset comprising various plant health parameters, including disease symptoms, environmental conditions, and other relevant factors, the research implements both fuzzy logic methods to estimate the vulnerability level of plants to diseases. The findings indicate that the Tsukamoto fuzzy method provides higher accuracy and better computational efficiency compared to the Mamdani fuzzy method, especially in complex and varied data conditions. The novelty of this study lies in the comparison of these fuzzy methods in the specific context of shallot plant diseases, which has been relatively underexplored previously, as well as the development of adaptable models for similar applications in other agricultural fields. These findings offer new insights for the development of more efficient and effective decision support systems in agriculture, paving the way for the integration of information technology in plant health management.

Keywords: *Mamdani Fuzzy Method, Tsukamoto Fuzzy Method, Identification, Shallot Disease*

PENDAHULUAN

Dalam dekade terakhir, sektor pertanian telah menghadapi tantangan signifikan akibat serangan penyakit pada tanaman, yang berdampak pada produktivitas dan keberlanjutan produksi pangan (Rofiq & Salim, 2023). Tanaman bawang merah, sebagai salah satu komoditas penting dalam perekonomian dan pangan global, tidak terkecuali. Serangan penyakit pada tanaman bawang merah dapat mengurangi kualitas dan kuantitas panen, menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani dan berpotensi mengganggu ketahanan pangan (Resti et al., 2013). Masalah ini diperparah oleh keterbatasan dalam deteksi dini dan pengelolaan penyakit yang efektif, memperjelas kebutuhan akan solusi inovatif dalam teknologi pertanian.

Mengapa masalah ini menjadi signifikan? Keterlambatan dalam identifikasi serangan penyakit dapat membatasi opsi pengelolaan dan kontrol, mengakibatkan penggunaan pestisida yang berlebihan dan kerugian panen yang tidak perlu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengatasi kebutuhan mendesak akan metode deteksi dini yang lebih akurat dan efisien, yang dapat memfasilitasi intervensi tepat waktu dan berbasis informasi dalam pengelolaan kesehatan tanaman (Isniah, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan masalah deteksi dan klasifikasi tingkat serangan penyakit pada tanaman bawang merah dengan membandingkan dua metode logika fuzzy yang terkenal: Mamdani dan Tsukamoto. Kedua metode ini dipilih karena kemampuan mereka untuk menangani ketidakpastian dan model yang berbasis aturan,

yang cocok untuk menganalisis data pertanian yang kompleks dan variatif (Yulianto et al., 2023).

Pentingnya penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap pengembangan teknologi pertanian cerdas, memungkinkan pengelolaan penyakit tanaman yang lebih efektif dan berkelanjutan. Dengan mengatasi masalah ini, penelitian ini berkontribusi pada peningkatan keamanan pangan dan pengurangan kerugian ekonomi bagi petani (Guampe et al., 2022).

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini menerapkan pendekatan komparatif untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi kedua metode fuzzy dalam kondisi nyata pertanian bawang merah. Alasan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengisi kesenjangan dalam pengetahuan mengenai aplikasi praktis dan perbandingan kinerja antara metode fuzzy Mamdani dan Tsukamoto dalam konteks pertanian (Purwanto et al., 2023).

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengisi kesenjangan yang ada dengan menawarkan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana metode fuzzy dapat diterapkan untuk memperbaiki deteksi dan manajemen penyakit tanaman. Melalui analisis komparatif ini, penelitian berusaha untuk menentukan metode yang lebih sesuai untuk kondisi spesifik pertanian bawang merah, memberikan rekomendasi yang dapat diimplementasikan secara praktis oleh petani dan pengambil keputusan dalam sektor pertanian.

Dalam hal metode, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan dan menganalisis data dari eksperimen lapangan, diikuti dengan simulasi komputer untuk membandingkan kedua metode fuzzy. State of the art dalam penelitian ini mencakup penggunaan teknologi informasi terkini dalam pertanian presisi dan aplikasi sistem pakar untuk manajemen penyakit tanaman.

