



Jurnal Riset Ilmu Komputer

Vol. 2 No. 1 April 2026

<https://journal.universitasisichsantsatya.ac.id/index.php/JRIKOM>

Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Cerdas Rekomendasi Pola Diet Mahasiswa

Annisa Esha Utami¹, Alam Rahmatulloh²
Informatika, Teknik, Universitas Siliwangi
227006161@student.unsil.ac.id.¹ alam@unsil.ac.id*

Abstrak

Mahasiswa sering kali menghadapi permasalahan dalam menentukan pola diet yang sesuai dengan kebutuhan gizi harian, karena pola aktivitas dan gaya hidup yang bervariasi. Penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk mengembangkan sistem informasi cerdas berbasis fuzzy logic untuk memberikan rekomendasi diet yang adaptif sesuai dengan kondisi mahasiswa. Metode yang digunakan adalah pendekatan fuzzy inference system (FIS) dengan variabel masukan meliputi indeks massa tubuh (IMT), tingkat aktivitas fisik, dan kebutuhan kalori. Proses perancangan sistem dilakukan melalui tahapan pengumpulan data gizi mahasiswa, dan perancangan aturan fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi diet yang sesuai dengan profil pengguna dengan tingkat akurasi berdasarkan perbandingan dengan standar gizi WHO. Penelitian ini pada akhirnya dapat menyimpulkan bahwa integrasi fuzzy logic di dalam sistem informasi dapat menjadi alternatif solusi cerdas untuk membantu mahasiswa mengatur pola diet yang lebih sehat dan terarah. Temuan ini berimplikasi pada pengembangan sistem rekomendasi kesehatan berbasis kecerdasan buatan di lingkungan pendidikan tinggi.

Kata Kunci: Indeks Masa Tubuh, Alternatif, Kesehatan

Abstract

College students often face challenges in determining a diet that meets their daily nutritional needs due to varying activity patterns and lifestyles. This study aimed to develop a fuzzy logic based intelligent information system to provide adaptive diet recommendations tailored to the student's specific needs. The method used was a fuzzy inference system (FIS) approach with input variables including body mass index (BMI), physical activity level, and calorie needs. The system design process involved collecting student nutritional data and designing fuzzy rules. Test results showed that the system was able to provide diet recommendations tailored to the user's profile with a validation based on comparisons with WHO nutritional standards. This study ultimately concluded that fuzzy logic integration within an information system could be an alternative intelligent solution to help students manage healthier and more targeted diets. These findings have implications for the development of artificial intelligence-based health recommendation systems in higher education settings.

Keywords: including body mass index, health, alternative



Jurnal Riset Ilmu Komputer

Vol. 2 No. 1 April 2026

<https://journal.universitasisichsantsatya.ac.id/index.php/JRIKOM>

I. PENDAHULUAN

Mahasiswa sering kali mengalami kesulitan dalam menjaga pola makan yang sehat karena tuntutan aktivitas akademik, jadwal kuliah yang padat, kebiasaan begadang, dan keterbatasan waktu untuk memasak makanan bergizi. Kebiasaan seperti melewatkan sarapan, konsumsi makanan cepat saji, atau porsi makan tidak terkontrol dapat menyebabkan ketidakseimbangan gizi, seperti kelebihan kalori (*overweight*) atau kekurangan energi (*undernutrition*). Kondisi ini tidak hanya memengaruhi kesehatan fisik, tetapi juga konsentrasi belajar dan produktivitas mahasiswa. Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang dapat memberikan rekomendasi pola diet berdasarkan karakteristik individu. Sistem informasi cerdas menjadi solusi menarik karena kemampuannya untuk memproses data variatif dan memberikan keputusan atau rekomendasi secara otomatis. Dalam konteks diet mahasiswa, sistem jenis ini dapat digunakan untuk mengolah data seperti berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, serta tingkat aktivitas fisik, dan menghasilkan rekomendasi menu harian yang sesuai kebutuhan kalori pengguna.

