



Diabetemate: Food Suitability System for Diabetes Patients Based on *Fuzzy Logic*

Indira Fitriani, Muh.Taufiq Naufal S, Reza Arifky, Fhatiah Adiba*, Asmaul Husna

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

* Corresponding Author E-mail: adibafhatiah@unm.ac.id

Abstract

Diabetes management requires careful dietary choices to maintain appropriate blood glucose levels. The Fuzzy Tsukamoto method was utilized to evaluate the suitability of food ingredients for diabetics by considering variables such as Glycemic Index, carbohydrate, fiber, fat, and protein content. Rules were established to classify foods into categories: recommended, permissible with restrictions, and not recommended. The developed system was tested to verify the alignment between fuzzy logic outputs and expert evaluations. The results demonstrate that the system effectively guides diabetics in selecting appropriate foods, ensuring dietary compliance and better glycemic control. The conclusion emphasizes the potential of the fuzzy logic-based system as a reliable decision support tool for dietary management in diabetes.

Keywords— *Decision Support System, Diabetes, Food Eligibility, Fuzzy Logic, Fuzzy Tsukamoto.*

Abstrak

Pengelolaan diabetes memerlukan pemilihan makanan yang cermat untuk menjaga kadar glukosa darah yang tepat. Metode Fuzzy Tsukamoto digunakan untuk mengevaluasi kelayakan bahan makanan bagi penderita diabetes dengan mempertimbangkan variabel seperti Indeks Glikemik, kandungan karbohidrat, serat, lemak, dan protein. Aturan telah ditetapkan untuk mengklasifikasikan makanan ke dalam kategori: disarankan, boleh dikonsumsi dengan batasan, dan tidak disarankan. Sistem yang dikembangkan diuji untuk memverifikasi kesesuaian antara output logika fuzzy dan evaluasi pakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini secara efektif membantu penderita diabetes dalam memilih makanan yang sesuai, memastikan kepatuhan diet, dan kontrol glikemik yang lebih baik. Kesimpulannya, sistem berbasis logika fuzzy ini memiliki potensi sebagai alat pendukung keputusan yang andal untuk pengelolaan diet pada diabetes.

Kata kunci— *Diabetes, Fuzzy Tsukamoto, Kelayakan Bahan Makanan, Logika Fuzzy, Sistem Pendukung Keputusan.*

1. PENDAHULUAN

Hiperglikemia telah menjadi suatu masalah di dunia, dimana salah satu penyakit yang paling erat kaitannya dengan hiperglikemia adalah diabetes[1]. Diabetes merupakan sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa yang melampaui batas normal (hiperglikemia) akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya [2]. Indonesia memiliki jumlah penderita diabetes terbanyak kelima di dunia. Menurut studi *International Diabetes Foundation (IDF)*, jumlah penderita diabetes pada tahun 2021

diperkirakan mencapai 19,5 juta orang [3]. Ada tujuh faktor yang dapat memengaruhi risiko seseorang terkena diabetes, yakni obesitas, kurang aktivitas fisik, dislipidemia (kolesterol HDL ≤ 35 mg/DL, trigliserida ≥ 250 mg/DL), riwayat penyakit jantung, hipertensi atau tekanan darah tinggi ($\geq 140/90$ mm/Hg), pola makan tidak seimbang (tinggi gula, rendah garam, lemak, dan serat), serta penuaan. Selain faktor-faktor tersebut, indeks glikemik dan beban glikemik dipengaruhi oleh total karbohidrat, kandungan serat, kandungan protein, dan lemak. Maka dari itu dianjurkan untuk makan makanan dengan kandungan glikemik rendah dengan indeks glikemik, seperti residu kelapa dan tahu yang dapat menyebabkan penurunan berat badan pasien obesitas dan menurunkan kadar gula darah pada pasien diabetes [4].

