



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 3 (2025) pp: 2583-2593

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Kopi Berbasis Website Menggunakan Metode *Fuzzy Logic Mamdani*

Teresia Ketipa Wutun^{1*}, Bernadete Deta², Alfian Nara Weking³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka, Indonesia

Email: wutuntitin@gmail.com

Abstrak

Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kopi memang harus dilakukan secara cepat dan akurat, karena penyakit pada tanaman kopi dapat lebih cepat menyebar dan bisa menyerang tanaman pertanian lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk membantu petani kopi di Kecamatan Wulanggintang, Flores Timur, NTT melalui sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kopi menggunakan logika fuzzy mamdani yang akan memberikan manfaat secara praktis bagi masyarakat maupun pemerintah setempat, maupun secara teoritis bagi pengembangan ilmu untuk pakar yang diharapkan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kopi di Kecamatan Wulanggintang, Flores Timur, NTT melalui sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kopi berbasis website. Metode penelitian ini yaitu melalui pengembangan sistem dan metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara. Hasil penelitian diperoleh bahwa sistem pakar berhasil dibangun dengan menerapkan konsep teori logika fuzzy mamdani berbasis website untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kopi serta solusi atau cara pengendaliannya. Hasil implementasi dan pengujian pada logika fuzzy mamdani dengan nilai pengujian akurasi dan hasil pengujian blackbox testing didapatkan hasil yang memuaskan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem yang dibangun siap untuk digunakan.

Kata kunci: Logika Fuzzy, Sistem Pakar, Penyakit, Tanaman Kopi

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia. Sebagai komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, maka sudah selayaknya pengembangan usaha tani ini mendapat perhatian yang cukup besar. Kopi arabika dan kopi robusta merupakan jenis kopi yang dikenal memiliki kualitas terbaik, karena memiliki khas aroma dan rasa yang berbeda. Namun kedua jenis kopi ini lebih peka terkena infeksi penyakit. Hal ini menyebabkan petani mengalami kewalahan dalam memelihara kopi tersebut.

Salah satu daerah di NTT yang berpotensi untuk budidaya kopi adalah Kabupaten Flores Timur khususnya Kecamatan Wulanggintang yang terdiri dari 11 desa dengan luas tanah 225,96 Km². Berdasarkan data yang didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Flores Timur, tingkatan produksi tanaman kopi secara keseluruhan di tahun 2021 sebesar 1426,93 Ton, dengan lokasi penyebarannya sebanyak 17 Kecamatan. Kecamatan Wulanggintang dengan luas area 1508,00 Ha merupakan area yang sudah menghasilkan dengan jumlah produktivitas mencapai 653,00 Ton. Kecamatan Wulanggintang dalam angka 2019 sampai 2021, jumlah produksi terbesar yaitu pada tahun 2020 dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Salah satu penghambat dalam pertumbuhan serta perkembangan kopi adalah penyakit yang akan berdampak pada produksi tanaman kopi nantinya. Dari hasil observasi peneliti. Ada beberapa jenis penyakit yang menyerang tanaman kopi diantaranya penyakit layu semai (*fusarium oxysporum*), penyakit totol coklat daun (*cercoospora coffeicola*), penyakit busuk buah kopi (*colletotrichum kahawae*), penyakit karat daun kopi (*hemileia vastatrix*), penyakit jamur upas (*corticium salmonicolor*), penyakit kanker belah/ kanker batang (*phomopsis spp*).

Berbagai upaya sudah dilakukan oleh petani kopi dengan cara pemangkasan, pemupukan, dan juga pestisida namun belum bisa teratasi akibat keterbatasan pengetahuan dan juga informasi yang didapat kurang tepat. Berdasarkan permasalahan tersebut maka pihak perkebunan membutuhkan sebuah alat bantu yang dapat memberikan informasi terkait penyakit pada tanaman kopi serta bagaimana cara mengatasinya. Hal ini menarik perhatian peneliti untuk membuat sebuah aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tanaman Kopi berbasis website dengan menggunakan Logika Fuzzy Mamdani dengan tujuan dapat membantu petani kopi untuk menangani tanaman kopi yang terserang hama dan penyakit sehingga dapat terselamatkan agar produktivitas kopi

semakin membaik. Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman kopi harus dilakukan secara cepat dan akurat karena penyakit pada tanaman kopi ini akan dengan cepat menyerang ke tanaman kopi lainnya.