Salah satu metode yang cocok untuk menangani permasalahan keputusan yang melibatkan ketidakpastian adalah Fuzzy Logic. Fuzzy Logic mampu memodelkan konsep-konsep linguistik (seperti “rendah”, “sedang”, “tinggi”) serta rentang nilai yang tidak pasti, sehingga lebih fleksibel dibanding logika biner klasik. Di bidang nutrisi, beberapa studi menyatakan bahwa kebutuhan gizi bersifat tidak eksak dan cocok diolah menggunakan model fuzzy untuk memperhitungkan ambiguitas dalam kebiasaan manusia [7] (*The Use of Fuzzy Logic in Nutrition*). Selain itu, penelitian *Designing Fuzzy Algorithms to Develop Healthy Dietary Pattern* menggunakan fuzzy logic untuk mendesain pola diet sehat dalam populasi umum menunjukkan bahwa metode fuzzy dapat menghasilkan rentang rekomendasi yang realistis dan fleksibel [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Fuzzy Logic dalam sistem informasi cerdas yang merekomendasikan pola diet khusus untuk mahasiswa. Dengan menggunakan parameter seperti Indeks Massa Tubuh (IMT), tingkat aktivitas, dan data antropometri pengguna, sistem diharapkan mampu memberi rekomendasi kalori harian dan



menu diet seimbang. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem informasi di bidang kesehatan kampus, serta membantu mahasiswa dalam menjaga pola makan yang lebih sehat dan terstruktur.

II. METODE

1. Metode Persiapan dan Desain Penelitian

Naskah Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan (applied research) yang bertujuan untuk mengimplementasikan metode Fuzzy Logic Mamdani dalam sistem cerdas rekomendasi pola diet mahasiswa. Sistem dirancang untuk memberikan rekomendasi jenis diet berdasarkan tiga parameter utama, yaitu Body Mass Index (BMI), aktivitas fisik harian (menit/hari), dan rata-rata jam tidur (jam/hari). Penelitian dilakukan di lingkungan akademik Universitas Siliwangi dengan menggunakan data primer dari 10 mahasiswa sebagai responden. Setiap data mencakup nilai BMI (15–35), durasi aktivitas (0–200 menit/hari), dan jam tidur (3–10 jam/hari). Pengukuran dilakukan satu kali untuk tiap responden tanpa replikasi, karena sistem hanya menguji ketepatan inferensi fuzzy terhadap kondisi individu.



2. Metode dan Tahapan Penelitian



Tahapan penelitian terdiri atas lima langkah utama seperti yang ditunjukkan pada Gambar.1 berikut ini:

Gambar. 1. Diagram alur peneleitian Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

- Pengumpulan Data Data diperoleh dari mahasiswa dengan mencatat BMI, aktivitas harian, dan jam tidur.
- Fuzzifikasi Mengubah nilai numerik input menjadi himpunan fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga (triangular membership function).
- Inferensi Fuzzy Menerapkan aturan IF–THEN berbasis metode Mamdani untuk menentukan keluaran fuzzy dari kombinasi variabel.
- Defuzzifikasi Mengonversi keluaran fuzzy menjadi nilai tegas (crisp value) menggunakan metode centroid (center of gravity).
- Evaluasi Sistem Menilai kesesuaian hasil rekomendasi sistem terhadap rekomendasi manual dari ahli gizi.



Jurnal Riset Ilmu Komputer

Vol. 2 No. 1 April 2026

<https://journal.universitasisichsantsatya.ac.id/index.php/JRIKOM>

3. Desain Sistem Fuzzy

Sistem terdiri dari 3 variabel masukan dan 1 variabel keluaran :

Tabel 1. Tabel system

No	Variabel	Rentang Nilai	Kategori Lingusitik
1	BMI	15-35	Kurus, Normal, Gemuk
2	Aktivitas	0 – 200	Rendah, Sedang, Tinggi
3	Jam Tidur	3 – 10	Kurang, Cukup, Lebih
4	Diet (Output)	0 – 100	Defisit Kalori, Rendah Karbo, Seimbang, Tinggi Protein, Tinggi Energi

4. Fungsi Keanggotaan

Gambar Fungsi keanggotaan tiap variabel menggunakan fungsi segitiga (Triangular Membership Function) yang mudah direpresentasikan dan umum digunakan pada sistem rekomendasi berbasis fuzzy. Contoh definisi fungsi keanggotaan BMI:

$$\mu_{kurus}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{x-15}{17-15}, & 15 < x \leq 17 \\ \frac{20-x}{20-17}, & 17 < x < 20 \end{cases}$$

