



Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit pada Mentimun Menggunakan *Fuzzy Mamdani*

Claudia Krista Minggu^{1*}, Franki Yusuf Bisilisin²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer Uyelindo Kupang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: claudiaminggu59@gmail.com¹

Abstract. *Cucumber is a horticultural crop with numerous benefits, both in the food and industrial sectors. Cucumber production in Kupang City has seen a noticeable decline in recent years. One of the main driving factors is the infestation of plant diseases such as yellowing leaves, powdery mildew, and root rot, which impact crop yields and farmer income. To address this issue, an expert system capable of detecting cucumber plant diseases using Mamdani Fuzzy Logistics (FUZZ). The Mamdani Fuzzy Logistics method was chosen because of its decision-making capabilities and its easy-to-understand linguistic-based rules. This system is designed to enable farmers to detect diseases early, take appropriate mitigation measures, and reduce the risk of crop failure. Implementing this technology is expected to increase efficiency in agricultural management and maintain cucumber production. Testing results on 20 cucumber plant data samples using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yielded an error of 10%. The results showed that two cucumber plant samples showed diagnostic inconsistencies. With this system, farmers are expected to be able to more quickly identify the types of diseases that endanger cucumber plants and also obtain recommendations for appropriate solutions to handle the problem, thereby being able to maintain agricultural productivity.*

Keywords: *Cucumber; Early Detection; Expert System; Fuzzy Mamdani; Plant Diseases.*

Abstrak. Mentimun adalah salah satu tanaman hortikultura yang memiliki berbagai manfaat, baik dalam sektor pangan maupun industri. Produksi mentimun di Kota Kupang mengalami penurunan yang terlihat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu faktor pendorong utama adalah serangan penyakit tanaman seperti daun menguning, embun tepung, dan busuk akar yang berdampak pada hasil panen dan pendapatan petani. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sebuah sistem pakar yang dapat mendeteksi penyakit tanaman mentimun dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani*. Metode *Fuzzy Mamdani* dipilih karena mampu masalah pengambilan keputusan dan menggunakan aturan berbasis linguistik yang mudah dipahami. Sistem ini dirancang agar petani dapat mendeteksi penyakit lebih dini, mengambil langkah mitigasi yang tepat, serta mengurangi risiko gagal panen. Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan efisiensi dalam pengelolaan pertanian meningkat dan produksi mentimun dapat lebih terjaga. Hasil pengujian terhadap 20 sampel data tanaman mentimun menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang menghasilkan nilai kesalahan sebesar 10%. Diperoleh hasil bahwa terdapat 2 sampel tanaman mentimun yang menunjukkan ketidaksesuaian diagnosis. Dengan adanya sistem ini, petani diharapkan dapat lebih cepat mengenali jenis penyakit yang membahayakan tanaman mentimun juga memperoleh rekomendasi solusi untuk menangani masalah yang sesuai, sehingga mampu menjaga produktivitas pertanian.

Kata kunci: Deteksi Dini; *Fuzzy Mamdani*; Mentimun; Penyakit Tanaman; Sistem Pakar.

1. LATAR BELAKANG

Mentimun adalah tanaman yang memiliki banyak manfaat. Selain menghasilkan buah yang dapat dikonsumsi secara segar atau olahan, mentimun juga digunakan sebagai bahan bakar dalam industri kecantikan dan dapat membantu mengurangi panas dalam, darah tinggi, sariawan, dan penyakit lainnya (ArIyani, et. Al., 2022). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kupang, menghasilkan mentimun menunjukkan fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2020, luas panen mentimun mencapai 15 hektar dengan total produk

si sebesar 150 ton. Namun, pada tahun 2021, luas panen menurun menjadi 12 hektar dengan produksi 120 ton. Data tahun 2022 menunjukkan penurunan lebih lanjut, dengan luas panen 10 hektar dan produksi 100 ton. Salah satu komponen utama yang berkontribusi pada penurunan produksi mentimun adalah serangan penyakit pada tanaman mentimun. Penyakit yang menyerang mentimun sering kali mengurangi hasil panen dan kualitas buah. Beberapa penyakit umum pada mentimun antara lain daun menguning, embun tepung yang ditandai dengan bercak putih pada daun dan dapat menghambat pertumbuhan, serta busuk akar yang disebabkan oleh jamur seperti *Pythium* dan *Fusarium*, yang membuat tanaman layu dan akhirnya mati. Kondisi ini tidak hanya mengurangi jumlah hasil panen tetapi juga menurunkan kualitas mentimun, sehingga berdampak pada pendapatan petani. Serangan yang tidak terdeteksi sejak dini dapat menyebar luas dan semakin sulit dikendalikan. Karena itu, diperlukan suatu metode untuk melakukan diagnosa penyakit yang menyerang tanaman mentimun.