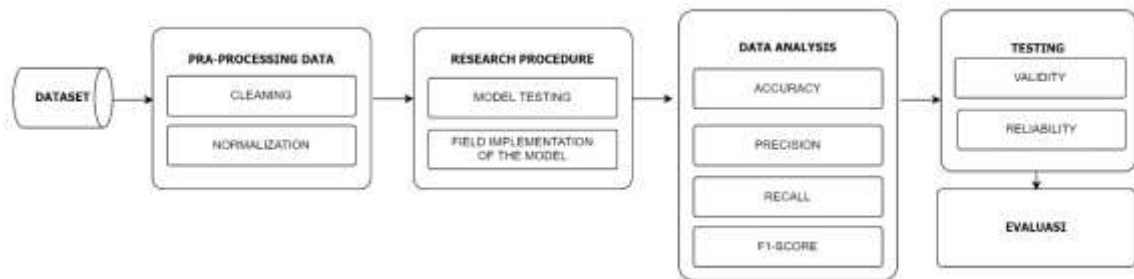
Inovasi yang diusulkan meliputi pengembangan model deteksi penyakit yang lebih akurat, yang dapat diintegrasikan ke dalam sistem pendukung keputusan untuk pertanian cerdas. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana teknologi informasi dapat meningkatkan kemampuan petani dalam mengelola penyakit tanaman, mengurangi kerugian, dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan (Hikmahwati et al., 2020).

Hasil dari penelitian ini akan menyediakan wawasan berharga tentang efektivitas metode fuzzy Mamdani dan Tsukamoto dalam konteks pertanian, memperkaya literatur ilmiah, dan menawarkan panduan praktis untuk implementasi teknologi informasi dalam manajemen penyakit tanaman bawang merah.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan desain kuasiekperimental untuk membandingkan efektivitas metode fuzzy Mamdani dan fuzzy Tsukamoto dalam mengidentifikasi tingkat serangan penyakit pada tanaman bawang merah. Desain ini memungkinkan peneliti untuk mengobservasi efek intervensi (metode fuzzy) pada variabel terikat (tingkat serangan penyakit) tanpa perlu manipulasi random atau pembentukan kelompok kontrol yang ketat (Cahyono et al., 2023).



Gambar 1. Reserch flow

Pada Gambar 1, menggambarkan alur penelitian yang dimulai dengan dataset sebagai sumber data. Pertama, dataset tersebut diproses melalui tahap pra-pengolahan data, yang meliputi pembersihan dan normalisasi data. Setelah pra-pengolahan, penelitian berlanjut ke prosedur penelitian yang mencakup pengujian model dan implementasi model di lapangan. Dari sana, penelitian bergerak ke tahap analisis data, di mana keakuratan, presisi, recall, dan F1-score diukur sebagai metrik kinerja model. Terakhir, alur penelitian diakhiri dengan tahap pengujian, yang mengevaluasi validitas, reliabilitas, dan evaluasi (dalam bahasa Indonesia) dari keseluruhan proses dan hasil penelitian.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari berbagai lahan pertanian bawang merah yang memiliki riwayat serangan penyakit. Parameter yang diamati mencakup gejala penyakit dan jenis penyakit. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa artikel yang sudah melakukan penelitian penyakit pada tanaman bawang merah dan literatur terkait. Setiap entri telah dianotasi dengan diagnosis penyakit yang telah dikonfirmasi oleh ahli penelitian (Pamungkassari et al., 2018).

Pra-processing Data

Langkah pra-processing mencakup pembersihan data untuk mengeliminasi noise dan outlier, serta penanganan nilai yang hilang melalui imputasi. Data juga dinormalisasi untuk memastikan bahwa semua variabel berada dalam skala yang sama, memudahkan analisis dan pemrosesan lebih lanjut.

Prosedur Penelitian

Pelatihan model fuzzy Mamdani dan Tsukamoto dilatih menggunakan subset data yang telah diproses. Setiap model dikonfigurasi untuk mengklasifikasikan tingkat serangan penyakit berdasarkan parameter yang diamati (Ni & Oktafianto, 2019).

Pengujian model yang telah dilatih diuji pada subset data yang berbeda untuk mengevaluasi kemampuan mereka dalam mengidentifikasi tingkat serangan penyakit. Implementasi Lapangan model terbaik kemudian diimplementasikan dalam skenario nyata di lahan pertanian untuk validasi praktis.

