

## Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah Pada Tanaman Produktif Dilahan Kering Dengan Metode *Fuzzy Mamdani*

Maria Meliana Laga<sup>1\*</sup>, Yoseph Pius Kurniawan Kelen<sup>2</sup>, Kristantus J. Tey Seran<sup>3</sup>, Leonard Peter Gelu<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknologi Informasi/Universitas Timor

<sup>1</sup>Email: [mariamelianalaga11@gmail.com](mailto:mariamelianalaga11@gmail.com)

<sup>2</sup>Email: [yosephkelen@unimor.ac.id](mailto:yosephkelen@unimor.ac.id)

<sup>3</sup>Email: [krisantusteyseran@unimor.ac.id](mailto:krisantusteyseran@unimor.ac.id)

<sup>4</sup>Email: [petergelu@unimor.ac.id](mailto:petergelu@unimor.ac.id)

\*) *Corresponding Author*

---

### ABSTRACT

*Uncertain soil conditions in drylands often make it difficult for farmers to accurately determine soil fertility for productive crops. This study developed a decision support system to assess soil health for productive crop cultivation using the Fuzzy Mamdani method. The system is designed to process various parameters, including rainfall, temperature, pH, erosion, nutrient levels, and soil texture. The research stages included data collection, system requirement analysis, system design, and testing using the black-box method. The final results show that the system is capable of providing automated assessments, with a defuzzification value of 55%, indicating that the soil is in good condition. This system offers a practical solution for farmers in making decisions related to crop cultivation on drylands.*

**Keywords:** *Soil, dryland, fuzzy logic, fuzzy mamdani, decision support system, productive crops*

### ABSTRAK

Kondisi tanah yang tidak menentu di lahan kering sering menyulitkan petani dalam menentukan kesuburan lahan pada tanaman produktif secara tepat. Penelitian ini menghasilkan sistem pendukung keputusan untuk menilai kesehatan tanah pada tanaman produktif menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Sistem dirancang untuk mengolah berbagai parameter seperti curah hujan, suhu, pH, erosi, unsur hara, dan tekstur tanah. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, hingga pengujian menggunakan metode blackbox. Hasil akhir menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan penilaian secara otomatis, dengan nilai defuzzifikasi 55% yang menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi baik. Sistem ini dapat menjadi solusi praktis bagi petani dalam mengambil keputusan terkait budidaya tanaman produktif di lahan kering.

**Kata Kunci:** Tanah, lahan kering, logika fuzzy, fuzzy mamdani, sistem pendukung Keputusan, Tanaman Produktif

---

## A. PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen utama dalam ekosistem pertanian yang berfungsi sebagai media tumbuh tanaman. Kesehatan tanah sangat mempengaruhi kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman, menjaga keseimbangan lingkungan, serta mendukung siklus hara. Untuk meningkatkan hasil pertanian, kualitas tanah menjadi faktor kunci, khususnya pada lahan kering yang memiliki keterbatasan air dan sumber daya alam lainnya. Tanah yang sehat mampu menyediakan kondisi optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga hasil produksi pun meningkat. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kesehatan tanah di lahan kering sangat

penting guna memastikan kelayakan lahan untuk pertanian produktif. Kesehatan tanah diartikan sebagai kemampuan tanah dalam menjaga fungsi ekologisnya, meliputi dukungan bagi pertumbuhan tanaman, menjaga kualitas air, mengatur karbon, dan menopang keanekaragaman hayati [1]. Penilaian kesehatan tanah dilakukan untuk mengetahui kondisi lahan yang akan atau sedang digunakan, apakah masih dapat berfungsi secara optimal. Hasil penilaian ini bermanfaat bagi pengelola pertanian dalam menyusun rencana pengelolaan lahan guna memperbaiki atau mempertahankan kualitas tanah yang ada.

Masalah kesehatan tanah menjadi perhatian penting bagi petani, mengingat tanah merupakan dasar utama pertumbuhan tanaman. Kondisi ini dirasakan oleh petani di Desa Femnasi, Kecamatan Miomaffo Timur, yang berada di wilayah dataran tinggi dan kerap mengalami kekeringan sehingga menyebabkan tanah menjadi kering dan kurang subur. Meski demikian, lahan kering tetap memiliki potensi untuk ditanami tanaman produktif jika dikelola secara tepat dan petani memahami faktor-faktor yang memengaruhi kesehatan tanah. Tanaman produktif adalah tanaman yang ditanam untuk menghasilkan produk pertanian secara berkelanjutan dalam beberapa periode tanam.

Dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian di lahan kering, dibutuhkan suatu sistem pendukung keputusan (SPK) untuk menilai kesehatan tanah. Penilaian dilakukan berdasarkan parameter-parameter kesuburan tanah seperti kelembaban tanah dan udara, kandungan unsur hara, pH, bahan organik, dan lainnya. Salah satu pendekatan yang efektif untuk menangani ketidakpastian data dalam penilaian ini adalah metode Fuzzy Logic, khususnya Fuzzy Mamdani. Metode ini dapat memproses data dengan fleksibilitas tinggi, menghasilkan keputusan yang lebih terukur serta mengakomodasi variabel input yang bersifat kabur atau tidak pasti. Metode Fuzzy Mamdani sangat efektif dalam menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam proses pengambilan Keputusan [11]. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya menghasilkan output yang lebih halus dan detail dibandingkan metode crisp (tegas), terutama dalam situasi yang melibatkan variabel dengan nilai samar. Dalam penerapannya, sistem Fuzzy Mamdani menggunakan aturan linguistik seperti "tinggi", "sedang", dan "rendah", sehingga lebih cocok untuk menangani permasalahan yang kompleks seperti penilaian kualitas tanah.