Pemerataan teknologi dalam sektor pertanian sangat penting bagi petani dan pertumbuhan suatu negara. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi sebagai alternatif untuk meningkatkan hasil panen dalam sektor pertanian (Sudarwati & Nasution, 2024). Pada penelitian tahun 2022 dengan topik “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kelapa Sawit Berbasis Android Menggunakan *Fuzzy Mamdani*”. Dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman kelapa sawit berbasis android menunjukkan akurasi diagnosis penyakit sebesar 87%. (Khorul, 2024). sistem berbasis komputer yang menerapkan teknik penalaran, fakta, dan pengetahuan untuk memecah masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh satu orang spesialis dalam area tertentu dikenal sebagai sistem pakar. Sistem pakar juga dapat didefinisikan sebagaimana program komputer yang dirancang untuk menggantikan seorang spesialis dalam bidang tertentu seorang pakar di bidang tertentu (Efendi, 2020). Teknik yang dimaksudkan untuk digunakan dalam sistem pakar ini adalah *Fuzzy Inference System*.

Fuzzy Inferensi Sistem merupakan sistem komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Tiga metode untuk penalaran inferensi fuzzy adalah Metode Mamdani, Metode Tsukamoto, dan Metode Sugeno. Inferensi fuzzy digunakan untuk memodelkan bagaimana variabel berinteraksi dan berhubungan satu sama lain, serta menggambarkan berbagai pengetahuan tentang masalah tersebut (Athiyah, et. Al., 2021). Metode *Fuzzy Mamdani* adalah komponen dari *Sistem Inference Fuzzy* yang berguna untuk membuat pilihan terbaik dalam situasi yang tidak pasti. *Metode Fuzzy Mamdani* diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani. Metode *Fuzzy Mamdani* memiliki beberapa kelebihan utama, di antaranya mampu menangani masalah kompleks dengan input dan output kontinu,

sehingga cocok untuk sistem pengambilan keputusan yang melibatkan banyak variabel (KantinIT, 2022). Selain itu, metode ini bersifat intuitif dan menggunakan aturan berbasis linguistik yang mudah dipahami oleh manusia, membuatnya lebih fleksibel dalam berbagai aplikasi (Receh.net, 2023). Namun, hasil metode *fuzzy mamdani* berbeda; metode ini menghasilkan nilai pada domain himpunan *fuzzy* yang dikategorikan ke dalam komponen *linguistic* (Septima, 2023). Output yang ditentukan digunakan dalam pendekatan ini oleh metode *MIN*, sementara aturannya diganggu oleh metode *MAX*. Sehingga metode *Mamdani* juga dikenal dengan metode *MIN-MAX*. (Hendrawan, et. Al., 2020).

Berdasarkan masalah yang ada, akan dibuat sebuah sistem yang memungkinkan diagnosis penyakit mentimun menggunakan *Fuzzy Mamdani*. Harapannya dapat memberi bantuan kepada petani dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman mentimun berdasarkan gejala penyakit sehingga dapat menghindari potensi gagal panen.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian tentang sistem diagnosis penyakit yang menggunakan *Fuzzy Mamdani* ini telah banyak dilakukan diantaranya adalah Siregar, dan Fadillah, pada tahun 2023 (Siregar, et Al., 2023) melakukan studi dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Anggora Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis Website” dengan hasil penelitian yaitu menghasilkan nilai akurasi 91%, dengan 21 data tepat dan 2 data salah dari 22 tes. Dengan menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*, penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Kucing Anggora dapat membantu proses diagnosis penyakit berdasarkan gejalanya. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi jenis penyakit apa pun yang dirasakan kucing anggora dan terdaftar dalam sistem.

Sinaga, Hasibuan, dan Sihite 2020 (Sinaga, et Al., 2020) melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Kifosis Menerapkan Metode *Fuzzy Mamdani*” dengan hasil penelitian yaitu menghasikan output diagnosa penyakit kifosis, termasuk tingkat keparahan pasien dan solusi penyembuhannya. Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kifosis, yang dibuat menggunakan Visual Basic Net 2008, digunakan untuk mempermudah diagnosa penyakit kifosis.