Metode Mamdani dan Tsukamoto menggunakan pendekatan yang berbeda, untuk metode Mamdani menggunakan min-max operator untuk inferensi (Rozi & Purnomo, 2017). Outputnya adalah himpunan fuzzy. Rumus inferensi Mamdani untuk aturan i .

$$\mu_{\text{output}, i}(y) = \min(\mu_{\text{input 1}, i}(x_1), \mu_{\text{input 2}, i}(x_2), \dots, \mu_{\text{input n}, i}(x_n)) \quad (1)$$

Tsukamoto outputnya adalah nilai tegas yang dihitung dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang monoton (Khairina, 2019). Rumus output Tsukamoto untuk aturan i .

$$y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

Di mana f_i adalah fungsi output berdasarkan input pada aturan i . Konversikan output fuzzy Mamdani menjadi nilai tegas menggunakan metode seperti centroid (Sahulata et al., 2020).

$$y^* = \frac{\int y \mu_{\text{output}}(y) dy}{\int \mu_{\text{output}}(y) dy} \quad (3)$$

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dari kedua model terhadap data aktual serangan penyakit. Metrik yang digunakan meliputi akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk mengevaluasi kinerja model secara komprehensif. Analisis ini membantu dalam memahami kekuatan dan kelemahan sistem dalam berbagai kondisi dan jenis penyakit. Akurasi adalah rasio dari jumlah prediksi yang benar (positif dan negatif)

Copyright @ Bryan Adam Hidayatullah, Bangkit Indarmawan Nugroho, Nugroho Adhi Santoso,

Gunawan Gunawan

terhadap jumlah total prediksi yang dibuat akurasi memberikan gambaran umum tentang kinerja sistem, namun tidak selalu menjadi metrik terbaik untuk sistem dengan distribusi kelas yang tidak seimbang.

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{True Positives} + \text{True Negatives}}{\text{True Positives} + \text{True Negatives} + \text{False Positives} + \text{False Negatives}} \quad (4)$$

Presisi mengukur proporsi prediksi positif yang sebenarnya benar.

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Positives}} \quad (5)$$

Presisi penting dalam konteks di mana biaya dari False Positive tinggi, misalnya, dalam diagnosis penyakit serius pada tanaman. Recall mengukur proporsi kasus positif sebenarnya yang diidentifikasi dengan benar.

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Negatives}} \quad (6)$$

Recall penting dalam situasi di mana tidak mengidentifikasi positif sebenarnya (penyakit) memiliki konsekuensi yang lebih besar daripada salah mengidentifikasi. F1-Score adalah rata-rata harmonik dari presisi dan recall, memberikan keseimbangan antara keduanya. Ini sangat berguna ketika Anda membutuhkan metrik yang mempertimbangkan baik false positives maupun false negatives.

$$\text{F1 - Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (7)$$

Dengan menggunakan metrik-metrik ini, Anda dapat melakukan analisis komprehensif tentang mendiagnosis berbagai penyakit pada tanaman bawang merah. Misalnya, presisi yang tinggi menunjukkan bahwa ketika sistem mengidentifikasi penyakit, diagnosis tersebut kemungkinan besar benar. Sementara itu, recall yang tinggi menunjukkan sistem tersebut efektif dalam menangkap kasus penyakit yang sebenarnya. F1-score memberikan balance antara presisi dan recall, yang sangat berguna dalam kasus di mana Anda perlu mempertimbangkan kedua aspek tersebut secara seimbang.

Pengujian Validitas dan Reliabilitas

Validitas dari metode penelitian ini diuji dengan membandingkan hasil identifikasi dengan data aktual serangan penyakit pada tanaman bawang merah. Reliabilitas diuji

dengan mengulang eksperimen pada sampel data yang berbeda dan memeriksa konsistensi hasilnya.

Evaluasi

Evaluasi menyeluruh dari kedua metode dilakukan berdasarkan hasil analisis data dan pengujian validitas serta reliabilitas. Evaluasi mencakup diskusi mengenai kelebihan dan keterbatasan masing-masing metode, serta rekomendasi untuk aplikasi praktis dalam pengelolaan penyakit tanaman bawang merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menginvestigasi efektivitas metode fuzzy Mamdani dan fuzzy Tsukamoto dalam mengidentifikasi tingkat serangan penyakit pada tanaman bawang merah. Dari hasil pengujian dan analisis data, ditemukan bahwa kedua metode memiliki kemampuan yang signifikan dalam mengklasifikasikan tingkat serangan penyakit, namun dengan karakteristik dan keefektifan yang berbeda.