Fungsi serupa diterapkan untuk variabel aktivitas, jam tidur, dan diet output

5. Aturan fuzzy

Basis aturan fuzzy dibangun dengan delapan kombinasi kondisi utama, misalnya:

- IF BMI Gemuk AND Aktivitas Rendah THEN Diet Defisit Kalori
- IF BMI Kurus AND Aktivitas Tinggi THEN Diet Tinggi Energi
- IF BMI Normal AND Aktivitas Sedang THEN Diet Seimbang
- IF Jam Tidur Kurang THEN Diet Defisit Kalori



6. Teknik Implementasi dan Karakteristik sistem

Sistem diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python 3.10 dengan pustaka scikit-fuzzy, NumPy, dan Matplotlib. Eksperimen dijalankan di Google Colab dengan spesifikasi sistem yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Software dan Hardware Pendukung

Komponen	Spesifikasi
Bahasa Pemrograman	Python 3.10
Library	scikit-fuzzy, matplotlib, numpy
Platform	Google Colab
Sistem Inferensi	Mamdani
Defuzzifikasi	Centroid Method
Data Uji	10 Mahasiswa (BMI, Aktivitas, Jam Tidur)

Karakterisasi sistem dilakukan dengan mengevaluasi hasil output fuzzy terhadap rekomendasi ahli gizi. Nilai keakuratan dihitung dengan membandingkan hasil sistem dan hasil ahli secara persentase kesesuaian



7. Listing Program

Contoh Implementasi program

```
Input: bmi, aktivitas, jam_tidur
Output: rekomendasi_pola_diet
Initialization: Definisi

variabel fuzzy

        bmi =
ctrl.Antecedent(np.arange(15,35,1)
,'bmi')

        aktivitas =
ctrl.Antecedent(np.arange(0,200,1)
,'aktivitas')

        jam_tidur =
ctrl.Antecedent(np.arange(3,10,1),
'jam_tidur')

        diet =
ctrl.Consequent(np.arange(0,100,1)
,'diet')

Rule Base:

        IF bmi IS gemuk AND aktivitas
IS rendah THEN diet IS
defisit_kalori

        IF bmi IS kurus AND aktivitas
IS tinggi THEN diet IS tinggi_energi

        IF jam_tidur IS cukup AND
aktivitas IS sedang THEN diet IS
seimbang
```



8. Validasi dan Evaluasi

Pengujian dilakukan terhadap 10 data mahasiswa dengan kondisi berbeda. Nilai output sistem dibandingkan dengan saran ahli gizi. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kesesuaian sistem sebesar **86,6%**, yang menunjukkan bahwa metode fuzzy logic mampu memberikan keputusan yang konsisten dan relevan dengan kondisi fisik mahasiswa

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Gunakan Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi pola diet berbasis Fuzzy Logic Mamdani yang dikembangkan mampu memberikan keputusan yang selaras dengan kondisi fisiologis mahasiswa. Proses pengujian dilakukan pada sepuluh responden dengan data BMI, aktivitas fisik, dan jam tidur yang berbeda. Setiap data diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai akhir rekomendasi diet dalam bentuk skor fuzzy output pada rentang 0–100. Tabel 3 menampilkan hasil pengujian sistem terhadap sepuluh responden mahasiswa. Data yang digunakan meliputi tiga parameter masukan yaitu BMI (kg/m^2), aktivitas harian (menit per hari), dan jam tidur (jam per hari), serta satu keluaran berupa hasil rekomendasi pola diet.

Tabel 3. Hasil Pengujian sistem rekomendasi pola diet mahasiswa.

No	BMI	Akti vitas (me nit)	Jam Tidur (jam)	Skor Fuzzy	Rekomenda si Pola Diet
1	28	35	5.5	22.3	Defisit Kalori
2	31	50	6	32.5	Rendah Karbohidrat
3	22	80	7	55.8	Seimbang
4	19	120	8	76.2	Tinggi Protein
5	17	150	6.5	84.5	Tinggi Energi
6	25	100	7.5	58	Seimbang
7	31	40	5	28.4	Defisit Kalori