SPK berbasis metode Fuzzy Mamdani diyakini dapat menjadi solusi untuk penilaian kesehatan tanah di lahan kering. Sistem ini mampu mengolah berbagai parameter tanah secara komprehensif dan memberikan rekomendasi yang tepat guna meningkatkan produktivitas pertanian. SPK bertujuan memberikan informasi, prediksi, dan arahan yang membantu pengambilan keputusan secara efektif dan efisien [5]. Metode Mamdani dipilih karena kelebihanannya dalam pembentukan himpunan fuzzy yang sesuai kebutuhan penelitian, komposisi aturan yang relevan, serta proses defuzzifikasi yang menghasilkan nilai keputusan secara halus dan terkontrol. Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini yakni mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk membantu petani dalam menilai kualitas tanah di lahan pertanian kering, dengan harapan sistem ini dapat memberikan kemudahan dan ketepatan dalam proses penentuan kualitas lahan pertanian.

## B. METODE

### 1. Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani merupakan salah satu pendekatan dalam sistem logika fuzzy yang sering digunakan dalam proses pengambilan keputusan dan pengendalian sistem, terutama ketika data yang diolah bersifat tidak pasti atau mengandung ketidakpastian. Proses metode ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu fuzzifikasi, penerapan aturan fuzzy, dan defuzzifikasi.

#### 1) Fuzzifikasi

Pada tahap ini, nilai input dari variabel yang ada dikonversikan menjadi bentuk fuzzy. Proses ini menggunakan fungsi keanggotaan (membership function) untuk menentukan sejauh mana suatu nilai termasuk dalam suatu himpunan fuzzy tertentu. Sebagai contoh, untuk variabel suhu, nilai suhu tersebut dapat dikategorikan ke dalam fuzzy set seperti "rendah", "sedang", atau "tinggi", dengan tingkat keanggotaan bernilai antara 0 hingga 1.

#### 2) Penerapan Aturan Fuzzy

Tahap ini melibatkan penggunaan aturan fuzzy berbentuk IF-THEN untuk mengolah input fuzzy dan menghasilkan output fuzzy. Contoh aturan yang dapat digunakan adalah:

“IF suhu rendah THEN kipas kecepatan rendah”

“IF suhu tinggi THEN kipas kecepatan tinggi”

Melalui proses ini, beberapa aturan dapat diaktifkan secara bersamaan, menghasilkan output fuzzy gabungan yang mencerminkan hasil evaluasi semua aturan yang berlaku.

### 3) Defuzzifikasi

Tahap akhir ini bertujuan mengubah output fuzzy menjadi nilai crisp (tegas) yang dapat digunakan secara nyata dalam sistem. Salah satu metode defuzzifikasi yang umum digunakan adalah metode *centroid*, di mana nilai crisp diperoleh melalui perhitungan pusat massa dari fungsi keanggotaan output. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Output crisp} = \frac{\sum(x_i * \mu(x_i))}{\sum \mu(x_i)}$$

Ket:

$X_i$  = nilai output untuk fungsi keanggotaan tertentu

$\mu(x_i)$  = nilai keanggotaan dari  $X_i$

## 2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut:

- 1) Studi literatur. Pada studi literatur ini penulis melakukan pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian berbagai jurnal, skripsi dan penelitian sebelumnya yang mendukung dalam penelitian ini, yaitu tentang sistem pendukung keputusan penilaian kesehatan tanah pada tanaman produktif dilahan kering dengan menggunakan metode fuzzy mamdani
- 2) Observasi dan wawancara di lakukan di kantor Dinas pertanian dan juga dilakukan bersama salah satu petani di desa femnasi. Data pada penelitian ini menggunakan beberapa kriteria tanaman produktif dan beberapa variabel terkait kesehatan tanah. Data – data tersebut yang akan digunakan dalam sistem yang akan dibangun tersebut.
- 3) Analisis Kebutuhan sistem. Pada tahap analisis ini, kebutuhan sistem dibagi menjadi dua, yaitu fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional meliputi login, beranda, pengelolaan data alternatif dan kriteria, perhitungan penilaian, serta logout. Sementara itu, kebutuhan non-fungsional mencakup kemudahan penggunaan dengan antarmuka yang sederhana dan responsif, keamanan data melalui enkripsi dan backup, serta kemampuan akses dari berbagai perangkat dan platform (portability).
- 4) Perancangan Sistem. Berdasarkan hasil analisis terhadap kebutuhan sistem kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan. Tahap perancangan sistem terdiri dari tiga bagian, yakni, desain sistem, pengkodean dan penerapan metode fuzzy mamdani desain tampilan antarmuka.
- 5) Implementasi Sistem Implementasi sistem merupakan tahap uji coba sistem sehingga siap untuk dioperasikan. Tahap ini bertujuan untuk melihat perancangan yang telah dibuat apakah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Setelah sistem selesai dibuat dimulailah pengujian sistem yang dilakukan oleh peneliti terlebih dahulu untuk mengetahui apakah masih ada masalah ada dalam sistem atau tidak, apabila ada kesalahan maka akan dilakukan perbaikan terlebih dahulu.
- 6) Pengujian Sistem. Pada pengujian sistem ini, menggunakan Black box testing. Pengujian ini dilakukan di akhir pembuatan perangkat lunak, untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi studi pustaka, observasi, dan wawancara. Studi pustaka dilakukan dengan menelusuri berbagai referensi seperti buku, jurnal, dan artikel ilmiah yang relevan untuk memperkuat landasan teori. Observasi dilakukan

langsung di lahan pertanian di Desa Femnasi untuk mengamati kondisi fisik tanah dan praktik pertanian yang diterapkan petani. Sementara itu, wawancara dilakukan terhadap tiga responden, yaitu dua orang petani yang berpengalaman di lahan kering dan satu orang staf teknis dari Dinas Pertanian Kabupaten Malaka. Wawancara bertujuan untuk menggali informasi terkait indikator kesehatan tanah, seperti pH, tekstur, kelembaban, dan unsur hara. Data yang diperoleh dari ketiga metode ini digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem pendukung keputusan berbasis metode Fuzzy Mamdani, agar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di lapangan.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. HASIL

#### Analisis Masalah

Masalah utama dalam pengelolaan lahan di Desa Femnasi adalah kesulitan dalam menentukan tingkat kesehatan tanah secara akurat dan cepat. Kondisi dataran tinggi yang rawan kekeringan menyebabkan tanah menjadi keras dan miskin unsur hara, sehingga produktivitas menurun. Selama ini, petani masih mengandalkan pengalaman pribadi tanpa dukungan data ilmiah tentang kualitas tanah.