Table 1. Dataset Gejala

Kode Gejala	Gejala
G01	Adanya ulat dengan panjang hingga +25 mm
G02	Daun menjadi transparan bahkan hingga habis.
G03	Ulat mengkonsumsi daun di bagian dalam
G04	Tanda-tanda serangan terlihat mulai dari umur 15 HST hingga menjelang masa tanam
G05	Daun masuk ke dalam umbi bawang dan berwarna coklat seperti terbakar.
G06	Hampir di bagian seluruh daun mengalami kerokan atau bercak.
G07	Daun bawang merah mengalami penyusutan layu (moler) dan menguning.
G08	Perkembangan terhambat karena akar mengalami pembusukan
G09	Pembusukan pada umbi bawang dimulai dari bagian akar atau pangkal.
G10	Tanaman berubah menjadi kekuningan dan mengalami pembusukan pada bagian pangkal
G11	Ujung daun mengalami mengering, bahkan ada yang patah.
G12	Gejalanya terlihat pada daun, muncul bercak-bercak putih dengan pusat ungu.
G13	Terdapat lekukan, lubang, dan keretakan pada tanaman
G14	Bercak putih terdapat pada daun
G15	Tanaman mati dengan cepat dan tiba-tiba

Table 1. Menunjukkan gejala penyakit tanaman bawang merah menyajikan beragam gejala termasuk ulat, kerusakan daun, pembusukan umbi, pertumbuhan terhambat, dan kemungkinan kematian tanaman secara cepat.

Table 2. Dataset Penyakit

Kode Penyakit	Penyakit
P01	Hama Ulat Bawang
P02	Lalat Pengorok Daun
P03	Penyakit Moler
P04	Penyakit Trotol
P05	Antraknose

Table 2. Menunjukkan penyakit tanaman bawang merah mencakup berbagai penyakit seperti serangan ulat, lalat pengorok daun, penyakit moler, penyakit trotol, dan antraknose.

Table 3. Hubungan Gejala dan Penyakit Tanaman Bawang Merah.

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Gejala
P01	Hama Ulat Bawang	Adanya ulat dengan panjang sampai +25 mm Daun menjadi transparan bahkan sampai habis. Ulat mengkonsumsi daun di bagian dalam
P02	Lalat Pengorok Daun	Gejala serangan dapat dilihat mulai dari umur 15 HST hingga menjelang tanam Daun masuk ke dalam umbi bawang dan berwarna coklat seperti terbakar. Hampir di bagian seluruh daun mengalami kerokan atau bercak.
P03	Penyakit Moler	Daun bawang merah mengalami penyusutan layu (moler) dan menguning. Perkembangan yang kurang maksimal dikarenakan bagian akar menjadi busuk Akan terlihat pembusukan pada umbi bawang dimulai dari bagian pangkal/akar.
P04	Penyakit Trotol	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal Ujung daun mengering, bahkan daun dapat patah. Gejala tampak pada daun, timbul bercak berwarna putih dengan pusat berwarna ungu.
P05	Antraknose	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah

Terdapat bercak berwarna putih pada daun.

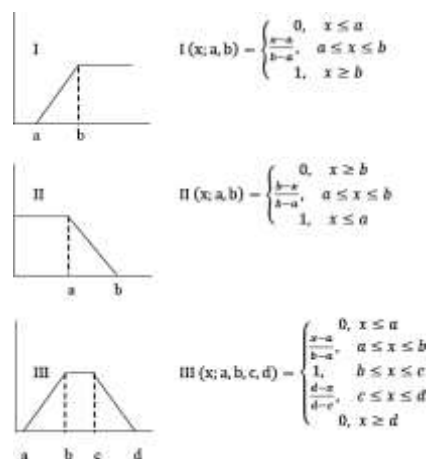
Tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak

Table 3. Menunjukkan hubungan antara gejala dan penyakit pada tanaman bawang merah, dengan gejala tertentu terkait dengan setiap penyakit, seperti ulat bawang terkait dengan adanya ulat dan daun menjadi transparan, sementara penyakit trotol terkait dengan ujung daun yang mengering dan bercak putih pada daun.

Table 4. Interval tingkat kerusakan dan besar serangan

Tingkat Kerusakan	Interval (%)	Besar Serangan	Interval (%)
Sedikit	0-30%	Ringan	0-30%
Sedang	20-55%	Sedang	20-55%
Banyak	45-80%	Berat	45-80%
Sangat Banyak	70-100%	Sangat Berat	70-100%

Tabel 4 mencantumkan proses fuzzifikasi dan variabel yang digunakan, yang merupakan gejala dengan tingkat kerusakan, dan penyakit dengan besar serangan. Tingkat kerusakan dibagi menjadi empat variabel linguistik, yaitu sedikit, sedang, banyak, dan sangat banyak, dengan interval yang telah ditentukan dalam satuan persen (%). Demikian pula, interval yang sama telah ditetapkan untuk besar serangan, karena sebanding dengan tingkat kerusakan.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan

Gambar 2, Fungsi keanggotaan logika fuzzy diterapkan untuk mengevaluasi tingkat keanggotaan suatu himpunan fuzzy.