Arwidiyarti, Juhartini, dan Erniwati 2024 (Arwidiyarti, et Al., 2024) melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Manusia Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*” dengan hasil penelitian yaitu berhasil dimasukkan ke dalam sistem yang digunakan oleh dokter yang mendiagnosa penyakit mata. Pembentukan himpunan fuzzy adalah salah satu langkah dalam proses pengambilan keputusan metode fuzzy Mamdani untuk

mencapai keputusan terbaik. Hasil perhitungan diagnosis sistem dapat digunakan untuk menentukan titik keakuratan diagnosis yang dibuat dokter 93,3%.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan waktu penelitian selama 5 bulan, sejak bulan Februari sampai September 2025.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dari penelitian ini diperoleh dari objek penelitian yaitu berupa data penyakit dan gejala-gejala yang menyerang tanaman mentimun. Adapun instrumen yang digunakan untuk mendukung penelitian, antara lain: Perangkat Keras Laptop acer prosesor Intel(R) Celeron(R) N5100 @ 1.10GHz 1.11 GHz. Intel Ram 8,00 GB (7,81 GB usable). Perangkat Lunak Windows 11 Home. Microsoft Word 2019, Microsoft Excel 2019, Visual Studio Code.

Pengumpulan Data

Tiga metode (observasi, wawancara, dan studi pustaka) digunakan untuk mengumpulkan data. Metode dilakukan wawancara dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada pihak Dinas Pertanian. Hasil dari wawancara ini mencakup data penyakit yang saat ini menyerang tanaman mentimun di wilayah Kota Kupang. Metode Observasi dilakukan dengan data dikumpulkan dengan melihat langsung objek yang diteliti, baik dalam bentuk perilaku, kejadian, atau fenomena tertentu. Observasi dapat dilakukan secara sistematis dengan menggunakan instrumen tertentu atau secara alami tanpa intervensi peneliti. Metode studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari penelitian sebelumnya tentang penyakit tanaman mentimun dalam jurnal penelitian dan mempelajari bagaimana metode *Fuzzy Mamdani* diterapkan pada sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman mentimun.

Penentuan Pakar

Pakar dalam penelitian ini yaitu Ibu Intan Mansyur, S.TP, yang menjabat sebagai asisten kepala PPOPT Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur, dengan tujuan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman mentimun menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*

Representasi Pengetahuan

Setelah pengetahuan diakuisisi dari pakar dan sumber lain, tahap berikutnya adalah representasi pengetahuan. Tujuan dari representasi pengetahuan adalah untuk membuat struktur yang dapat digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dan menetapkan nilai untuk setiap fenomena dalam sistem.

Pengkodean Penyakit

Tabel 1. Kode Penyakit.

| No | Kode | Nama Penyakit |
|----|------|---|
| 1 | P1 | Rebah Semai (<i>phytium sp</i>) |
| 2 | P2 | Layu Fusarium (<i>fusarium ox ysporum</i>) |
| 3 | P3 | Layu Bakteri (<i>erwinia trac heiphila</i>) |
| 4 | P4 | Cucumber Mozaik Virus (CMV) |
| 5 | P5 | Embun Bulu (<i>downy mildew</i>) |
| 6 | P6 | Embun Tepung (<i>powdery mildew</i>) |

Pengkodean dan Nilai Fuzzt Tiap Gejala

Bagian ini menyajikan informasi tentang gejala penyakit tanaman mentimun, terdiri dari 24 gejala dengan nilai kepercayaannya masing-masing gejala berdasarkan 6 penyakit yang diberikan oleh pakar. Ketika muncul suatu gejala dengan nilai kepercayaannya sebesar 0,2, maka tingkat penyakit yang terjadi adalah 20%, sesuai dengan rentang nilai kepercayaan dalam *Fuzzy Mamdani* yang berkisar dari 0 hingga 1. Hal ini terbukti dalam Tabel 5.

Tabel 2. Kode Gejala.

| Input | Kode | Variabel | Himpunan | Semesta | Unit |
|-------|------|---|----------------|---------|--------|
| G01 | | Bibit tanaman tumbang atau rebah | Tidak Rebah | | 0–40 |
| | | | Mulai rebah | 0-100 | 30–70 |
| | | | Rebah Parah | | 60–100 |
| G02 | | Pangkal batang membusuk dan berwarna coklat kehitaman | Tidak Busuk | | 0–35 |
| | | | Mulai Busuk | 0-100 | 25–65 |
| G03 | | Daun layu dan akhirnya mati | Busuk Parah | | 55–100 |
| | | | Segar | | 0–30 |
| G04 | | Terjadi pada tanaman muda atau semai | Mulai Layu | 0-100 | 20–60 |
| | | | Layu Total | | 50–100 |
| | | | Tidak Terjadi | | 0–32 |
| | | | Kadang Terjadi | 0-100 | 22–62 |
| | | | | | 52–100 |