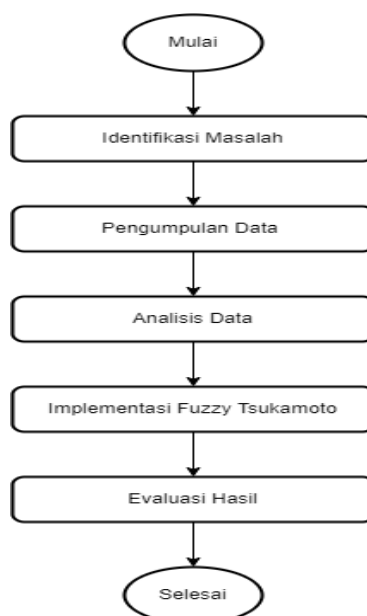
Logika *fuzzy* merupakan sistem kendali yang relatif sederhana, logika *fuzzy* digunakan sebagai teknik dalam sistem pemecahan masalah berbasis multisaluran dan penginderaan [5]–[8], sistem tertanam, jaringan komputer, sistem kendali, dan stasiun kerja [9]. Terdapat beberapa metode dalam logika *fuzzy* yang dapat menarik kesimpulan (inferensi) salah satunya adalah metode Tsukamoto. Metode Tsukamoto diperkenalkan pertama kali sebagai pendekatan untuk mengembangkan sistem kendali dengan menggunakan seperangkat aturan kendali bahasa yang diperoleh dari operator manusia yang berpengalaman. Sebagai hasilnya, output dari setiap aturan secara jelas ditentukan berdasarkan nilai α (alpha), kemudian hasil akhir didapatkan dengan cara menghitung rata-rata pusat [10]. Metode Tsukamoto sangat cocok untuk penentuan kelayakan bahan makanan yang dapat dikonsumsi bagi penderita Diabetes. Dalam metode Tsukamoto, setiap aturan yang dikeluarkan direpresentasikan sebagai himpunan *fuzzy* [11]. Keunggulan *Fuzzy* Tsukamoto adalah lebih intuitif [12], sehingga diterima oleh banyak pemangku kepentingan, dan lebih cocok diterapkan untuk input manusia dibandingkan input mesin [13]. Sehingga sangat membantu penderita untuk menentukan bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari berdasarkan kategori tidak dianjurkan, tidak berlebihan dan dianjurkan. Penelitian menggunakan beberapa variabel yaitu, 1) *Indeks Glikemik* (IG) makanan, 2) kandungan karbohidrat, 3) kandungan serat, 4) kandungan lemak, dan 5) kandungan protein. Menerapkan sistem ke dalam sebuah platform berbasis website [14] dengan tampilan sederhana dan mudah digunakan. Platform ini dapat diakses oleh penderita diabetes serta yang peduli atas Kesehatan mereka, sehingga dapat dengan mudah menentukan makanan sesuai kebutuhan glikemik mereka.

Pada penelitian sebelumnya, membahas penggunaan metode Tsukamoto dalam memberikan rekomendasi jenis bahan makanan bagi penderita diabetes, dengan fokus pada studi kasus yang dilakukan di Puskesmas Manduro-Ngoro, metode Tsukamoto digunakan dengan 4 variabel input (karbohidrat, kalori, protein, lemak) dan 16 aturan yang telah dirancang, serta dilakukan pengujian dengan 20 data uji untuk mendapatkan akurasi sebesar 85%. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi bagi petugas ahli gizi dalam menentukan jenis makanan yang tepat untuk penderita diabetes mellitus, terutama pada waktu makan pagi, makan siang, dan makan malam, mengingat pentingnya pemilihan makanan yang tepat untuk kontrol gula darah dan kesehatan penderita diabetes mellitus [15]. Selain itu, Charolina Debora Mait juga berhasil menentukan obat yang sesuai untuk penderita diabetes, dengan menunjukkan potensi *fuzzy* logic dalam sistem pengambilan keputusan. Studi ini juga mengidentifikasi kekurangan terkait dosis obat dari dokter yang akan diberikan kepada pasien penderita diabetes, dan hipoglikemia, serta merencanakan studi lanjutan untuk membandingkan efektivitas berbagai metode *fuzzy* logic dalam pengambilan keputusan terkait pengobatan [16].