#### Analisis diusulkan

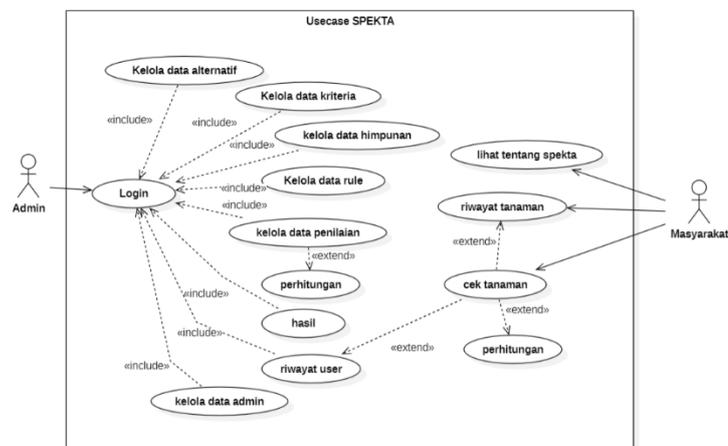
Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis metode Fuzzy Mamdani untuk membantu petani dalam menganalisis kondisi tanah dan memberikan rekomendasi tanaman produktif yang sesuai. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah petani dalam menentukan langkah strategis berdasarkan data yang akurat, sehingga pengelolaan pertanian di lahan kering dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

#### Analisis Kebutuhan sistem

Analisis kebutuhan sistem mencakup kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional mencakup fitur login, pengelolaan data (admin, alternatif, kriteria, himpunan, aturan), input dan proses penilaian dengan metode Fuzzy Mamdani, tampilan hasil, riwayat penilaian, halaman cek tanah tanpa login, serta informasi sistem. Kebutuhan non-fungsional mencakup kemudahan penggunaan, portabilitas, keamanan data, keandalan hasil, efisiensi, ketersediaan sistem, skalabilitas, serta dukungan backup dan pemulihan data.

#### Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem digunakan sebagai gambaran visual yang jelas dan terstruktur mengenai bagaimana sistem bekerja. Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah pada Tanaman Produktif di Lahan Kering (SPEKTA) ini menggunakan model *Unified Modeling Language* (UML).

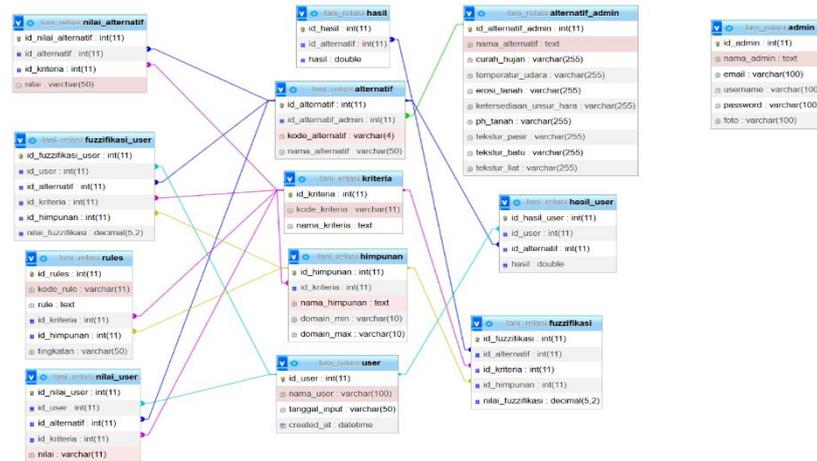


Gambar 1. Usecase diagram

Diagram *usecase* sistem SPEKTA menunjukkan interaksi antara dua aktor utama, yaitu Admin dan User, dengan fungsi-fungsi utama yang tersedia. Admin memiliki akses penuh untuk mengelola data sistem, seperti data admin, alternatif penilaian, kriteria, himpunan fuzzy, aturan, dan data penilaian. Admin juga bertanggung jawab dalam proses perhitungan, penampilan hasil penilaian, serta melihat riwayat penggunaan sistem oleh user. Sebelum mengakses fitur-fitur tersebut, Admin wajib melakukan login. Sementara itu, User dapat langsung menggunakan fitur pengecekan tanaman tanpa login dengan menginput data terkait tanaman atau tanah. User juga dapat melihat hasil pengecekan sebelumnya dan mengakses informasi umum mengenai sistem SPEKTA.

### Rancangan Database

Database dalam penelitian ini dirancang untuk menyimpan data secara efisien, konsisten, serta mudah diakses sesuai kebutuhan sistem. Terdapat 13 tabel utama yang saling berelasi untuk mendukung proses penilaian kesehatan tanah yaitu Tabel admin, tabel alternatif\_admin, Tabel alternatif, tabel kriteria, tabel himpunan, Tabel user, tabel nilai\_alternatif alternatif, Tabel nilai\_user, tabel fuzzifikasi, tabel fuzzifikasi\_user, tabel hasil, tabel hasil\_user dan tabel rules tabel ini saling terhubung guna menjaga konsistensi data dalam proses penilaian dan pengambilan keputusan.