| | | | | |
|-----|--|------------------|-------|--------|
| G05 | Daun menguning mulai dari bawah | Sering Terjadi | | 0–38 |
| | | Tidak Kuning | | |
| G06 | Layu pada siang hari dan kembali segar di pagi/sore hari | Mulai Kuning | 0-100 | 28–68 |
| | | Kuning Parah | | 58–100 |
| | | Tidak Layu | | 0–33 |
| G07 | Pembuluh batang berubah warna menjadi coklat | Layu Sementara | 0-100 | 23–63 |
| | | Layu Berat | | 53–100 |
| | | Normal | | 0–36 |
| | | Mulai Perubahan | 0-100 | 26–66 |
| G08 | Akar membusuk dan tanaman mati secara bertahap | Perubahan Parah | | 56–100 |
| | | Akar Sehat | | 0–37 |
| | | Akar Mulai Busuk | 0-100 | 27–67 |
| G09 | Daun layu mendadak meskipun kondisi tanah lembab | Akar Busuk Parah | | 57–100 |
| | | Tidak Layu | | 0–34 |
| | | Gejala Awal | 0-100 | 24–64 |
| G10 | Jika batang dipotong, keluar lendir putih lengket | Layu Mendadak | | 54–100 |
| | | Tidak Ada Lendir | 0-100 | 0–39 |
| | | Mulai Ada Lendir | | 29–69 |
| G11 | Daun bagian bawah lebih dulu terkena | Lendir Kental | | 59–100 |
| | | Tidak Terkena | | 0–31 |
| G12 | Layu bersifat permanen dan tanaman mati | Mulai Terkena | 0-100 | 21–61 |
| | | Terkena Parah | | 51–100 |
| | | Tidak Layu | | 0–29 |
| | | Mulai Permanen | 0-100 | 19–59 |
| | | Layu Total | | 49–100 |

| | | | | |
|-----|---|-----------------------|-------|--------|
| G13 | Daun menguning berbentuk mosaik (bercak hijau muda dan tua) | Tidak Mosaik | | 0–33 |
| | | Mulai Mosaik | 0-100 | 23–63 |
| G14 | Pertumbuhan tanaman terhambat dan kerdil | Mosaik Jelas | | 53–100 |
| | | Pertumbuhan Normal | | 0–36 |
| | | | 0-100 | 26–66 |
| | | Mulai Terhambat | | 56–100 |
| G15 | Daun menggulung dan bentuknya tidak normal | Terhambat Parah | | 0–32 |
| | | Daun Normal | | 0–32 |
| | | Mulai Menggulung | 0-100 | 22–62 |
| G16 | Buah memiliki bercak dan bentuk tidak sempurna | Menggulung Parah | | 52–100 |
| | | Buah Normal | | 0–38 |
| | | Mulai Bercak | 0-100 | 28–68 |
| G17 | Bercak kuning pada daun bagian atas | Bercak Parah | | 58–100 |
| | | Tidak Ada Bercak | | 0–34 |
| | | | 0-100 | 24–64 |
| | | Mulai Bercak | | 54–100 |
| G18 | Bagian bawah daun terdapat lapisan jamur keabu-abuan | Bercak Jelas | | 0–35 |
| | | Tidak Ada Jamur | | 0–35 |
| | | | 0-100 | 25–65 |
| G19 | Daun mengering dan rontok | Mulai Jamur | | 55–100 |
| | | Jamur Tebal | | 0–30 |
| G20 | Pertumbuhan tanaman terhambat | Tidak Rontok | 0-100 | 0–30 |
| | | Mulai Rontok | | 20–60 |
| | | Rontok Parah | | 50–100 |
| | | Pertumbuhan Normal | 0-100 | 0–37 |
| | | | | 27–67 |
| | | | | 57–100 |
| | | Terhambat Parah | | |

| | | | | |
|-------|--|---|-------|--------|
| G21 | Daun ditutupi lapisan putih seperti tepung | Tidak Bertepung | | 0–39 |
| | | Mulai Bertepung | 0-100 | 29–69 |
| | | Bertepung Tebal | | 59–100 |
| | | Daun Normal | | 0–28 |
| G22 | Daun menggulung dan mongering | Mulai Mengering | 0-100 | 18–58 |
| | | | | 48–100 |
| | | Kering Parah | | 0–31 |
| G23 | Pertumbuhan tanaman kerdil | Mulai Kerdil | 0-100 | 21–61 |
| | | | | 51–100 |
| G24 | Buah kecil dan kualitas menurun | Kerdil Parah | | 51–100 |
| | | Normal | | 0–33 |
| | | Mulai Menurun | 0-100 | 23–63 |
| | | Menurun Parah | | 53–100 |
| Ouput | P1 | Rebah Semai (<i>phytium sp</i>) | | 0-17 |
| | P2 | Layu Fusarium (<i>fusarium ox ysporum</i>) | | 18-35 |
| | P3 | Layu Bakteri (<i>erwinia trac heiphila</i>) | | 36-53 |
| | P4 | Cucumber Mozaik Virus (CMV) | 0-100 | 53-70 |
| | P5 | Embun Bulu (<i>downy mildew</i>) | | 71-88 |
| | P6 | Embun Tepung (<i>powdery mildew</i>) | | 89-100 |