Proses Pembentukan rule bertujuan untuk menarik kesimpulan jenis hama dan penyakit serta besar serangan yang sesuai dengan inputan gejala dan tingkat serangan yang

telah diinputkan oleh penggunaan dengan membentuk aturan-aturan yang didapatkan dari seorang ahli bawang merah. Ada 300 aturan yang terbentuk dalam penelitian. Berikut sampel dari rule yang terbentuk.

- [R1] IF G01 Sedikit AND G02 Sedikit THEN P01 Ringan
- [R2] IF G01 Sedikit AND G02 Sedang THEN P01 Sedang
- [R3] IF G01 Sedikit AND G02 Banyak THEN P01 Berat
- [R4] IF G01 Sedikit AND G02 Sangat Banyak THEN P01 Sangat Berat
-
-
- [R300] IF G14 Sangat Banyak AND G15 Sangat Banyak THEN P05 Sangat Berat

Langkah berikutnya melibatkan penentuan nilai α -predikat dari setiap aturan yang terpicu, kemudian nilai tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan output inferensi secara eksplisit dari masing-masing aturan. Sebagai contoh, dalam kasus ditemukan masalah yang ditandai oleh gejala penyakit "Adanya ulat dengan panjang sampai +25 mm" dengan tingkat kerusakan 22% dan gejala penyakit "Daun menjadi transparan bahkan sampai habis" dengan tingkat kerusakan sebesar 24%. Dari contoh masalah tersebut.

Hasil dari Metode Fuzzy Mamdani

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{M1 + M2 + M3}{A1 + A2 + A3} \\
 &= \frac{\int_0^{55,3} 0,17z dz + \int_{55,30}^{76} \frac{(z - 40)}{90} z dz + \int_{76}^{100} 0,4 dz}{\int_0^{55,3} 0,17 dz + \int_{55,30}^{76} \frac{(z - 40)}{90} dz + \int_{76}^{100} 0,4 dz} \\
 Z &= 60,25
 \end{aligned}$$

Hasil nilai defuzzyfikasi yang tercatat adalah 60,25, diperoleh dari proses perhitungan defuzzyfikasi. Ini mencerminkan tingkat serangan hama ulat grayak pada tanaman, yang disimpulkan dari gejala penyakit seperti adanya ulat dengan panjang sampai +25 mm dan daun yang menjadi transparan bahkan sampai habis. Gejala ini masing-masing memiliki tingkat kerusakan sebesar 22% dan 24%. Dengan demikian, menurut hasil perhitungan fuzzy Tsukamoto, tanaman tersebut menderita serangan hama ulat grayak dengan tingkat serangan sebesar 60,25%.

Hasil dari Metode Fuzzy Tsukamoto

$$\begin{aligned} Z &= \frac{a1 \times z1 + a2 \times z2 + a3 \times z3 + a4 \times z4}{a1 + a2 + a3 + a4} \\ Z &= \frac{0,6 \times 24 + 0,4 \times 24 + 0,2 \times 28 + 0,2 \times 22}{0,6 + 0,4 + 0,2 + 0,2} \\ Z &= \frac{14,4 + 9,6 + 5,6 + 4,4}{1,4} \\ Z &= 24,286 \end{aligned}$$

Hasil nilai defuzzyfikasi yang tercatat adalah 24,286. Diperoleh dari proses perhitungan defuzzyfikasi, angka tersebut menunjukkan tingkat serangan hama ulat grayak pada tanaman, yang berasal dari gejala penyakit seperti adanya ulat dengan panjang sampai +25 mm dan daun yang menjadi transparan bahkan sampai habis. Gejala tersebut memiliki tingkat kerusakan masing-masing sebesar 22% dan 24%. Dengan demikian, berdasarkan hasil perhitungan fuzzy Tsukamoto, tanaman tersebut mengalami serangan hama ulat grayak dengan tingkat serangan sebesar 24,286%.