2. Metode Penelitian

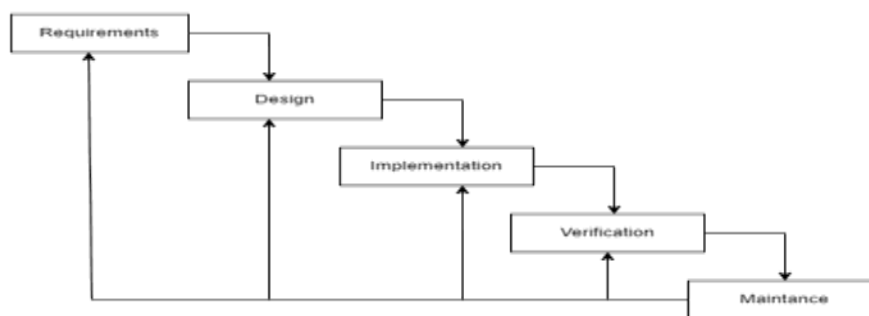
Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah Fuzzy Logic Mamdani, sebuah pendekatan yang dikembangkan untuk menangani permasalahan dengan data yang bersifat tidak pasti atau samar. Sistem fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. A. Zadeh dari University of California, Berkeley pada tahun 1965. Konsep ini didasarkan pada prinsip bahwa logika tidak selalu bersifat biner (benar atau salah), melainkan dapat berada pada spektrum nilai di antara keduanya. Dalam logika fuzzy, terdapat beberapa proses penting yang harus dilalui, antara lain penentuan himpunan fuzzy, penerapan aturan IF-THEN, dan proses inferensi fuzzy. Pemahaman sistem fuzzy mencakup beberapa elemen utama, seperti variabel fuzzy, himpunan fuzzy, semesta pembicaraan, dan domain.

Variabel fuzzy adalah variabel yang menjadi fokus dalam sistem fuzzy. Pada penelitian ini, variabel fuzzy yang digunakan adalah penyakit dan gejala tanaman kopi. Variabel ini akan digunakan untuk memodelkan pengetahuan pakar secara matematis. Himpunan fuzzy merupakan kelompok yang merepresentasikan suatu kondisi tertentu pada variabel fuzzy. Misalnya, variabel hama dapat dikategorikan menjadi tiga tingkatan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, yang masing-masing menggambarkan tingkat serangan hama terhadap tanaman kopi. Semesta pembicaraan mengacu pada keseluruhan nilai yang mungkin dan diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Contohnya, semesta pembicaraan untuk variabel penyakit berkisar antara 0 hingga 100. Domain adalah rentang nilai yang berlaku dalam suatu himpunan fuzzy tertentu, misalnya domain hama rendah adalah 0–20, domain sedang adalah 20–40, domain tinggi adalah 40–60, dan kategori sangat tinggi berada pada nilai ≥ 80 . Tahapan penerapan logika fuzzy Mamdani pada penelitian ini meliputi:

1. Pembentukan himpunan fuzzy, yaitu menentukan kategori atau label linguistik yang sesuai untuk setiap variabel.
2. Pembentukan fungsi keanggotaan fuzzy, yang menggambarkan hubungan antara nilai numerik dan tingkat keanggotaan dalam suatu kategori.
3. Inferensi fuzzy, yaitu proses penalaran menggunakan aturan-aturan IF-THEN untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan data yang diberikan.
4. Defuzzifikasi, yakni mengubah hasil inferensi fuzzy yang masih berupa nilai linguistik menjadi nilai numerik yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan.

Dalam penelitian ini, pengetahuan pakar direpresentasikan melalui model representasi pengetahuan berbasis aturan IF-THEN. Model ini digunakan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman kopi berdasarkan gejala yang diamati. Basis pengetahuan disusun dari fakta-fakta yang diperoleh melalui wawancara langsung dengan pakar tanaman kopi. Fakta tersebut mencakup berbagai kondisi pada batang, daun, dan buah kopi, serta gejala khas yang muncul akibat serangan penyakit tertentu. Dengan memanfaatkan teknik ini, sistem dapat meniru proses pengambilan keputusan seorang pakar, sehingga hasil diagnosis dapat lebih akurat meskipun dilakukan secara otomatis.

Metode pengembangan sistem mengikuti alur yang terstruktur mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem. Tahapan ini diilustrasikan pada Gambar 1, yang menunjukkan alur proses pengembangan sistem berbasis logika fuzzy Mamdani. Pendekatan ini memastikan bahwa sistem yang dibangun tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman praktis yang dimiliki oleh pakar tanaman kopi.