Gambar 2. Database

### Penilaian Kesehatan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Penelitian ini menerapkan metode Fuzzy Mamdani untuk menilai kesehatan tanah bagi tanaman produktif di lahan kering. Penilaian didasarkan pada beberapa kriteria yang mencerminkan kondisi fisik dan kimia tanah yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Setiap kriteria diukur dengan satuan tertentu dan dikategorikan ke dalam himpunan fuzzy sesuai karakteristik nilainya, guna menangkap ketidakpastian dan variasi data secara fleksibel. Alternatif yang digunakan meliputi lima jenis tanaman produktif: alpukat, jeruk nipis, pisang, pepaya, dan mangga, yang dijadikan contoh kasus dalam analisis kondisi tanah di lahan kering.

Tabel 1. Data Kriteria dan Himpunan

Variabel	Himpunan	Domain
Curah Hujan (mm)	Rendah	0–350
	Sedang	350–500
	Tinggi	>700
Temperatur Udara (°C)	Rendah	0–20
	Sedang	20–27
	Tinggi	>27
Erosi Tanah (%)	Ya	25–80
	Tidak	0–25

Ketersediaan Unsur Hara ((mg/kg))	Rendah	0–200
	Sedang	200–700
	Tinggi	>700
pH Tanah	Asam	0–6
	Netral	6–7
	Basa	7–19
Tekstur Tanah (Pasir) (%)	Ya	25–50
	Tidak	0–25
Tekstur Tanah (Batu) (%)	Ya	25–50
	Tidak	0–25
Tekstur Tanah (Liat) (%)	Ya	25–50
	Tidak	0–25

**Studi Kasus:** Sebagai bagian dari implementasi sistem dalam penelitian ini, digunakan contoh kasus penilaian kesehatan tanah oleh seorang petani bernama Lani, yang ingin mengetahui tingkat kesuburan tanah untuk budidaya tanaman Alpukat. Penilaian dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu: curah hujan sebesar 400 mm, suhu udara 25°C, tingkat erosi tanah 30%, ketersediaan unsur hara 500 mg/kg, tingkat keasaman tanah (pH) 6,5, serta komposisi tekstur tanah berupa pasir 20%, debu/tanah baru 42%, dan liat 38%. Data ini kemudian diolah menggunakan sistem pendukung keputusan berbasis metode Fuzzy Mamdani untuk menentukan kategori kesehatan tanah pada lahan tersebut.

Berdasarkan kriteria tersebut, sistem akan melakukan penilaian kesehatan kondisi tanah pada tanaman jeruk nipis dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani berdasarkan aturan-aturan yang telah ditentukan. Berikut adalah langkah-langkah implementasi metode tersebut:

1) Menentukan Fuzzifikasi

Tahap fuzzifikasi mengubah nilai input (crisp) seperti curah hujan, temperatur, erosi, dan lainnya menjadi nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Proses ini bertujuan mengkonversi data kuantitatif menjadi data linguistik sesuai kategori setiap kriteria penilaian.

a. Kriteria curah hujan

Kriteria curah hujan diukur dalam milimeter (mm) dan dibagi ke dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi, yang merepresentasikan tingkat intensitas hujan berdasarkan rentang nilai tertentu.

$$\text{Rendah (400)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{350-x}{350-1} & \text{jika } 1 < x < 350 \\ 0 & \text{jika } x > 350 \end{cases} = 0$$

$$\text{sedang (400)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 1 \text{ atau } x > 500 \\ \frac{x-1}{350-1} & \text{jika } 1 < x < 350 \\ \frac{500-x}{500-350} & \text{jika } 350 < x < 500 \end{cases} = \frac{500-400}{500-350} = 0,67$$

$$\text{tinggi (400)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 500 \\ \frac{x-500}{700-500} & \text{jika } 500 < x < 700 \\ 1 & \text{jika } x > 700 \end{cases} = 0$$

b. Kriteria Temperatur udara

Kriteria temperatur udara diukur dalam derajat Celcius (°C) dan dibagi ke dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi, yang merepresentasikan kisaran suhu untuk menilai kesehatan tanah.

$$\text{Rendah (25)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{20-x}{20-1} & \text{jika } 1 < x < 20 \\ 0 & \text{jika } x > 20 \end{cases} = 0$$

$$\text{sedang (25)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 1 \text{ atau } x > 27 \\ \frac{x-1}{20-1} & \text{jika } 1 < x < 20 \\ \frac{27-x}{27-20} & \text{jika } 20 < x < 27 \end{cases} = \frac{27-25}{27-20} = 0.29$$

$$\text{tinggi (25)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 27 \\ \frac{x-27}{50-27} & \text{jika } 27 < x < 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases} = 0$$

## c. Kriteria Erosi Tanah

Kriteria erosi tanah diukur dalam persen (%) dan memiliki dua himpunan fuzzy, yaitu Ya dan Tidak, yang menunjukkan ada atau tidaknya erosi berdasarkan persentase tingkat pengikisan tanah.

$$\text{tidak (30)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1} & \text{jika } 1 < x < 25 \\ 0 & \text{jika } x > 25 \end{cases} = 0$$

$$\text{ya (30)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 25 \\ \frac{x-25}{50-25} & \text{jika } 25 < x < 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases} = \frac{30-25}{50-25} = 0.2$$

## d. Kriteria ketersediaan unsur hara

Kriteria ketersediaan unsur hara diukur dalam miligram per kilogram (mg/kg) dengan tiga himpunan fuzzy, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi, yang merepresentasikan tingkat kecukupan unsur hara dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

$$\text{Rendah (500)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{200-x}{200-1} & \text{jika } 1 < x < 200 \\ 0 & \text{jika } x > 200 \end{cases} = 0$$

$$\text{sedang (500)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 1 \text{ atau } x > 700 \\ \frac{x-1}{200-1} & \text{jika } 1 < x < 200 \\ \frac{700-x}{700-200} & \text{jika } 200 < x < 700 \end{cases} = \frac{700-500}{700-200} = 0.4$$

$$\text{tinggi (500)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 700 \\ \frac{x-700}{1000-700} & \text{jika } 700 < x < 1000 \\ 1 & \text{jika } x > 1000 \end{cases} = 0$$