Perbandingan Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto hasil defuzzyfikasi dari kedua metode, baik Mamdani maupun Tsukamoto, menunjukkan tingkat serangan hama ulat grayak pada tanaman bawang merah dengan nilai yang berbeda, yaitu 60,25% untuk Mamdani dan 24,286% untuk Tsukamoto dari segi komputasi, Tsukamoto cenderung lebih efisien karena strukturnya yang lebih sederhana dan perhitungan yang lebih langsung, sedangkan Mamdani membutuhkan lebih banyak sumber daya komputasi karena proses defuzzifikasi yang kompleks. Keefektifan kedua metode dalam kondisi lapangan nyata menunjukkan bahwa pemilihan metode harus disesuaikan dengan konteks aplikasi spesifik, termasuk ketersediaan data, kebutuhan akan keakuratan versus kecepatan, dan kemudahan implementasi.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menguji efektivitas metode fuzzy Mamdani dan fuzzy Tsukamoto dalam mengidentifikasi tingkat serangan penyakit pada tanaman bawang merah. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua metode tersebut mampu mengklasifikasikan tingkat serangan penyakit dengan signifikan, meskipun memiliki karakteristik dan keefektifan yang berbeda. Informasi yang dihasilkan dari tersebut yakni berupa nama penyakit beserta dengan gejala dan cara penanggulangannya, dapat membantu para petani dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi, serta menambah wawasan mereka mengenai jenis-jenis

penyakit yang bisa menyerang tanaman mereka. Dan penggunaan Fuzzy dapat membantu kepastian sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan diagnosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, A., Triayudi, A., & Aldisa, R. T. (2023). *Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dengan Fuzzy Mamdani Untuk Mendeteksi Tingkat Kecanduan Media Sosial Pada Remaja*. 4(2), 357–366. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i2.3069>
- Guampe, F. A., Hengkeng, J., Lempao, N. M., & Sido, Y. (2022). Usaha Tani Hortikultura Di Kabupaten Poso: Sebuah Komparasi Pendapatan Usaha Tani Bawang Merah Dan Kubis. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 15(2), 137. <https://doi.org/10.19184/jsep.v15i2.31354>
- Hikmahwati, Aulia, M. R., & Fitrianti. (2020). Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 83–86.
- Isniah, U. S. (2015). *Eksplorasi Fusarium Nonpatogen untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal pada Bawang Merah Exploration of Nonpathogenic Fusarium for the Control of Basal Rot Disease on Shallot*. 11(Bps 2014). <https://doi.org/10.14692/jfi.13.1.14>
- Khairina, N. (2019). *Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang*. 1, 19–24.
- Ni, F., & Oktafianto, K. (2019). *BANSOS RASTRA MENGGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM*. 01(01), 45–54.
- Pamungkassari, A. R., Marimin, M., & Yuliasih, I. (2018). Analisis Kinerja, Nilai Tambah Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Agroindustri Bawang Merah. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(1), 61–74. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.1.61>
- Purwanto, A., Limet, O. B., & Rijal, S. (2023). *Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Jumlah Produksi Teh Poci Mutiara*. 08, 19–24.
- Resti, Z., Habazar, T., & Putra, D. P. (2013). *MENGENDALIKAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI*. 2007.
- Rofiq, N., & Salim, A. (2023). *Prediksi Harga Bawang Merah menggunakan Algoritma Fuzzy Inference System (FIS)*. 3(4), 287–295.
- Rozi, A. F., & Purnomo, A. S. (2017). *Rekomendasi Pemilihan Minat Studi Menggunakan Metode Mamdani Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi FTI UMBY*. 2(3), 0–9.
- Sahulata, E. R. Y., Wattimanela, H. J., & Delsen, M. S. N. Van. (2020). *PENERAPAN FUZZY*
- Copyright @ Bryan Adam Hidayatullah, Bangkit Indarmawan Nugroho, Nugroho Adhi Santoso, Gunawan Gunawan

INFERENCE SYSTEM TIPE MAMDANI UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI ROTI BERDASARKAN DATA JUMLAH PERMINTAAN DAN PERSEDIAAN (STUDI KASUS PABRIK CINDERELA BREAD HOUSE DI KOTA AMBON) Application of Fuzzy Inference System Mamdani Type to Determin. 14(1), 79–90.

Yulianto, T., Solehah, I., Amalia, R., & Tafrikan, M. (2023). *Perbandingan Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Intensitas Curah Hujan Di Kabupaten Sumenep. 4(1), 69–83.*