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini berfokus pada penentuan kelayakan bahan makanan yang akan dikonsumsi oleh penderita diabetes. Hal ini disebabkan oleh variasi kandungan yang dimiliki oleh berbagai bahan makanan, sehingga tidak semua bahan makanan cocok untuk dikonsumsi guna mencegah peningkatan kadar gula darah pada penderita Diabetes. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu penderita penyakit Diabetes dalam menentukan jenis makanan yang boleh, tidak berlebihan dan dianjurkan. Dengan sistem cerdas menggunakan penerapan logika *fuzzy* yang di desain sederhana sehingga mudah digunakan dimana saja dan kapan pun penderita butuhkan.

2. METODE PENELITIAN

Diabetes merupakan kategori penyakit dalam metabolik yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa yang melampaui batas normal (hiperglikemia) akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Logika *fuzzy* merupakan sistem kendali yang relatif sederhana, logika *fuzzy* digunakan sebagai teknik dalam sistem pemecahan masalah berbasis multialuran dan penginderaan, sistem tertanam, jaringan komputer, sistem kendali, dan stasiun kerja. Terdapat beberapa metode dalam logika *fuzzy* yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan (inferensi) salah satunya adalah metode Tsukamoto. Metode *Fuzzy* Tsukamoto menggunakan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton untuk mewakili konsekuensi dari setiap aturan IF-THEN. Dalam metode ini, hasil dari setiap (rules) dijelaskan secara eksplisit berdasarkan α (alpha), dan kemudian hasil akhirnya dikalkulasikan menggunakan nilai rata-rata pusat. Metode ini digunakan untuk menentukan apakah bahan makanan cocok untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes atau tidak. Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini adalah representasi grafis yang menggambarkan langkah-langkah perencanaan yang diperlukan. Gambar 1 menunjukkan diagram alir tersebut.



Gambar 1 Tahapan penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini melibatkan proses identifikasi masalah yang akan diteliti dalam konteks penerapan metode Tsukamoto pada penentuan jenis makanan yang boleh, tidak berlebihan dan tidak boleh di konsumsi. Masalah yang akan diteliti yaitu dalam pemilihan bahan makanan diperlukan sebuah perhitungan untuk menentukan kelayakan konsumsi yang dilihat dari kandungan pada makanan. Hal ini diperlukan agar dapat menghindari bahan makanan yang dapat meningkatkan diabetes penderita. Berbagai faktor seperti *Indeks Glikemik* (IG) Makanan, kandungan karbohidrat, kandungan serat, kandungan lemak, dan kandungan protein yang harus dipertimbangkan secara optimal. Oleh karena itu, perlu diterapkan logika *fuzzy* untuk mengatasi permasalahan tersebut, Salah satunya adalah metode Tsukamoto.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pendataan kandungan dari berbagai bahan makanan yang telah dipilih, Data didapat dari media internet, referensi sebelumnya dan aspek lainnya yang dapat melengkapi pengumpulan data pada penelitian ini. Hasil pengumpulan datanya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Data hasil pengumpulan data

No	Bahan Makanan	Per-Gram	Indeks Glikemik	Karbohidrat	Serat	Lemak	Protein
1	Apel	100g	38	14	2.4	0.2	0.3
2	Alpukat	100g	10	8.5	6.7	14.7	2
3	Kentang	100g	80	17	2	0.1	2
4	Brokoli	100g	15	7	2	0.4	2
5	Beras Putih	100g	73	28	1	0.3	2.7
6	Tuna	100g	0	0	0	13.5	25
7	Kacang Merah	100g	30	63	16	1.4	9
8	Telur	100g	0	0.6	0	5	6
9	Pisang	100g	51	23	2.6	0.3	1.1
10	Jeruk	100g	43	8.3	2.4	0.2	0.9
11	Kedelai	100g	14	34.8	9.3	19.49	18.2
12	Jagung	100g	46	89	4.6	10.3	29.2

2.3 Analisis Data

Dalam tahap analisis data, yang terkumpul yakni data mengenai *Indeks Glikemik* (IG) Makanan, kandungan karbohidrat, kandungan serat, kandungan lemak, dan kandungan dilanjutkan ke tahap implementasi *Fuzzy Tsukamoto*.