## e. Kriteria PH tanah

Kriteria pH tanah menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan tanah, dengan tiga himpunan fuzzy yaitu Asam, Netral, dan Basa, yang merepresentasikan kisaran nilai pH berdasarkan tingkat keasamannya.

$$\text{asam (6.5)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{6-x}{6-1} & \text{jika } 1 < x < 6 \\ 0 & \text{jika } x > 6 \end{cases} = 0$$

$$\text{netral (6.5)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 1 \text{ atau } x > 7 \\ \frac{x-1}{6-1} & \text{jika } 1 < x < 6 \\ \frac{7-x}{7-6} & \text{jika } 6 < x < 7 \end{cases} = \frac{7-6.5}{7-6} = 0.50$$

$$\text{basa (6.5)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 7 \\ \frac{x-7}{14-7} & \text{jika } 7 < x < 14 \\ 1 & \text{jika } x > 14 \end{cases} = 0$$

## f. Kriteria tekstur tanah pasir

Kriteria tekstur tanah pasir diukur dalam persen (%) dan memiliki dua himpunan fuzzy, yaitu Ya dan Tidak, yang menunjukkan ada atau tidaknya kandungan pasir dalam tekstur tanah.

$$\text{tidak (20)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1} & \text{jika } 1 < x < 25 \\ 0 & \text{jika } x > 25 \end{cases} = \frac{25-20}{25-1} = 0,21$$

$$\text{ya (20)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 25 \\ \frac{x-25}{50-25} & \text{jika } 25 < x < 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases} = 0$$

## g. Kriteria tekstur tanah batu

Kriteria tekstur tanah batu diukur dalam persen (%) dengan dua himpunan fuzzy, yaitu Ya dan Tidak, yang menunjukkan ada atau tidaknya kandungan batu dalam tanah sesuai batas persentase yang ditentukan.

$$\text{tidak (42)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1} & \text{jika } 1 < x < 25 \\ 0 & \text{jika } x > 25 \end{cases} = 0$$

$$\text{ya (42)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 25 \\ \frac{x-25}{50-25} & \text{jika } 25 < x < 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases} = \frac{42-25}{50-25} = 0.68$$

## h. Kriteria tekstur tanah liat

Kriteria tekstur tanah liat diukur dalam persen (%) dengan dua himpunan fuzzy, yaitu Ya dan Tidak, yang menunjukkan ada atau tidaknya kandungan liat dalam tanah sesuai dengan batas persentase yang telah ditetapkan.

$$\text{tidak (38)} = \begin{cases} 1 & \text{jika } x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1} & \text{jika } 1 < x < 25 \\ 0 & \text{jika } x > 25 \end{cases} = 0$$

$$\text{ya (38)} = \begin{cases} 0 & \text{jika } x < 25 \\ \frac{x-25}{50-25} & \text{jika } 25 < x < 50 \\ 1 & \text{jika } x > 50 \end{cases} = \frac{38-25}{50-25} = 0.52$$

2) Pembentukan *rule* dan menentukan nilai inferensi

Pada tahap ini disusun rule base berupa aturan if-then yang menghubungkan kombinasi nilai input dari setiap kriteria dengan output kategori kesehatan tanah. Inferensi dilakukan menggunakan metode Min untuk menentukan derajat keanggotaan pada consequent berdasarkan nilai antecedent. Berikut ini adalah penentuan inferensi dan pembuatan *rule* berdasarkan kriteria:

R1 IF Curah Hujan Rendah AND Temperatur Udara Tinggi THEN Kesehatan Tanah Buruk

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0) = 0$$

R2 IF Curah Hujan Sedang AND Temperatur Udara Tinggi THEN Kesehatan Tanah Buruk

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0.67;0) = 0$$

R3 IF Curah Hujan Tinggi AND Temperatur Udara Rendah THEN Kesehatan Tanah Baik

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0) = 0$$

R4 IF Curah Hujan Rendah AND Temperatur Udara Sedang THEN Kesehatan Tanah Buruk

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0.286) = 0$$

R5 IF Curah Hujan Tinggi AND Temperatur Udara Tinggi THEN Kesehatan Tanah Buruk

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0) = 0$$

...

R48 IF Curah Hujan Tinggi AND Temperatur Udara Tinggi AND pH Tanah Netral AND Tekstur Tanah (Pasir) Tidak THEN Kesehatan Tanah Baik

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0;0.5;0.21) = 0$$

R49 IF Curah Hujan Rendah AND Temperatur Udara Rendah AND pH Tanah Asam AND Tekstur Tanah (Batu) Tidak THEN Kesehatan Tanah Buruk

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \min(0;0;0;0) = 0$$

Setelah dilakukan proses inferensi fuzzy dan komposisi aturan menggunakan metode Max, diperoleh nilai maksimum keanggotaan pada variabel output, yaitu 0,2 untuk kategori Buruk dan 0,29 untuk kategori Baik. Berdasarkan nilai maksimum tersebut, dilakukan pemotongan fungsi keanggotaan (truncation) untuk menentukan nilai keanggotaan baru. Hasil pemotongan menunjukkan bahwa titik potong untuk kategori Buruk berada pada nilai  $x = 60$ , sedangkan untuk kategori Baik berada pada  $x = 64,5$ .

### 3) Menentukan nilai defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi dilakukan untuk mengubah hasil output fuzzy menjadi nilai crisp yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode centroid atau *center of area*, yaitu dengan mencari titik pusat dari luas area di bawah kurva fungsi keanggotaan hasil komposisi.