Tabel Keputusan

Tabel keputusan penyakit tanaman mentimun menunjukkan kondisi yang dipertimbangkan saat membuat kaidah 6.

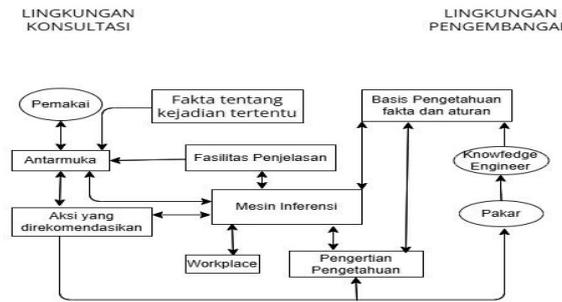
Tabel 3. Keputusan.

| No | Gejala | Penyakit | | | | | |
|----|--------|----------|----|----|----|----|----|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
| 1 | G01 | √ | | | | | |
| 2 | G02 | | √ | | | | |
| 3 | G03 | √ | | | | | |
| 4 | G04 | √ | | | | | |
| 5 | G05 | | | √ | | | |
| 6 | G06 | √ | | | | | |
| 7 | G07 | √ | | | | | |
| 8 | G08 | | √ | | | | |
| 9 | G09 | √ | | | | | |
| 10 | G10 | | √ | | | | |
| 11 | G11 | √ | | | | | |
| 12 | G12 | √ | | | | | |
| 13 | G13 | | | √ | | | |
| 14 | G14 | | | √ | | | |
| 15 | G15 | | | √ | | | |
| 16 | G16 | | | | | √ | |
| 17 | G17 | | | | | √ | |
| 18 | G18 | | √ | | | | |
| 19 | G19 | | | | | √ | |
| 20 | G20 | | | √ | | | |
| 21 | G21 | | | | √ | | |
| 22 | G22 | | | | | √ | |
| 23 | G23 | | | √ | | | |
| 24 | G24 | | | | | | √ |

Sistem Pakar

Salah satu komponen *Artificial Intelligence* (AI) adalah sistem pakar, yang ditemukan oleh komunitas AI pada pertengahan tahun 1960. Sistem pakar dirancang untuk mempermudah para ahli yang memiliki pengetahuan khusus untuk dimasukkan ke dalam komputer. Informasi ini kemudian disimpan di komputer, dan pengguna dapat mengaksesnya saat diperlukan. Sistem pakar mudah diakses, konsisten, cepat, dan dapat digandakan, memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan kepakaran manusia. [13].

Sistem pakar bertujuan untuk menyelesaikan masalah tertentu yang membutuhkan keahlian khusus para pakar; ini dapat meningkatkan produktivitas karena mereka dapat bekerja lebih cepat dari pada manusia (Dona, et Al., 2021).



Gambar 1. Arsitektur Sistem Pakar.

Fuzzy Mamdani

Ada kemungkinan untuk mensimulasikan cara manusia berpikir melalui *inferensi fuzzy Mamdani*, kerangka kerja linguistik. Inferensi fuzzy Mamdani telah digunakan secara luas untuk menangkap pengetahuan para pakar. Oleh karena itu, dapat digunakan untuk menggambarkan keahlian para pakar secara lebih mudah dipahami, yang membuat mereka lebih mirip dengan pakar dalam proses pengambilan keputusan. Metode inferensi fuzzy yang paling banyak digunakan adalah Sistem *Inferensi Fuzzy Mamdani* (Sunggu, 2022). *Fuzzy mamdani* merupakan suatu teori *Min And Max* yang digunakan untuk mengkom binasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa (Labola, et Al., 2022).

$$Z^* = \frac{\sum(\mu(z) \cdot z)}{\sum \mu(z)} \tag{1}$$

Di mana:

Z^* = nilai hasil defuzzifikasi (nilai crisp)

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan pada titik z

z = nilai keluaran system fuzzy

\sum = operasi penjumlahan untuk semua nilai dalam domain fuzzy

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Menghitung kesalahan relatif, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan. MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu, yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau rendah, sehingga biasanya lebih berarti dibandingkan MAD (Aliniy, et Al 2023).