2.4 Implementasi Fuzzy Tsukamoto

Pada tahap implementasi digunakan sebuah sistem yang telah dibuat untuk mengimplementasikan logika *fuzzy* metode Tsukamoto. System ini merupakan sebuah alat untuk menentukan kelayakan bahan makanan yang akan dibuat dari dasar *Indeks Glikemik* (IG) Makanan, kandungan karbohidrat, kandungan serat, kandungan lemak, dan kandungan protein. Dengan sistem ini pengguna dapat mengetahui bahan makanan apa saja yang dianjurkan, tidak berlebihan, dan tidak dianjurkan di konsumsi. Sistem ini juga membantu penderita untuk membatasi bahan makanan yang dikonsumsi agar tidak terjadi adanya peningkatan kolestrol didalam tubuh.

2.5 Evaluasi Hasil

Pada tahap evaluasi hasil, implementasi *Fuzzy Tsukamoto* dievaluasi berdasarkan kriteria tertentu untuk menilai sejauh mana output logika *fuzzy* sesuai dengan perhitungan dalam menentukan kelayakan bahan makanan bagi penderita Diabetes. Evaluasi ini mencakup pengecekan hasil keluaran logika *fuzzy* terhadap parameter-parameter *Indeks Glikemik* (IG), karbohidrat, serat, lemak, dan protein, dengan tujuan memastikan menentukan kelayakan konsumsi pada bahan makanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan pembentukan variable dan Himpunan pada penentuan kelayakan bahan makanan yang dapat dikonsumsi bagi penderita diabetes:

1) Indeks Glikemik (IG)

Menurut penelitian Miller et al., dalam klasifikasi *Indeks Glikemik* (IG) Makanan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan [17].

<p style="text-align: center;">Rendah < 50</p> $\mu_{\text{Rendah}}(IG) = \begin{cases} 1 & \text{jika } IG \leq 40 \\ \frac{50-IG}{10} & \text{jika } 40 < IG \leq 50 \\ 0 & \text{jika } IG > 50 \end{cases}$	<p style="text-align: center;">Sedang 50 - 70</p> $\mu_{\text{Sedang}}(IG) = \begin{cases} 0 & \text{jika } IG < 50 \text{ atau } IG > 70 \\ \frac{IG-50}{10} & \text{jika } 50 \leq IG \leq 60 \\ \frac{70-IG}{10} & \text{jika } 60 < IG \leq 70 \end{cases}$
--	---

$$\begin{array}{c} \text{Tinggi} > 70 \\ \mu_{\text{Tinggi}}(IG) = \begin{cases} 0 & \text{jika } IG \leq 70 \\ \frac{IG-70}{10} & \text{jika } 70 < IG \leq 80 \\ 1 & \text{jika } IG > 80 \end{cases} \end{array}$$

2) Karbohidrat

Berdasarkan database U.S. Department of Agriculture (USDA) National Nutrient, pengelompokkan kandungan karbohidrat dalam bahan makanan ke dalam berbagai kategori [18].

$$\begin{array}{c} \text{Rendah} < 10\text{g} \qquad \qquad \qquad \text{Sedang } 10\text{g} - 20\text{g} \\ \mu_{\text{Rendah}}(\text{Karbohidrat}) = \begin{cases} 1 & \text{jika Karbohidrat} \leq 5 \\ \frac{10-\text{Karbohidrat}}{5} & \text{jika } 5 < \text{Karbohidrat} \leq 10 \\ 0 & \text{jika Karbohidrat} > 10 \end{cases} \qquad \mu_{\text{Sedang}}(\text{Karbohidrat}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Karbohidrat} < 10 \text{ atau Karbohidrat} > 20 \\ \frac{\text{Karbohidrat}-10}{5} & \text{jika } 10 \leq \text{Karbohidrat} \leq 15 \\ \frac{20-\text{Karbohidrat}}{5} & \text{jika } 15 < \text{Karbohidrat} \leq 20 \end{cases} \\ \\ \text{Tinggi} > 20\text{g} \\ \mu_{\text{Tinggi}}(\text{Karbohidrat}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Karbohidrat} \leq 20 \\ \frac{\text{Karbohidrat}-20}{5} & \text{jika } 20 < \text{Karbohidrat} \leq 25 \\ 1 & \text{jika Karbohidrat} > 25 \end{cases} \end{array}$$