#### a. Mencari nilai integral

$$M1 = \int_0^{60} 0.2 \times dx = 360$$

$$M2 = \int_{60}^{64.5} \frac{x-50}{100-50} \times dx = 68,78.$$

$$M3 = \int_{64.5}^{100} 0.29 \times dx = 846,76$$

#### b. Mencari Luas Area

$$LA1 = 60 * 0.2 = 12$$

$$LA2 = \frac{(0.2+0.29)(64.5-60)}{2} = 1.10$$

$$LA3 = (100 - 64.5) * 0.29 = 10.30$$

Berdasarkan perhitungan, nilai momen dari masing-masing area serta luas area di bawah kurva telah diperoleh. Selanjutnya, dilakukan pembagian antara total momen dengan total luas area untuk mendapatkan nilai akhir defuzzifikasi.

$$\frac{\sum M}{\sum LA} = \frac{360 + 68,78 + 846,76}{12 + 1.10 + 10.30} = 54,52 = 55\%$$

Nilai defuzzifikasi sebesar 55% merepresentasikan hasil akhir pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy. Persentase ini digunakan sebagai acuan klasifikasi untuk menilai kelayakan tanah dalam budidaya tanaman produktif di lahan kering.

Tabel 2. Persentase Kesehatan Tanah

Pesentase Kesehatan Tanah	
Buruk	< 50
Baik	>= 50

Berdasarkan hasil perhitungan untuk menilai kesehatan tanah pada tanaman jeruk nipis di lahan kering dapat diketahui bahwa hasil perhitungan Kesehatan tanah pada tanaman alpukat sebesar 55% yang dimana termasuk dalam kategori Baik sehingga lahan ini layak untuk budidaya Alpukat.

## 2. PEMBAHASAN

Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan (SPK) menggunakan metode Fuzzy Mamdani untuk menilai kesehatan tanah di lahan kering Desa Femnasi. Sistem mempertimbangkan parameter seperti curah hujan, temperatur, erosi, pH, dan tekstur tanah. Hasilnya, sistem mampu memberikan output penilaian secara akurat dan menyajikan informasi kriteria serta hasil secara jelas, sehingga mendukung pengambilan keputusan dan peningkatan produktivitas pertanian secara tepat guna.

Hasil Implementasi SPEKTA (Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah pada Tanaman Produktif di Lahan Kering) ini memaparkan beberapa fitur – fitur utama yakni:

1) Halaman Utama

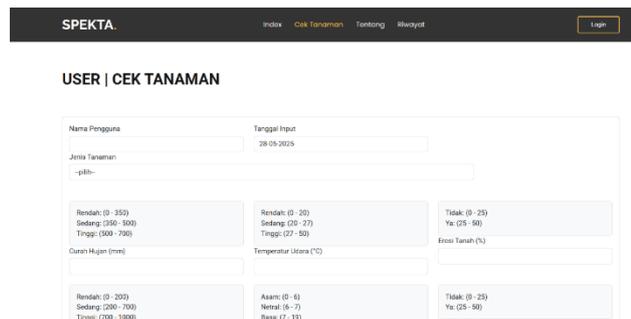
Halaman utama menampilkan judul sistem, tiga menu utama (Cek Tanaman, Tentang, Riwayat), dan tombol Login untuk admin.



Gambar 3. Halaman Utama

2) Halaman Cek Tanaman

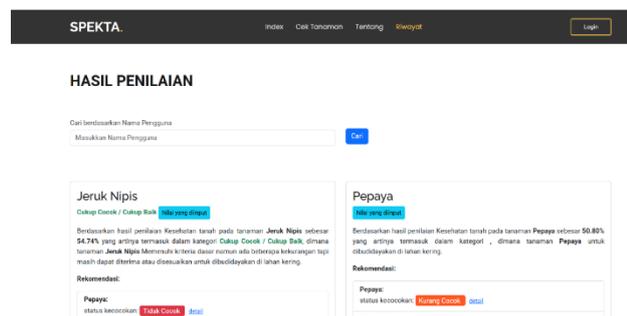
Halaman Cek Tanaman memungkinkan masyarakat menilai kesehatan tanah dengan mengisi data tanaman dan lingkungan, yang kemudian diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani.



Gambar 4. Halaman Cek Tanaman

3) Halaman Riwayat

Halaman Riwayat menampilkan hasil penilaian kecocokan tanah dan tanaman, serta riwayat berdasarkan nama pengguna.



Gambar 5. Halaman Riwayat

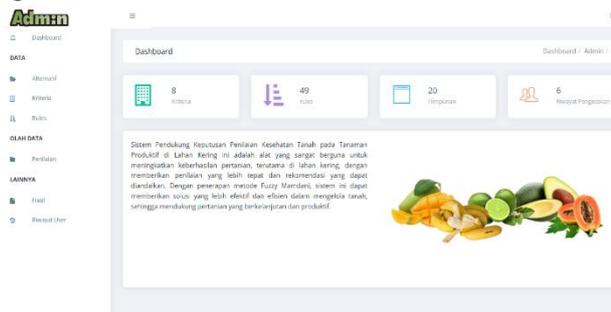
4) Halaman Login

Halaman login admin berfungsi untuk verifikasi akses ke fitur manajemen SPEKTA dengan memasukkan username dan password.



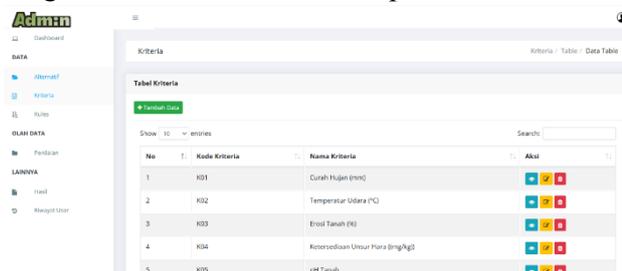
Gambar 6. Halaman Login Admin

- 5) **Halaman Dashboard**  
 Halaman dashboard adalah tampilan awal admin setelah login, berisi ringkasan data dan menu untuk mengakses fitur utama sistem.