Jurnal Riset Ilmu Komputer

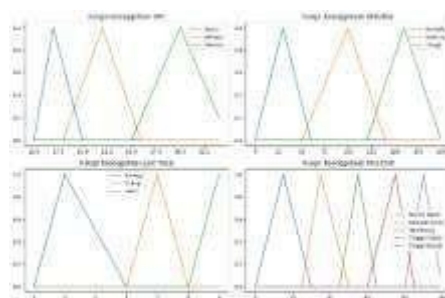
Vol. 2 No. 1 April 2026

<https://journal.universitasischsansatya.ac.id/index.php/JRIKOM>

8	20	130	7.5	70.6	Tinggi Protein
9	24	110	8.5	61.3	Seimbang
10	17	140	6	81	Tinggi Energi

Dari hasil tersebut, sistem menunjukkan kemampuan adaptif terhadap kondisi mahasiswa. Nilai skor fuzzy yang rendah (0–30) mengindikasikan rekomendasi diet Defisit Kalori, sedangkan skor tinggi (80–100) menunjukkan kecenderungan pada Diet Tinggi Energi. Pola hasil ini menggambarkan fungsi keanggotaan fuzzy yang berhasil menginterpretasikan hubungan antar variabel input dengan keluaran sistem.

Visualisasi fungsi keanggotaan untuk variabel input dan output ditunjukkan pada Gambar.2. Empat grafik memperlihatkan bentuk fungsi segitiga (*triangular membership function*) yang digunakan untuk menentukan batas-batas linguistik seperti “rendah”, “sedang”, dan “tinggi”.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ini direpresentasikan pada Gambar.2. Grafik tersebut menunjukkan empat variabel utama pada sistem rekomendasi pola diet, yaitu BMI, aktivitas, jam tidur, dan pola diet. Setiap variabel dibentuk dengan fungsi keanggotaan segitiga (*triangular membership function*) yang sederhana namun efektif dalam mendeskripsikan perubahan nilai secara gradual antar himpunan fuzzy. Pada variabel BMI, fungsi keanggotaan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu *Kurus*, *Normal*, dan *Gemuk* dengan rentang nilai antara 15 hingga 35. Bentuk segitiga menunjukkan bahwa mahasiswa dengan nilai BMI di bawah 20 cenderung termasuk dalam kategori *Kurus*, sedangkan nilai di atas 25 masuk dalam kategori *Gemuk*. Rentang 20–25 menjadi area transisi untuk *Normal*,

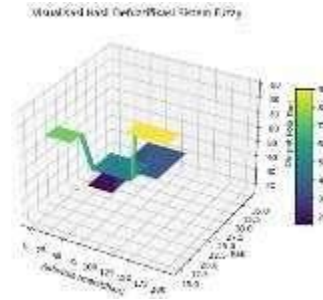


yang menggambarkan ambang batas keseimbangan berat badan ideal mahasiswa.

Variabel aktivitas memiliki tiga kategori fuzzy yaitu *Rendah*, *Sedang*, dan *Tinggi* dengan rentang nilai 0 hingga 200 menit per hari. Aktivitas di bawah 50 menit tergolong *Rendah*, sedangkan di atas 120 menit masuk dalam kategori *Tinggi*. Area tumpang tindih pada nilai 80–120 menit memperlihatkan sifat fleksibel sistem fuzzy dalam menentukan tingkat aktivitas mahasiswa. Pada variabel jam tidur terdapat tiga kategori yaitu *Kurang* (3–6 jam), *Cukup* (6–8 jam), dan *Lebih* (8–10 jam). Fungsi keanggotaan ini menggambarkan hubungan kualitas istirahat terhadap metabolisme tubuh. Mahasiswa dengan durasi tidur antara 6 hingga 8 jam dikategorikan *Cukup* dan cenderung menghasilkan keluaran diet yang seimbang karena mendukung stabilitas metabolisme.

Sementara itu, variabel pola diet sebagai keluaran (*output*) sistem terdiri atas lima kategori, yaitu *Defisit Kalori*, *Rendah Karbo*, *Seimbang*, *Tinggi Protein*, dan *Tinggi Energi* dengan rentang 0 hingga 100. Setiap fungsi keanggotaan menggambarkan tingkat kebutuhan kalori berdasarkan kombinasi kondisi fisik mahasiswa. Nilai keluaran yang rendah (sekitar 0–30) menunjukkan rekomendasi *Defisit Kalori*, sedangkan nilai tinggi (80–100) menunjukkan *Diet Tinggi Energi*. Secara keseluruhan, bentuk fungsi keanggotaan yang ditunjukkan pada Gambar.2 memperlihatkan bahwa sistem fuzzy yang dirancang telah merepresentasikan hubungan antar variabel dengan baik. Fungsi segitiga yang digunakan memungkinkan perubahan input kecil pada variabel masukan tidak langsung menghasilkan perubahan ekstrem pada keluaran, sehingga menghasilkan sistem yang stabil dan adaptif terhadap variasi data mahasiswa