Untuk mendapatkan nilai MAPE digunakan rumus (Wibowo & Hidayat, 2021):

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2)$$

Di mana:

- n = jumlah total data
 A_t = nilai aktual (observasi sebenarnya)
 F_t = nilai prediksi (forecast)

Hasilnya dikalikan dengan 100 untuk mendapatkan persentase kesalahan

Tabel 1. Rentang Nilai MAPE

| Nilai MAPE | Tingkat Keakuratan |
|-------------|--------------------|
| $\leq 10\%$ | Sangat Baik |
| 10% - 20% | Baik |
| 20% - 50% | Cukup Baik |
| $\geq 50\%$ | Buruk |

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman mentimun menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* berbasis *desktop* dimaksudkan untuk membantu petani dan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur mengidentifikasi penyakit tanaman mentimun. Bahasa pemrograman digunakan untuk membuat sistem ini *Python*, dengan hasil akhir berupa sistem berupa “exe”.

Dilakukan pengujian konsultasi menggunakan tahapan *fuzzyfikasi* pada persamaan (1). Terdapat 6 gejala yang digunakan sebagaimana dipresentasikan dari pengetahuan pakar pada tabel 6 sebagai berikut:

- a. G01- Bibit tanaman tumbang atau rebah (P1)
- b. G02- Pangkal batang membusuk dan berwarna coklat kehitaman (P2)
- c. G05 - Daun menguning dari bawah (P3)
- d. G16 – Buah memiliki bercak dan bentuk tidak sempurna (P5)
- e. G21- Daun ditutupi lapisan putih seperti tepung (P4)
- f. G24- Buah Kecil dan kualitas menurun (P6)

A. Gejala G01 – Bibit tanaman tumbang atau rebah, dengan nilai $x=38$.

$$\mu_{\text{tidak rebah}} 38 = \frac{40-38}{40-30} = \frac{2}{10} = 0.20$$

$$\mu_{\text{Mulai rebah}} 38 = \frac{38-30}{50-30} = \frac{8}{20} = 0.40$$

$$\mu_{\text{Rebah parah}} 38 = 0 \text{ (karena } x < 60)$$

B. Gejala G02 – Pangkal batang membusuk dan berwarna coklat kehitaman, dengan nilai $x=32$.

$$\mu_{\text{Tidak busuk}} 32 = \frac{35-32}{35-25} = \frac{3}{10} = 0.30$$

$$\mu_{\text{Mulai busuk}} 32 = \frac{32-25}{45-25} = \frac{7}{20} = 0.35$$

$$\mu_{\text{Busuk parah}} 32 = 0$$

C. Gejala G05 – Daun menguning dari bawah, dengan nilai $x=62$.

$$\mu_{\text{Tidak kuning}} 62 = 0$$

$$\mu_{\text{Mulai kuning}} 62 = \frac{68-62}{68-48} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\mu_{\text{Kuning parah}} 62 = \frac{62-58}{68-58} = \frac{4}{10} = 0.40$$

D. Gejala G16 – Buah memiliki bercak dan bentuk tidak sempurna, dengan nilai $x=45$.

$$\mu_{\text{buah normal}} 45 = 0$$

$$\mu_{\text{Mulai bercak}} 45 = \frac{45-28}{48-28} = \frac{17}{20} = 0.85$$

$$\mu_{\text{Bercak parah}} 45 = 0$$

E. Gejala G21 – Daun ditutupi lapisan putih seperti tepung, dengan nilai $x=55$.

$$\mu_{\text{Tidak bertepung}} 55 = 0$$

$$\mu_{\text{Mulai bertepung}} 55 = \frac{69-55}{69-49} = \frac{14}{20} = 0.70$$

$$\mu_{\text{Bertepung tebal}} 55 = 0$$

F. Gejala G24 – Buah kecil dan kualitas menurun, dengan nilai $x=50$.

$$\mu_{\text{Normal}} 50 = 0$$

$$\mu_{\text{Mulai menurun}} 50 = \frac{63-50}{63-43} = \frac{13}{20} = 0.65$$

$$\mu_{\text{Menurun parah}} 50 = 0$$

$$Z^* = \frac{(0,40 \times 85) + (0,35 \times 26,5) + (0,40 \times 44,5) + (0,70 \times 62) + (0,85 \times 79,5) + (0,65 \times 94,5)}{0,40 + 0,35 + 0,40 + 0,70 + 0,85 + 0,65}$$

$$COG = \frac{202,875}{3,35} = 60,56$$

Hasil *defuzzifikasi* 60,56. Nilai ini berada pada interval output untuk penyakit *CMV*, sehingga dapat disimpulkan tanaman terdiagnosis penyakit *CMV*.