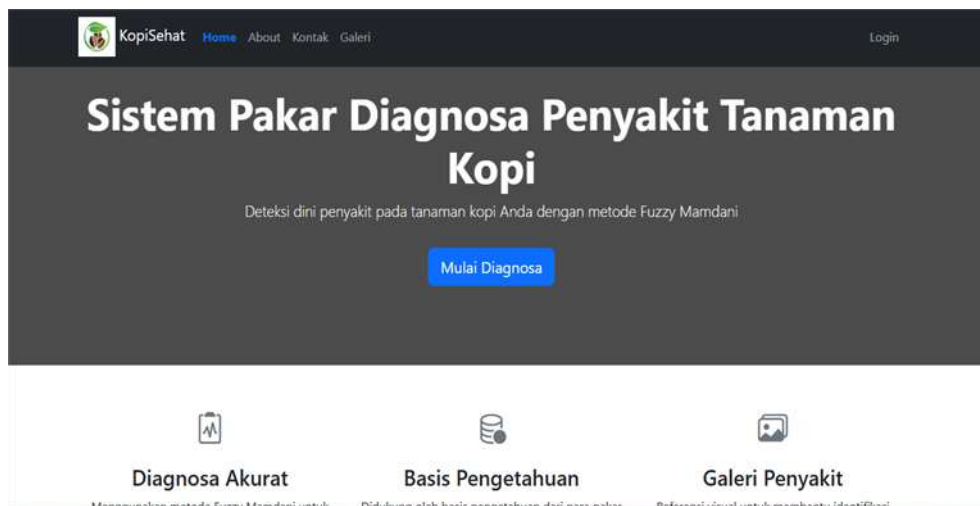
Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem

3. Hasil dan Diskusi

Hasil Implementasi Perencanaan User Interface (antar muka sistem)

a. Implementasi halaman index

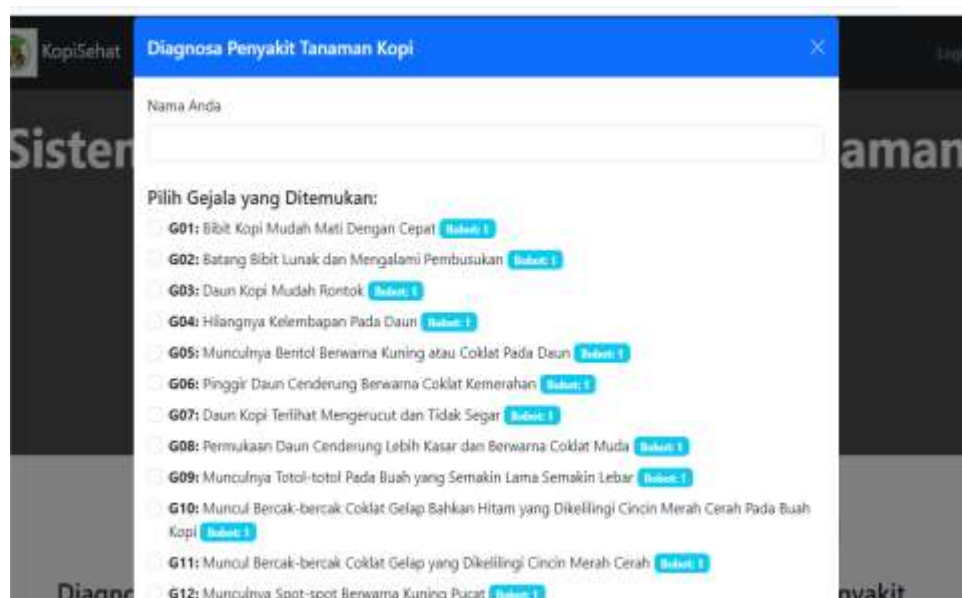
Halaman indeks yang dibuat adalah halaman awal ketika pengguna membuka website sistem pakar kopi kemudian diarahkan ke halaman login, dan mulai diagnosa pada halaman indeks



Gambar 2. Implementasi Halaman Index

b. Implementasi halaman diagnose

Implementasi halaman diagnosa yang dimaksud untuk user dapat menginputkan gejala yang terdapat pada halaman diagnosa sesuai dengan kondisi dan keluhannya.



Gambar 3. Implementasi Halaman Diagnosa

c. Implementasi halaman hasil diagnose

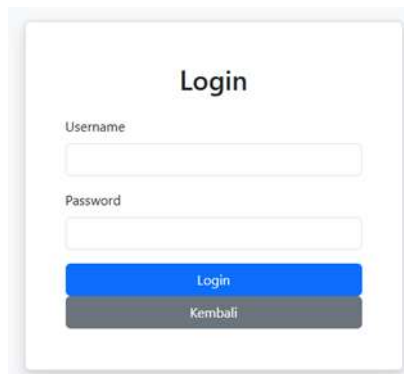
Implementasi halaman hasil diagnosa dibuat untuk melihat hasil diagnosa dimana akan ditampilkan hasil yang sesuai dengan gejala yang diinput dari halaman diagnosa



Gambar 4. Implementasi Halaman Hasil Diagnosa

d. Implementasi halaman login Admin

Implementasi halaman login admin dengan maksud agar pengguna dapat memasukkan username dan password yang sesuai untuk dapat diarahkan ke halaman menu admin.