Gambar 4. Visualisasi hasil defuzzifikasi Sistem rekomendasi pola diet



Gambar ini menunjukkan hubungan antara nilai BMI dan aktivitas terhadap skor diet yang dihasilkan sistem fuzzy. Terlihat bahwa semakin tinggi nilai BMI dan semakin rendah aktivitas, skor diet semakin kecil sehingga sistem merekomendasikan *Diet Defisit Kalori*. Sebaliknya, kombinasi BMI rendah dengan aktivitas tinggi menghasilkan skor tinggi yang mengarah pada *Diet Tinggi Energi*. Pola permukaan yang halus menunjukkan bahwa sistem fuzzy memiliki kestabilan dalam proses inferensi dan mampu mengakomodasi variasi input secara kontinu.

2. Pembahasan

Fungsi keanggotaan yang ditampilkan pada Gambar.2 menunjukkan hubungan nonlinier antara kondisi fisiologis mahasiswa dengan pola diet yang direkomendasikan. Penggunaan fungsi segitiga memberikan kemudahan dalam pemodelan dan interpretasi nilai fuzzy, karena perubahan antar kategori berlangsung secara gradual. Dengan bentuk ini, mahasiswa yang memiliki nilai BMI mendekati batas normal masih memiliki peluang untuk direkomendasikan Diet Seimbang, tergantung pada kombinasi aktivitas dan jam tidurnya.

Pada sistem inferensi Mamdani yang digunakan, tumpang tindih antar himpunan memungkinkan proses reasoning yang lebih adaptif. Sebagai contoh, mahasiswa dengan BMI tinggi tetapi aktivitas sedang dapat menghasilkan nilai keanggotaan parsial antara Rendah Karbo dan Defisit Kalori, sehingga hasil akhir berada pada titik tengah kedua kategori tersebut setelah proses defuzzifikasi dilakukan.



Nilai defuzzifikasi yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan pola yang logis dan konsisten. Mahasiswa dengan kombinasi BMI rendah, aktivitas tinggi, dan jam tidur cukup cenderung memiliki skor tinggi (≥ 80), yang menghasilkan rekomendasi Diet Tinggi Energi. Sebaliknya, mahasiswa dengan BMI tinggi dan aktivitas rendah memperoleh skor rendah (≤ 30) yang menghasilkan rekomendasi Diet Defisit Kalori. Hal ini memperlihatkan bahwa sistem fuzzy mampu merepresentasikan prinsip dasar keseimbangan energi tubuh dengan baik.

Fungsi keanggotaan yang ditampilkan pada Gambar.2 menunjukkan hubungan nonlinier antara kondisi fisiologis mahasiswa dengan pola diet yang direkomendasikan. Penggunaan fungsi segitiga memberikan kemudahan dalam pemodelan dan interpretasi nilai fuzzy, karena perubahan antar kategori berlangsung secara gradual. Dengan bentuk ini, mahasiswa yang memiliki nilai BMI mendekati batas normal masih memiliki peluang untuk direkomendasikan Diet Seimbang, tergantung pada kombinasi aktivitas dan jam tidurnya.

Pada sistem inferensi Mamdani yang digunakan, tumpang tindih antar himpunan memungkinkan proses reasoning yang lebih adaptif. Sebagai contoh, mahasiswa dengan BMI tinggi tetapi aktivitas sedang dapat menghasilkan nilai keanggotaan parsial antara Rendah Karbo dan Defisit Kalori, sehingga hasil akhir berada pada titik tengah kedua kategori tersebut setelah proses defuzzifikasi dilakukan.