3) Serat

Data tentang kandungan serat didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Slavin. Dalam penelitian tersebut, klasifikasi kandungan serat didasarkan pada kriteria yang telah ditetapkan [19].

$$\begin{array}{c} \text{Rendah} < 3\text{g} \qquad \qquad \qquad \text{Sedang } 3\text{g} - 6\text{g} \\ \mu_{\text{Rendah}}(\text{Serat}) = \begin{cases} 1 & \text{jika Serat} \leq 2 \\ \frac{3-\text{Serat}}{1} & \text{jika } 2 < \text{Serat} \leq 3 \\ 0 & \text{jika Serat} > 3 \end{cases} \qquad \mu_{\text{Sedang}}(\text{Serat}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Serat} < 3 \text{ atau Serat} > 6 \\ \frac{\text{Serat}-3}{1.5} & \text{jika } 3 \leq \text{Serat} \leq 4.5 \\ \frac{6-\text{Serat}}{1.5} & \text{jika } 4.5 < \text{Serat} \leq 6 \end{cases} \\ \\ \text{Tinggi} > 6\text{g} \\ \mu_{\text{Tinggi}}(\text{Serat}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Serat} \leq 6 \\ \frac{\text{Serat}-6}{1.5} & \text{jika } 6 < \text{Serat} \leq 7.5 \\ 1 & \text{jika Serat} > 7.5 \end{cases} \end{array}$$

4) Lemak

Rujukan terhadap klasifikasi kandungan lemak mengacu pada penelitian yang dilakukan Ann G. Liu, Studi ini memberikan kriteria untuk mengelompokkan kandungan lemak dalam bahan makanan ke dalam kategori yang berbeda [20].

$$\begin{array}{c} \text{Rendah} < 2\text{g} \qquad \qquad \qquad \text{Sedang } 2\text{g} - 5\text{g} \\ \mu_{\text{Rendah}}(\text{Lemak}) = \begin{cases} 1 & \text{jika Lemak} \leq 1 \\ \frac{2-\text{Lemak}}{1} & \text{jika } 1 < \text{Lemak} \leq 2 \\ 0 & \text{jika Lemak} > 2 \end{cases} \qquad \mu_{\text{Sedang}}(\text{Lemak}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Lemak} < 2 \text{ atau Lemak} > 5 \\ \frac{\text{Lemak}-2}{1.5} & \text{jika } 2 \leq \text{Lemak} \leq 3.5 \\ \frac{5-\text{Lemak}}{1.5} & \text{jika } 3.5 < \text{Lemak} \leq 5 \end{cases} \\ \\ \text{Tinggi} > 5\text{g} \\ \mu_{\text{Tinggi}}(\text{Lemak}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Lemak} \leq 5 \\ \frac{\text{Lemak}-5}{1.5} & \text{jika } 5 < \text{Lemak} \leq 6.5 \\ 1 & \text{jika Lemak} > 6.5 \end{cases} \end{array}$$

5) Protein

Menurut penelitian Millward, kriteria untuk mengkategorikan kandungan protein dalam bahan makanan ke dalam berbagai kategori [21].