Halaman Konsultasi

Pada halaman konsultasi ini, seluruh daftar gejala pada tanaman mentimun akan ditampilkan dan dapat diakses oleh pengguna untuk memilih gejala yang sesuai dengan kondisi yang diamati. Setelah memilih gejala yang sesuai, pengguna dapat menekan tombol “Diagnosa” dan sistem akan menampilkan hasil diagnosis berupa jenis penyakit yang cocok dengan gejala yang telah dipilih. Tersedia juga tombol “Reset” untuk menghapus semua pilihan gejala, serta tombol “Tutup” untuk keluar dari aplikasi.

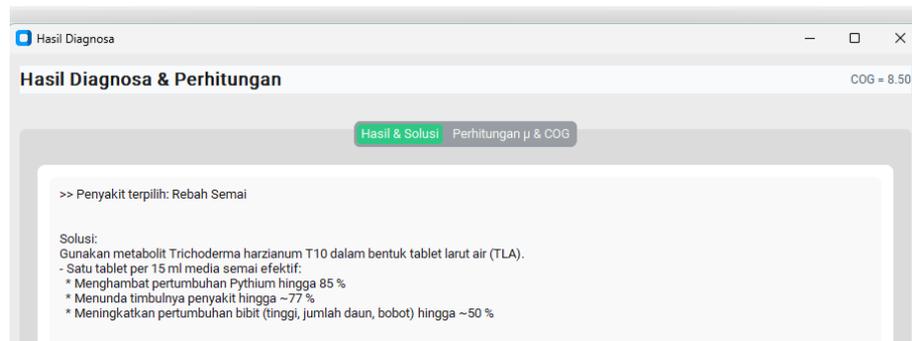


Gambar 2. Halaman Konsultasi.

Halaman Hasil Diagnosa

Pada halaman ini, sistem menyajikan hasil diagnosis terhadap penyakit yang berpotensi menyerang tanaman mentimun, berdasarkan gejala yang telah dipilih oleh pengguna sebelumnya. Proses analisis dilakukan untuk mengidentifikasi penyakit yang paling mungkin terjadi, kemudian sistem menentukan penyakit utama berdasarkan tingkat keyakinan tertinggi. Selain menampilkan jenis penyakit, halaman ini juga memberikan informasi tentang langkah penanganan atau solusi yang dapat dilakukan, baik untuk pencegahan maupun pengobatan.

Dengan demikian, petani atau pengguna dapat memperoleh pengetahuan yang tepat mengenai cara menangani penyakit sesuai dengan gejala yang telah dipilih.



Gambar 3. Halaman Hasil Diagnosa.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses evaluasi menyeluruh yang dilakukan untuk menilai kemampuan sistem. Tujuannya adalah memastikan kualitas, meminimalkan kemungkinan kegagalan, serta menjamin sistem dapat digunakan dengan baik oleh pengguna. Pada tahap ini digunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) bersama dengan rumus persamaan (2) untuk menghitung persentase kesalahan sistem, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai kinerja sistem dalam mengklasifikasikan data. Informasi tersebut membantu agar hasil prediksi yang dihasilkan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang sistem.

Hasil pengujian sistem yang disajikan pada Tabel 8 menunjukkan adanya kesalahan deteksi penyakit sebanyak dua kali. Untuk mengukur tingkat kesalahan pada sistem, dilakukan pengujian menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rincian sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{2}{20} \times 1 \times 100$$

$$MAPE = \frac{200}{20} = 10$$

$$MAPE = 10\%$$

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan rumus *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada persamaan (2), diperoleh nilai kesalahan sebesar 10%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja sistem berada dalam kategori yang baik, jadi dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun telah berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah rancang serta memiliki tingkat keandalan yang memadai dalam menjalankan fungsi-fungsinya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian membuat kesimpulan bahwa sistem paka untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman mentimun dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* berhasil diimplementasikan dengan baik. Pengujian dilakukan terhadap 20 sampel data tanaman mentimun menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dan menemukan hasilnya bahwa terdapat 2 sampel tanaman mentimun yang menunjukkan ketidaksesuaian diagnosis. Hal tersebut menunjukkan nilai kesalahan adalah 10%. Rekomendasi yang dibuat oleh penelitian ini adalah agar sistem dapat dikembangkan lebih lanjut ke dalam platform berbasis android serta disediakan dalam bentuk sistem online. Pengembangan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemudahan aksesibilitas dan memperluas jangkauan penggunaan sistem.