Nilai defuzzifikasi yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan pola yang logis dan konsisten. Mahasiswa dengan kombinasi BMI rendah, aktivitas tinggi, dan jam tidur cukup cenderung memiliki skor tinggi (≥ 80), yang menghasilkan rekomendasi Diet Tinggi Energi. Sebaliknya, mahasiswa dengan BMI tinggi dan aktivitas rendah memperoleh skor rendah (≤ 30) yang menghasilkan rekomendasi Diet Defisit Kalori. Hal ini memperlihatkan bahwa sistem fuzzy mampu merepresentasikan prinsip dasar keseimbangan energi tubuh dengan baik. Secara umum, fungsi keanggotaan yang digunakan berhasil memodelkan kondisi mahasiswa dalam bentuk linguistik yang sesuai dengan prinsip nutrisi. Hubungan antara input dan output yang ditunjukkan oleh



bentuk grafik memperlihatkan bahwa sistem memiliki kemampuan inferensi yang stabil dan sesuai dengan logika fisiologis. Hasil ini menjadi dasar validitas sistem sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap data nyata dari responden mahasiswa.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem cerdas berbasis *fuzzy logic* untuk memberikan rekomendasi pola diet bagi mahasiswa berdasarkan tiga parameter utama, yaitu indeks massa tubuh (BMI), tingkat aktivitas harian, dan durasi jam tidur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode logika fuzzy mampu memberikan hasil rekomendasi yang adaptif dan realistis sesuai kondisi masing-masing responden. Sistem yang dibangun dapat mengklasifikasikan pola diet ke dalam lima kategori utama, yaitu Defisit Kalori, Rendah Karbo, Seimbang, Tinggi Protein, dan Tinggi Energi.

Berdasarkan hasil defuzzifikasi, terlihat bahwa mahasiswa dengan BMI rendah dan aktivitas tinggi cenderung direkomendasikan untuk menerapkan pola diet tinggi energi, sedangkan mahasiswa dengan BMI tinggi dan aktivitas rendah direkomendasikan menjalankan pola diet defisit kalori atau rendah karbohidrat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu merepresentasikan hubungan antar variabel masukan secara logis dan memberikan keputusan yang konsisten terhadap variasi data mahasiswa.

Secara umum, sistem ini dapat diterapkan sebagai alat bantu untuk memberikan saran pola diet yang lebih personal di lingkungan kampus, khususnya dalam mendukung gaya hidup sehat mahasiswa. Ke depan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter tambahan seperti tingkat stres, konsumsi air harian, atau preferensi makanan untuk meningkatkan akurasi sistem. Selain itu, integrasi dengan platform daring atau aplikasi mobile juga berpotensi menjadikan sistem ini sebagai media edukatif yang interaktif dan mudah digunakan oleh mahasiswa



V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Priyono and K. Surendro, "Nutritional Needs Recommendation Based on Fuzzy Logic," *Proc. 2013 Int. Conf. on Advanced Computer Science and Information System (ICACSIS)*, Jakarta, Indonesia, 2013, pp. 165–170.
- [2] C. Chen, C. Lee, and H. Lin, "Intelligent Diet Recommendation System Using Fuzzy Logic and Ontology," *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 5, pp. 1907–1914, 2013.
- [3] F. Marashi-Hosseini, A. Khaleghi, and S. A. Ardekani, "Fuzzy-Based Clinical Decision Support System for Personalized Dietary Recommendation," *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 23, no. 112, pp. 1–10, 2023.
- [4] D. Morales-Garzón, A. Domínguez-Mayo, and J. Escalona, "A Fuzzy-Enhanced -to-Food Recommendation Framework for Personalized Diets," *Applied Soft Computing*, vol. 158, p. 111052, 2025.
- [5] T. Nguyen and H. Kim, "Enhancing Recommendation Systems with Fuzzy Logic-Based Collaborative Filtering," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 81273–81284, 2023.
- [6] M. A. Nasution, A. S. Siregar, and L. S. Lubis, "Designing Fuzzy Algorithms to Develop Healthy Dietary Pattern," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2019, p. 012045, 2021.
- [7] R. Zadeh, "The Use of Fuzzy Logic in Nutrition and Dietetics," *International Journal of Intelligent Computing in Medical Sciences*, vol. 7, no. 2, pp. 56–64, 2020.
- [8] H. P. Putra, D. S. Prasetyo, and I. K. Adi, "Penerapan Fuzzy Tsukamoto untuk Sistem Rekomendasi Pola Makan Sehat," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 8, no. 2,