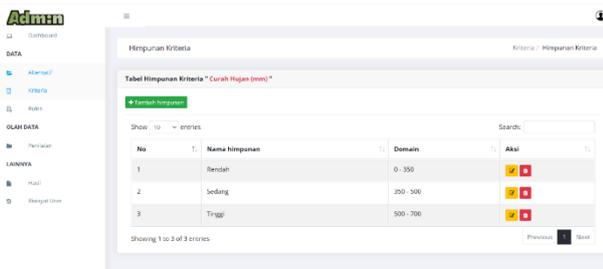
Gambar 7. Halaman Dashboard

- 6) **Halaman Kriteria**  
 Halaman kriteria memungkinkan admin mengelola daftar kriteria penilaian seperti pH tanah dan unsur hara, dengan fitur tambah, edit, dan hapus.



Gambar 8. Halaman Kriteria

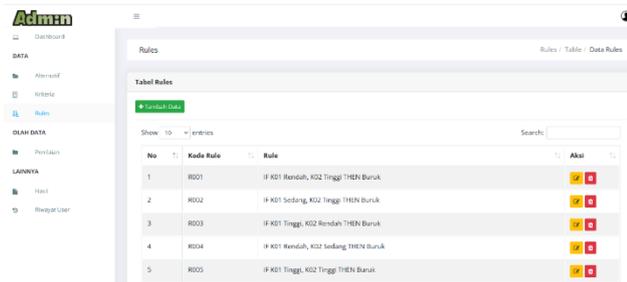
- 7) **Halaman Himpunan**  
 Halaman himpunan fuzzy mengatur fungsi keanggotaan tiap kriteria, seperti "Rendah" hingga "Tinggi", yang dapat diedit sesuai kebutuhan untuk mendukung hasil inferensi yang akurat.



Gambar 9. Halaman Himpunan

8) Halaman Rule

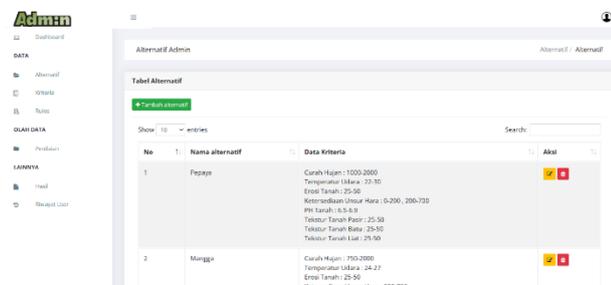
Halaman Rules mengelola aturan IF-THEN dalam logika fuzzy yang digunakan untuk proses inferensi. Admin dapat menambah, mengedit, atau menghapus aturan sesuai kebutuhan.



Gambar 10. Halaman Rule

9) Halaman Alternatif

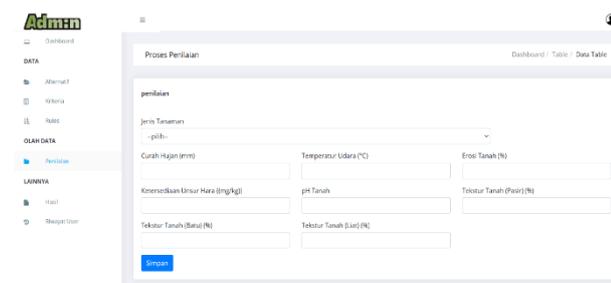
Halaman data alternatif digunakan admin untuk mengelola data tanaman dan kriteria tanah, dengan fitur tambah, edit, dan hapus data secara efisien.



Gambar 11. Halaman Alternatif

10) Halaman Penilaian

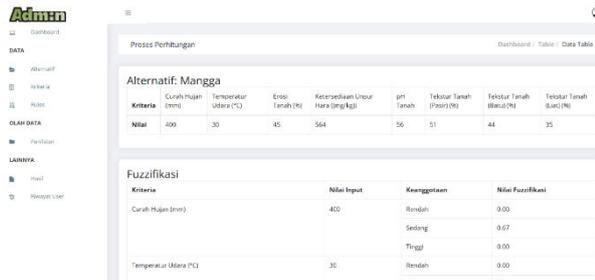
Halaman Penilaian memungkinkan admin menginput dan mengelola data penilaian tanaman berdasarkan parameter tanah, serta menampilkan hasilnya dalam tabel lengkap dengan opsi edit, lihat, dan hapus.



Gambar 12. Halaman Penilaian

11) Halaman Perhitungan

Halaman Perhitungan menampilkan tahapan metode Fuzzy Mamdani secara lengkap, mulai dari penilaian kriteria hingga defuzzifikasi, untuk menunjukkan alur logika sistem dalam menentukan hasil akhir.



Kriteria	Curah Hujan (mm)	Temperatur Udara (°C)	Erosi Tanah (%)	Ketersediaan Unsur Hara (mg/kg)	pH Tanah	Tekstur Tanah (Partisi)	Tekstur Tanah (Batu)	Tekstur Tanah (Lempung)
Nilai	400	30	45	564	5.6	51	44	35

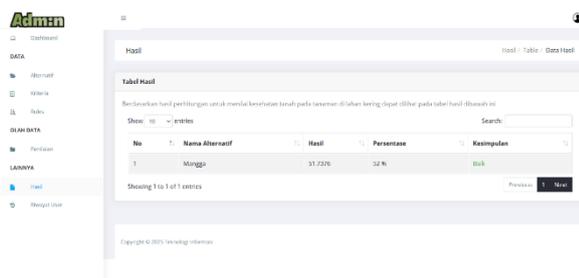
  

Kriteria	Nilai Input	Keanggotaan	Nilai Fuzzifikasi
Curah Hujan (mm)	400	Rendah	0.00
		Sedang	0.67
		Tinggi	0.00
Temperatur Udara (°C)	30	Rendah	0.00
		Tinggi	0.00

Gambar 13. Halaman Perhitungan

## 12) Halaman Hasil

Halaman hasil menampilkan output akhir dari perhitungan Fuzzy Mamdani, berupa data penilaian dan klasifikasi seperti “Baik” atau “Buruk”. Disediakan juga tombol untuk melihat detail atau mencetak laporan.