Gambar 5. Implementasi Halaman Login Admin

e. Implementasi halaman dashboard

Implementasi halaman dashboard yang dibuat untuk admin dimana admin dapat mengolah data gejala, penyakit, melihat rule, dan juga melihat hasil diagnosa.



Gambar 6. Implementasi Halaman Dashboard

Pemodelan dan implementasi (Modeling)

Proses representasi pengetahuan dilakukan dengan cara mengumpulkan fakta untuk memperoleh data seperti kondisi batang, daun dan buah dan gejala tanaman kopi lainnya. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah berdasarkan pengetahuan pakar sebagai berikut :

1. Menentukan Identitas Pakar
2. Menentukan data penyakit kopi
3. Menentukan data gejala dari penyakit
4. Pembentukan rule-rule sistem pakar yang akan dibangun

Penerapan Logika Fuzzy Mamdani

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam penerapan logika fuzzy mamdani sebagai berikut :

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy; Dalam pembentukan himpunan fuzzy, domain dari himpunan fuzzy dijadikan sebagai patokan untuk menghitung akurasi penyakit agar tingkat ketepatan diagnosis dari data gejala penyakit yang dipilih dari form diagnosis dapat diketahui.
2. Fungsi keanggotaan fuzzy; untuk menentukan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy makapada penelitian ini menggunakan grafik trapesium yang merupakan kombinasi dari fungsi keanggotaan kurva naik dan kurva turun. Pada penelitian ini, setiap inputan gejala bernilai 1, dimana semua himpunan fuzzy yang terlihat akan memiliki nilai keanggotaan maksimu (yaitu 1) untuk wilayah gejala yang mencakupnya. Karena setiap inputan gejala memiliki nilai 1, maka nilai keanggotaan dari himpunan fuzzy “Jumlah gejala dari setiap variabel himpunan fuzzy” akan menjadi 1.

3. Aturan Logika Fuzzy

Aturan Logika Diagnosa Jenis Penyakit

1. Jika jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 1 lebih besar dari jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 2 dan penyakit 3 maka hasil diagnosis adalah penyakit 1.
 2. Jika jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 2 lebih besar dari jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 1 dan penyakit 3 maka hasil diagnosis adalah penyakit 2.
 3. Jika jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 3 lebih besar dari jumlah gejala yang dipilih pada jenis penyakit 1 dan penyakit 2 maka hasil diagnosis adalah penyakit 3.
 4. Jika tidak ada gejala yang dipilih pada jenis penyakit 1, penyakit 2, dan penyakit 3 maka kembali melakukan pengecekan.
4. Inferensi, setelah aturan fuzzy dan rule-rule telah ditentukan, kemudian mengaplikasikan input fuzzyfikasi pada aturan yang telah dibuat. Pada “hasil diagnosis penyakit”, nilai kenggotaan paling tinggi akan ditampilkan.
 5. Defuzzyfikasi, tahap ini adalah tahap setelah inferensi fuzzy dilakukan dengan tujuan untuk mengkonversi nilai keanggotaan fuzzy menjadi nilai crisp (nilai nyata) yang dapat digunakan sebagai nilai akhir dari sistem pakar.

Salah satu metode yang digunakan dalam proses ini adalah metode centroid. Metode ini menggunakan pusat massa dari nilai kenaggotaan fuzzy sebagai representasi nilai crisp. Pusat massa dihitung sebagai rata-rata dari nilai keanggotaan yang berlaku, dimana bobotnya adalah nilai keanggotaan tersebut. Langkah-langkah defuzzyfikasi dengan metode centroid adalah sebagai berikut :

1. Hitung pusat massa (centroid) berdasarkan nilai keanggotaan yang berlaku.
2. Hitung bobot (weight) pada setiap nilai keanggotaan “ $\mu(X)$ ” dengan menggunakan rumus: $\text{Bobot} = \mu(X) * X$
3. Hitung total bobot dengan menjumlahkan bobot yang ada
4. Hitung total nilai keanggotaan dengan menjumlahkan semua nilai keanggotaan “ $\mu(X)$ ” yang berlaku.
5. Hitung nilai crisp (nilai akhir) dengan rumus : $\text{Nilai Crisp} = \text{Total Bobot} / \text{Total Nilai Keanggotaan}$. Misalkan inputan gejala pada jenis penyakit P01 dan jumlah keseluruhan gejala pada penyakit P01 adalah 4. Kemudian dilakukannya inferensi fuzzy dan mendapatkan nilai keanggotaan untuk himpunan fuzzy “Jumlah Gejala Penyakit P01” berdasarkan gejala yang dipilih yaitu:
 - a. Jika jumlah gejala yang dipilih =1, maka nilai keanggotaannya = 0,25
 - b. Jika jumlah gejala yang dipilih =2, maka nilai keanggotaannya = 0,50
 - c. Jika jumlah gejala yang dipilih =3, maka nilai keanggotaannya= 0,75
 - d. Jika jumlah gejala yang dipilih =4, maka nilai keanggotaannya =1. Selanjutnya menggunakan metode centroid untuk menghitung nilai crisp (nilai akhir) dari himpunan fuzzy “jumlah gejala penyakit P01”