DAFTAR REFERENSI

- Aliniy, A., Pasrun, Y. P., & Sumpala, A. T. (2023). Prediksi jumlah mahasiswa baru FTI USN Kolaka menggunakan metode single exponential smoothing. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(1), 20–25. <https://doi.org/10.54259/satesi.v3i1.1573>
- Ariyani, F., Rustianti, S., & Purwanto, A. (2022). Budidaya tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada media tanam arang sekam bakar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bumi Raflesia*, 5(1), 832–836. <https://doi.org/10.36085/jpmbr.v5i1.1868>
- Arwidiyarti, D., Juhartini, J., & Erniwati, S. (2024). Sistem pakar mendiagnosis penyakit mata manusia menggunakan metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal PROCESSOR*, 19(1). <https://doi.org/10.33998/processor.2024.19.1.1627>
- Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., Putra, N. P., & Ramadhani, R. (2021). Sistem inferensi fuzzy: Pengertian, penerapan dan manfaatnya. *Journal of Dinda: Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, 1(2), 73–76. <https://doi.org/10.20895/dinda.v1i2.201>
- Dona, D., Maradona, H., & Masdewi, M. (2021). Sistem pakar diagnosa penyakit jantung dengan metode case-based reasoning (CBR). *ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.31849/zn.v3i1.6442>
- Effendi, H. (2020). Sistem pakar diagnosa penyakit pada ibu hamil. *Teknomatika*, 10(1), 9–20. <https://ojs.palcomtech.ac.id/index.php/teknomatika/article/view/482>
- Hendrawan, H., Haris, A., Rasywir, E., & Pratama, Y. (2020). Diagnosis penyakit tanaman karet dengan metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 22(2), 132–138. <https://doi.org/10.31294/p.v22i2.8909>
- KantinIT. (2022). *Fuzzy Mamdani: Cara kerja, contoh soal dan implementasi*. <https://kantinit.com/kecerdasan-buatan/fuzzy-mamdani-cara-kerja-contoh-soal-dan-implementasi/>

- Khoirul, R. O. (2022). *Sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman kelapa sawit berbasis Android menggunakan metode Fuzzy Mamdani* [Skripsi, Universitas Lampung]. <https://digilib.unila.ac.id/69293>
- Labolo, A. Y., Anas, A., Betrisandi, B., & Yunus, W. (2022). Penerapan metode Fuzzy Mamdani untuk mendeteksi penyakit telinga pada Puskesmas Marisa. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, 7(1), 69–73. <https://doi.org/10.51876/simtek.v7i1.126>
- Receh.net. (2023). *Pengertian metode Fuzzy Mamdani: Penjelasan lengkap dan kelebihan serta kekurangan*. <https://www.receh.net/pengertian-metode-fuzzy-mamdani/>
- Sastypratiwi, H., & Nyoto, R. D. (2020). Analisis data artikel sistem pakar menggunakan metode systematic review. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 6(2), 250–257. <https://doi.org/10.26418/jp.v6i2.40914>
- Septima, R. (2023). *Buku referensi sistem inferensi fuzzy dengan metode Mamdani*. <https://repository.penerbiteureka.com/publications/566968/buku-referensi-sistem-inferensi-fuzzy-dengan-metode-mamdani>
- Sinaga, M. N., Hasibuan, N. A., & Sihite, A. H. (2020). Sistem pakar diagnosa kifosis menerapkan metode Fuzzy Mamdani. *Teknologi Informasi*, 4, 334–338. <https://dl.wqtxts1xzle7.cloudfront.net/106198582/2097-libre.pdf>
- Siregar, N. A., Akram, R., & Fadillah, N. (2023). Sistem pakar diagnosa penyakit pada kucing anggora menggunakan metode Fuzzy Mamdani berbasis website. *CHAIN: Journal*. <https://doi.org/10.58602/chain.v1i2.30>
- Sudarwati, L., & Nasution, N. F. (2024). Upaya pemerintah dan teknologi pertanian dalam meningkatkan pembangunan dan kesejahteraan petani di Indonesia. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.32734/jkakp.v3i1.15847>
- Sunggu, S. M. O. (2022). Sistem pakar diagnosa penyakit porfiria menerapkan metode Fuzzy Mamdani. *Journal Global Technology Computer*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.47065/jogtc.v2i1.2460>
- Wibowo, H., & Hidayat, S. (2021). Perbandingan metode ARIMA dan artificial neural network dalam peramalan data inflasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(2), 123–130. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/Euler/article/view/23054/7736>