No	Nama Alternatif	Hasil	Persentase	Kesimpulan
1	Mangga	51.72%	52 %	Baik

Gambar 14. Halaman Hasil

Implementasi sistem telah melalui tahap pengujian menggunakan metode Blackbox Testing. Pengujian dilakukan oleh admin dan user untuk memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai harapan. Hasilnya menunjukkan bahwa semua menu dan proses berjalan dengan baik tanpa ditemukan bug, sehingga sistem dinyatakan layak digunakan.

## D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Mamdani mampu digunakan untuk menghitung tingkat kesehatan tanah dengan mengolah beberapa kriteria seperti pH tanah, tekstur, kelembaban, dan kandungan unsur hara melalui proses fuzzifikasi, penerapan aturan, dan defuzzifikasi. Metode ini kemudian diimplementasikan ke dalam sistem pendukung keputusan yang dirancang untuk membantu petani dan pihak terkait dalam menilai kondisi tanah secara lebih mudah, cepat, dan objektif. Sistem yang dikembangkan mampu memberikan hasil penilaian tingkat kesuburan tanah secara otomatis, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan pertanian khususnya di lahan kering.

## E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wulansari, F. Athallah, dan F. Pambudi, "Status Kesehatan Tanah Dengan Metode Selidik Cepat di Areal Pertanaman Teh," *Jurnal Ecosolum*, vol. 11, no. 2, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v11i2.23502>
- [2] D. Eksanti Saragih, A. Faisol, dan F. S. Wahyuni, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kamera DSLR Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, pp. 3123–3127, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7614>
- [3] P. F. Siregar, M. Hannats, H. Ichsan, dan S. R. Akbar, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Sistem Pendeteksi Kualitas Tanah pada Tanaman Kedelai," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 7, pp. 3251–3259, 2023. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

- [4] A. A. Harahap, Y. R. Nasution, dan R. A. Putri, "Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Penjurusan Siswa Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani dan Weighted Product (WP) di SMAN 1 Barumun Kabupaten Padang Lawas," *Journal of Science and Social Research*, no. 4307, pp. 2065–2072, May 2025.
- [5] R. R. Harahap, S. Wahyuni, dan D. R. Putri, "Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah Pada Tanaman Jagung Dengan Metode Simple Additive Weighting Berbasis Desktop," *Journal of Science and Social Research*, vol. 4, no. 3, p. 268, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.54314/jssr.v4i3.693>
- [6] N. Istiqomah dan A. Hidayat, "Sistem Informasi Website Sebagai Media Promosi Dan Sarana Informasi Pada Rumah Sakit Mardi Waluyo Metro," *JMSI*, vol. 3, no. 1, pp. 19–26, 2021.
- [7] Junaidi, "Implementasi Fuzzy Logic Dengan Metode Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Kinerja Dosen," *Jurnal Information System*, vol. 3, no. 1, pp. 17–27, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.61488/jis.v3i1.256>
- [8] I. Karima dan A. Rahman, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Pengambilan Keputusan Rekomendasi Jumlah Produksi," *Jurnal Inovasi Komputer (INOKOM)*, vol. 1, no. 1, pp. 24–34, 2024.
- [9] A. K. Nugroho, I. Permadi, N. Nofiyati, dan S. H. N. Ulfa, "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah Dengan Metode Simple Additive Weighting," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 4, no. 1, pp. 61–69, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1034>
- [10] B. Kurniawan, M. Romzi, J. Informatika, D. Komputer, dan M. Romzi, "Perancangan Sistem Pemesanan Makanan Berbasis Web menggunakan PHP dan MySQL," *Jurnal Informatika dan Komputer (JIK)*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2021. [Online]. Available: <https://bitlabs.id/blog/rad-adalah/>
- [11] B. I. Nugroho, Gunawan, dan M. A. Triwinanto, "Penerapan Fuzzy Mamdani Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Telepon Seluler," *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 18, pp. 67–73, 2023.
- [12] R. Nursyanti, V. M. Nasution, dan C. Kurniawan, "Fuzzy Logic Metode Mamdani Untuk Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan," *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, vol. 12, no. 1, p. 72, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36448/jsit.v12i1.2008>
- [13] R. F. Ramadhan dan R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database MySQL dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.55>
- [14] D. Sunandar, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penanganan Kesehatan Gizi Balita di RS Citra Arafiq Sawangan," *Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 7, no. 4, pp. 2311–2320, 2025.
- [15] B. Wicaksono, A. Febrianto, L. Monika, dan S. Arifin, "Sistem Pendukung Keputusan Jumlah Produksi Dengan Metode Fuzzy," *JURIHUM: Jurnal Inovasi dan Humaniora*, vol. 1, no. 1, pp. 105–115, 2023. [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jurihum>
- [16] Y. Z. Aqilah, D. Parulian, dan D. Katarina, "Sistem pendukung keputusan penilaian akademik siswa raudhatul athfal menggunakan metode fuzzy," *Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan (JRKT)*, vol. 4, no. 3, pp. 225–233, 2024.

- [17] Z. U. Rosyidin, D. K. Argeshwara, A. P. Wibawa, A. N. Handayani, dan M. S. Hadi, "Pemodelan Sistem Deteksi Kadar Unsur Hara Tanah Berdasarkan Nilai NPK Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 9, pp. 77–88, Nov. 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.34128/jsi.v9i1.523>
- [18] M. Fairuzabadi, A. A. Permana, W. Istiono, S. Pomalingo, A. B. Prasetyo, Y. P. K. Kelen, *et al.*, "Sistem Pendukung Keputusan: Konsep, Metode, dan Implementasi," 2023.
- [19] Y. P. K. Kelen, W. Sucipto, K. J. T. Seran, H. H. Ullu, P. Manek, A. K. D. Lestari, and K. Fallo, "Decision support system for the selection of new prospective students using the simple additive weighted (SAW) method," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2798, no. 1, p. 020001, 2023, doi: 10.1063/5.0154676.