1. Hitung pusat massa (centroid)
Pusat massa $(\sum(\mu(X) * X)) / \sum \mu(X)$
2. Hitung bobot (weight) pada setiap nilai keanggotaan “ $\mu(X)$ ”:
 - a. Bobot untuk 0,25 = 0,25 * 1 = 0,25
 - b. Bobot untuk 0,50 = 0,50*2= 1
 - c. Bobot untuk 0,75 = 0,75*3= 2,25
 - d. Bobot untuk 1 = 1*4= 4
3. Hitung total bobot : Total bobot = 0,25+ 0,50 + 0,75 +4 = 7,50
4. Hitung total nilai keanggotaan :
Total nilai keanggotaan = 0,25 + 0,50 + 0,75+ 1 = 2,50
5. Hitung nilai crisp (nilai akhir):
Nilai crisp = total bobot / total nilai keanggotaan = 7,50/2,50=3,00

Jadi hasil akhir metode centroid “jumlah gejala penyakit P01” adalah 3,00. Hasil ini mewakili tingkat keparahan atau tingkat keanggotaan gejala dalam himpunan fuzzy. Semakin tinggi nilai crisp maka semakin tinggi tingkat keanggotaan gejala dalam himpunan fuzzy dan semakin parah juga gejala yang diamati.

Berdasarkan fakta dilapangan, petani kopi atas nama Emanuel Tolok dari dusun Padang Pasir, memberikan keluhan gejala yang dialami terkait penyakit yang menyerang tanaman kopi hampir setiap tahun adalah sebagai berikut:

1. Daun kopi mudah rontok ketika memasuki usia pertumbuhan 1 bulan
2. Batang bibit kopi yang baru ditanam mengalami pembusukan dini yang mengakibatkan bibit kopi mudah mati dengan cepat
3. Daun kopi kering
4. Adanya bercak-bercak coklat buah kopi
5. Buah kopi yang siap dipanen cenderung memiliki ukuran kecil bahkan tidak matang dengan sempurna
6. Ranting atau cabang kopi cenderung layu bahkan mati mendadak
7. Daun kopi mengalami keguguran dalam jumlah banyak
8. Sebagian besar akar membusuk dan mati

Berdasarkan keluhan tersebut maka selanjutnya dilakukan pencocokan data gejala penyakit yang diberikan oleh pakar.

1. Penyakit layu semai () dengan keluhan gejala berjumlah 3
2. Penyakit Busuk Buah Kopi () dengan keluhan gejala berjumlah 1
3. Penyakit karat daun kopi () dengan keluhan gejala berjumlah 2
4. Pemyakit jamur upas () dengan keluhan gejala berjumlah 1
5. Penyakit kanker belah () dengan keluhan gejala berjumlah 1

Setelah melakukan pencocokan dengan data dari pakar maka selanjutnya dilakukan perhitungan fuzzy. Perhitungan untuk jenis penyakit layu semai (). Jumlah gejala adalah 3, maka nilai keanggotaannya: $(3-0) / (4-0) = \frac{3}{4} = 0,75$. Untuk mendapatkkn nilai domain: $0,75 \times 100\% = 75\%$. Setelah mendapatkan nilai domainnya, maka nama himpunan untuk jenis penyakit layu semai adalah himpunan tinggi dengan nilai domain 75 %

Konstruksi (construction)