$$\begin{array}{c}
 \text{Rendah } < 3\text{g} & \text{Sedang } 3\text{g} - 6\text{g} \\
 \mu_{\text{Rendah}}(\text{Protein}) = \begin{cases} 1 & \text{jika Protein} \leq 2 \\ \frac{3-\text{Protein}}{1} & \text{jika } 2 < \text{Protein} \leq 3 \\ 0 & \text{jika Protein} > 3 \end{cases} & \mu_{\text{Sedang}}(\text{Protein}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Protein} < 3 \text{ atau Protein} > 6 \\ \frac{\text{Protein}-3}{1.5} & \text{jika } 3 \leq \text{Protein} \leq 4.5 \\ \frac{6-\text{Protein}}{1.5} & \text{jika } 4.5 < \text{Protein} \leq 6 \end{cases} \\
 \\
 \text{Tinggi } > 6\text{g} \\
 \mu_{\text{Tinggi}}(\text{Protein}) = \begin{cases} 0 & \text{jika Protein} \leq 6 \\ \frac{\text{Protein}-6}{1.5} & \text{jika } 6 < \text{Protein} \leq 7.5 \\ 1 & \text{jika Protein} > 7.5 \end{cases}
 \end{array}$$

Adapun beberapa aturan (*rules*) untuk sistem penentuan kelayakan bahan makanan bagi penderita diabetes menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto berdasarkan variabel *Indeks Glikemik* (IG), kandungan Karbohidrat, kandungan serat, kandungan lemak, dan kandungan protein. Setiap aturan akan menghasilkan *output* yang menyatakan apakah makanan tidak dianjurkan, tidak berlebihan dan dianjurkan. Berikut aturan yang tersebut:

- a) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Rendah **Then** Tidak dianjurkan.
- b) **If** Indeks Glikemik is Sedang **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Sedang **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Sedang **Then** Tidak berlebihan.
- c) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Tinggi **Then** Dianjurkan.
- d) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Rendah **Then** Tidak dianjurkan.
- e) **If** Indeks Glikemik is Sedang **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Sedang **Then** Tidak berlebihan.
- f) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Sedang **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Tinggi **Then** Dianjurkan
- g) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Sedang **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Sedang **Then** Tidak dianjurkan.
- h) **If** Indeks Glikemik is Sedang **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Rendah **Then** Tidak berlebihan.
- i) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Sedang **Then** Dianjurkan
- j) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Rendah **Then** Tidak dianjurkan.
- k) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Dianjurkan.
- l) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Rendah **Then** Tidak dianjurkan.
- m) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Dianjurkan.
- n) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Rendah **Then** Dianjurkan.
- o) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Sedang **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Tidak berlebihan.
- p) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Dianjurkan.
- q) **If** Indeks Glikemik is Tinggi **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Tidak dianjurkan.
- r) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Tinggi **Then** Dianjurkan.
- s) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Sedang **and** Protein is Sedang **Then** Dianjurkan.

- t) **If** Indeks Glikemik is Sedang **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Tidak berlebihan.
- u) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Rendah **and** Serat is Rendah **and** Lemak is Rendah **and** Protein is Rendah **Then** Dianjurkan.
- v) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Tinggi **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Tinggi **Then** Dianjurkan.
- w) **If** Indeks Glikemik is Rendah **and** Karbohidrat is Tinggi **and** Serat is Sedang **and** Lemak is Tinggi **and** Protein is Tinggi **Then** Tidak berlebihan.

Pada penelitian ini, sistem penentuan kelayakan bahan makanan bagi penderita diabetes telah diimplementasikan menggunakan metode logika *fuzzy* Tsukamoto. Sistem ini dirancang untuk membantu penderita diabetes dalam memilih makanan yang sesuai dengan kebutuhan glikemik mereka. Sistem tersebut dikembangkan dalam sebuah platform berbasis web dengan tampilan sederhana dan mudah digunakan. Platform ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data makanan dan memperoleh rekomendasi berdasarkan *Indeks Glikemik* (IG), kandungan karbohidrat, serat, lemak, dan protein.

Gambar 2 Desain antarmuka *platform* penentuan kelayakan bahan makanan bagi penderita diabetes.