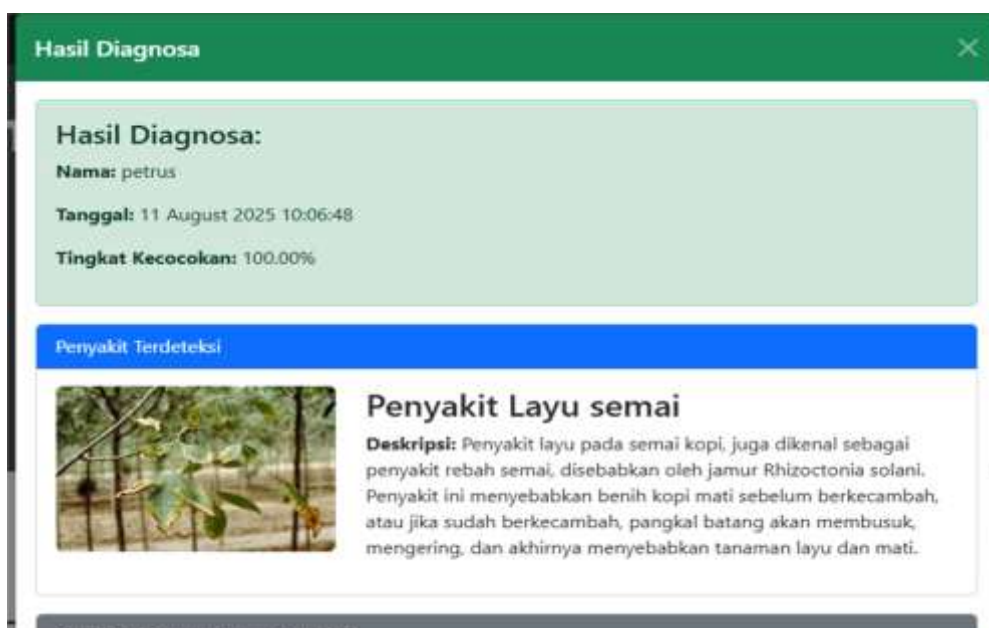
1. Uji Akurasi
Pemodelan Sistem Pakar berbasis website dengan menggunakan Logika Fuzzy Mamdani pada penelitian ini berhasil lolos uji pada pengujian akurasi sesuai kepakaran dari seorang pakar.
 - a. Pengujian akurasi Penyakit Layu Semai
Pengujian akurasi penyakit Layu Semai berdasarkan kepakaran dimana pakar menginput gejala pada jenis penyakit ini dengan jumlah gejala yang dipilih.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P01}}{\text{jumlah gejala total P01}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus perhitungan, jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi untuk penyakit layu semai terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 7. Pengujian akurasi penyakit Layu Semai

- b. Pengujian akurasi penyakit busuk buah

Pengujian akurasi penyakit busuk buah menggunakan rumus perhitungan

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P02}}{\text{jumlah gejala total P02}} \times 100\%$$

Berdasarkan rumus perhitungan jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi untuk penyakit busuk buah dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Pengujian Akurasi penyakit Busuk Buah

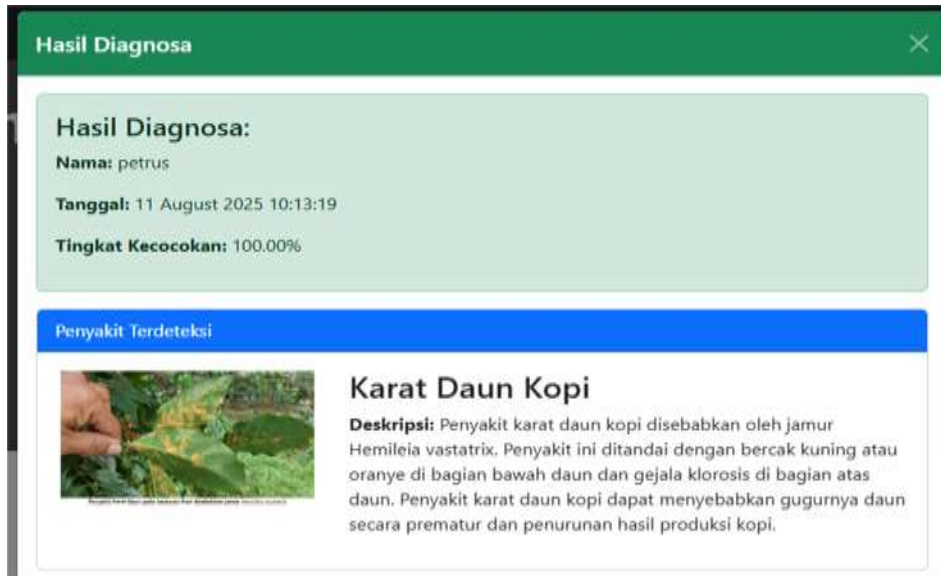
- c. Pengujian akurasi penyakit karat daun kopi
Pengujian akurasi penyakit karat daun kopi menggunakan rumus perhitungan

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P03}}{\text{jumlah gejala total P03}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus perhitungan jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi untuk penyakit karat daun kopi terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 9. Pengujian akurasi Penyakit Karat Daun Kopi

- d. Pengujian akurasi penyakit totol coklat daun
Pengujian akurasi penyakit totol coklat daun menggunakan rumus perhitungan

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P04}}{\text{jumlah gejala total P04}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus perhitungan jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi penyakit totol coklat daun terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 10. Pengujian akurasi Penyakit Totol Coklat Daun

- e. Pengujian akurasi penyakit jamur upas
Pengujian akurasi penyakit jamur upas menggunakan rumus perhitungan

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P05}}{\text{jumlah gejala total P05}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus perhitungan jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi penyakit jamur upas terlihat seperti gambar berikut :



Gambar 11. Pengujian akurasi penyakit jamur upas

- f. Pengujian akurasi penyakit kanker belah
Pengujian akurasi penyakit kanker belah menggunakan rumus perhitungan

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah pilih gejala P06}}{\text{jumlah gejala total P06}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus perhitungan jumlah gejala yang dipilih oleh pakar adalah 4 maka:

$$\text{Akurasi} = \frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$$

Pengujian akurasi penyakit kanker belah terlihat pada gambar berikut :



Gambar 12. Pengujian akurasi penyakit kanker belah

Blackbox testing

Implementasi metode Logika Fuzzy Mamdani pada sistem identifikasi berbasis kepakaran juga harus lolos pengujian pengembangan sistem. Teknik pengujian blackbox dilakukan untuk mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari interface perangkat lunak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Aplikasi dapat bekerja baik dengan menampilkan 100% valid respon sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian Blackbox Testing

Deskripsi	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Keluaran Sistem	Ket
Klik tombol login pada halaman awal untuk masuk sistem	Pada tampilan halaman awal, terdapat tombol login kemudian pilih dan klik tombol login	Sistem mengarahkan ke halaman login	Menampilkan halaman login	Sukses
Klik tombol mulai diagnosa pada halaman awal masuk sistem untuk melakukan proses diagnosa penyakit tanaman kopi	Pada tampilan awal, terdapat tombol mulai diagnosa kemudian klik tombol mulai diagnosa	Sistem mengarahkan ke halaman mulai diagnosa	Menampilkan halaman diagnosa	Sukses
Mengisi nama, kemudian pilih gejala yang sesuai kemudian klik proses diagnosa untuk melihat hasil diagnosis	Tampilan halaman mulai diagnosa	Sistem mengarahkan ke halaman hasil diagnosa untuk memberikah hasil penyakit serta solusi dari gejala yang dipilih	Menampilkan halaman hasil diagnosa dengan data sesuai gejala yang dipilih	Sukses
Mengisi data gejala penyakit yang di input oleh admin/pakar	Tampilan halaman admin tambah data penyakit	Sistem memproses data yang diinput kemudia disimpan kedalam database		Sukses

Setelah melakukan pengujian akurasi dan *blackbox testing*, kemudian dilakukan pengujian aplikasi juga oleh pakar yang bertujuan untuk mengetahui apakah program yang dibuat telah sesuai atau belum. Adapun langkah-langkah proses pengujiannya sebagai berikut :

1. Pakar melakukan login kemudian melihat isi semua menu yang ada pada halaman admin dan juga halaman user.
2. Pakar melihat daftar gejala dan daftar penyakit beserta solusinya untuk memastikan apakah data yang ditampilkan telah sesuai dengan kepakaran dan yang paling sering terlihat pada tanaman kopi.

Hasil (Deployment)

Setelah dilakukan tahapan identifikasi masalah hingga pada tahapan pengujian sistem oleh pakar, ditemukan bahwa sistem yang dibangun telah bebas dari kesalahan, maka Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kopi Berbasis *Website* Menggunakan Logika *Fuzzy Mamdani* dinyatakan telah sesuai dengan kepakaran. Pengujian akurasi logika *fuzzy* dengan menguji penyakit pada tanaman kopi yang telah diinput ke dalam sistem untuk selanjutnya diidentifikasi bersama pakar kopi, maka sistem yang dibangun mampu menunjukkan hasil pengujian 100% sesuai dengan asumsi kepakaran sebagaimana gejala yang dipilih.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis web yang menerapkan konsep teori logika fuzzy Mamdani telah berhasil dibangun dan diimplementasikan dengan baik untuk mendeteksi penyakit tanaman kopi beserta memberikan rekomendasi cara pengendaliannya. Sistem ini mampu meniru proses pengambilan keputusan seorang pakar dengan memanfaatkan basis pengetahuan yang disusun dari data dan pengalaman pakar tanaman kopi, sehingga hasil diagnosis yang dihasilkan dapat dipercaya. Hasil implementasi memperlihatkan bahwa pemodelan logika fuzzy yang digunakan mampu mengolah data gejala menjadi informasi diagnosis yang akurat. Berdasarkan pengujian, sistem memperoleh nilai akurasi yang tinggi dan hasil blackbox testing menunjukkan kinerja sistem berjalan 100% sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Artinya, semua

fungsi sistem dapat dioperasikan tanpa error, baik dalam proses input data, pengolahan menggunakan aturan IF–THEN, hingga penyajian hasil diagnosis kepada pengguna. Pencapaian ini menandakan bahwa sistem pakar yang dibangun siap digunakan secara langsung di lapangan, baik oleh petani, penyuluh pertanian, maupun pihak lain yang membutuhkan informasi cepat terkait penyakit tanaman kopi. Dengan adanya sistem ini, proses identifikasi penyakit dapat dilakukan secara lebih cepat, tepat, dan tanpa harus selalu bergantung pada kehadiran pakar di lokasi. Selain itu, sistem ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur seperti integrasi basis data gejala dan penyakit yang lebih luas, pembelajaran adaptif berbasis machine learning untuk meningkatkan akurasi diagnosis dari waktu ke waktu, serta kemampuan akses mobile agar dapat digunakan secara praktis di lapangan. Dengan pengembangan tersebut, sistem diharapkan dapat menjadi alat bantu andal dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen kopi melalui penanganan penyakit yang lebih efektif dan tepat waktu.

Referensi

1. Ambarita, E. (2022). Sistem pakar diagnosa penyakit demam typhoid berbasis web. Repository.
2. Arifah, E. D., Irawan, M. I., & Mukhlash, I. (2017). Aplikasi metode Fuzzy Mamdani dalam penentuan jumlah produksi. *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 17, 79–90.
3. Budiman, R. (2020). Penerapan logika fuzzy untuk sistem pendukung keputusan diagnosis penyakit tanaman. *Jurnal Sistem Cerdas*, 12(2), 101–110.
4. Cahyono, T., & Suryadi, D. (2019). Implementasi metode Mamdani untuk menentukan tingkat risiko kerusakan mesin produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 45–56.
5. Gusman, A. (2018). Fuzzy Logic dalam menganalisa pengaruh konsep halal tourism terhadap perilaku masyarakat Sumatera Barat. *Jurnal Matematika UNAND*, 7(1), 33–42.
6. Hasanuddin, R. S. (2022). Pengaruh kualitas pelayanan, keragaman produk dan promosi e-commerce terhadap kepuasan konsumen. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(3), 221–230.
7. Hastanti, R. (2015). Sistem penjualan berbasis web (e-commerce) pada TATA Distro Kabupaten Pacitan. *Bianglala Informatika*, 3(2), 55–63.
8. Herdiansyah, J. (2022). Pengaruh advertising terhadap pembentukan brand awareness serta dampaknya pada keputusan pembelian produk kecap pedas ABC. *Jurnal STIE Semarang*, 8(1), 45–53.
9. Hidayat, M., & Prasetyo, A. (2021). Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman padi menggunakan logika fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi Informasi*, 17(2), 88–97.
10. Jaya, J. P., & Soetanto, H. W. W. (2023). Sistem pakar diagnosa penyakit umum menggunakan metode forward chaining berbasis web pada Klinik LKC. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi*.
11. Kurniawan, R., & Fitriani, E. (2020). Pengembangan sistem pakar berbasis web untuk diagnosis penyakit tanaman hortikultura. *Jurnal Ilmu Komputer*, 8(1), 14–22.
12. Ningsih, F., & Prabowo, D. (2020). Aplikasi logika fuzzy untuk menentukan dosis pupuk pada tanaman kopi. *Jurnal Agroteknologi*, 14(2), 77–85.
13. Paul, C. (2015). Analisis kualitas sumber daya manusia, kualitas pelayanan, kinerja organisasi, kepercayaan masyarakat dan kepuasan masyarakat. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 4(2), 55–66.
14. Putri, R. A. (2017). Sistem pakar. Repository.
15. Rahmawati, D., & Sari, Y. (2021). Sistem pendukung keputusan diagnosa penyakit hewan ternak menggunakan fuzzy Mamdani. *Jurnal Informatika Terapan*, 5(2), 89–96.
16. Rusli, M., & Sari, N. (2015). Sistem informasi mendeteksi hama dan penyakit tanaman kol melalui sistem pakar dengan metode forward chaining. *Jurnal Akademika*, 7(1), 12–19.
17. Saputra, A., & Widodo, S. (2019). Perancangan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kopi menggunakan metode fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(2), 55–64.
18. Setiawan, B. Y. (2018). *Logika Fuzzy dengan MATLAB: Contoh kasus penelitian penyakit bayi dengan Fuzzy Tsukamoto*. Jayapangus Press Books.
19. Siregar, M. (2022). Penggunaan logika fuzzy Mamdani dalam sistem pakar penentuan kualitas biji kopi. *Jurnal Sains Komputer*, 9(1), 34–42.
20. Wulandari, R., & Putra, D. (2019). Aplikasi sistem pakar berbasis web untuk diagnosis penyakit tanaman hortikultura. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 11(3), 77–84.