Berdasarkan data yang telah dipaparkan dan beberapa aturan yang telah diterapkan kedalam sistem Diabetemate menggunakan metode tsukamoto, maka dapat diperoleh hasil:

Tabel 2 Data Hasil kelayakan bahan makanan menggunakan sistem *Diabetemate*

No	Bahan Makanan	Indeks Glikemik	Karbohidrat	Serat	Lemak	Protein	Keterangan
1	Apel	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Dianjurkan
2	Alpukat	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah	Dianjurkan
3	Kentang	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Tidak berlebihan
4	Brokoli	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Dianjurkan
5	Beras Putih	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Tidak dianjurkan
6	Tuna	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Dianjurkan
7	Kacang Merah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Dianjurkan

No	Bahan Makanan	Indeks Glikemik	Karbohidrat	Serat	Lemak	Protein	Keterangan
8	Telur	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Dianjurkan
9	Pisang	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Tidak berlebihan
10	Jeruk	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Dianjurkan
11	Kedelai	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Dianjurkan
12	Jagung	Rendah	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tidak berlebihan

Penelitian ini membandingkan hasil rekomendasi sistem Diabetemate dengan panduan dari *American Diabetes Association* (ADA) untuk penderita diabetes. Tabel berikut menyajikan perbandingan antara hasil yang dihasilkan oleh sistem dengan rekomendasi dari para pakar berdasarkan literatur yang ada.

Tabel 3 Data Hasil Pencocokan Setara Hasil Pakar

No	Bahan Makanan	Diabetemate	Hasil Pakar	Referensi
1	Apel	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
2	Alpukat	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
3	Kentang	Tidak berlebihan	Tidak berlebihan	ADA
4	Brokoli	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
5	Beras Putih	Tidak Dianjurkan	Tidak Dianjurkan	ADA
6	Tuna	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
7	Kacang Merah	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
8	Telur	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
9	Pisang	Tidak berlebihan	Tidak berlebihan	ADA
10	Jeruk	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
11	Kedelai	Dianjurkan	Dianjurkan	ADA
12	Jagung	Tidak berlebihan	Tidak berlebihan	ADA

Dari hasil perbandingan sistem Diabetemate dengan sistem pakar, maka dapat dihitung hasil akurasinya menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

Jumlah Benar = 12

Total Jumlah Data = 12

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Jumlah Data}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{12}{12} \times 100\% = 100\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode Tsukamoto berhasil mengkategorikan bahan makanan sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem Diabetemate memberikan hasil yang konsisten dengan literatur yang ada mengenai pengelolaan diet bagi penderita diabetes. Implementasi sistem berbasis web ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memilih bahan makanan yang sesuai dengan kondisi kesehatan mereka, serta membantu mengontrol kadar gula darah secara efektif.

4. KESIMPULAN

istem *Diabetemate*, yang dikembangkan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, mampu mengevaluasi kelayakan bahan makanan bagi penderita diabetes secara efektif dengan

mempertimbangkan variabel indeks glikemik, karbohidrat, serat, lemak, dan protein. Sistem ini mengklasifikasikan bahan makanan ke dalam tiga kategori: dianjurkan, tidak berlebihan, dan tidak dianjurkan. Pengujian sistem terhadap 12 jenis bahan makanan menghasilkan tingkat akurasi 100% ketika dibandingkan dengan rekomendasi pakar, menunjukkan konsistensi penuh dengan literatur dan pedoman klinis. Implementasi sistem berbasis web ini memberikan kemudahan akses bagi penderita diabetes untuk mengatur pola makan yang tepat, mendukung kepatuhan diet, dan membantu menjaga kadar glukosa darah secara optimal. Temuan ini mengonfirmasi bahwa pendekatan berbasis logika fuzzy berpotensi menjadi alat pendukung keputusan yang andal untuk manajemen diet pada diabetes.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji sistem pada populasi yang lebih luas dan beragam guna mengevaluasi generalisasi hasil. Penambahan variabel lain yang relevan, seperti kandungan mikronutrien atau preferensi budaya, juga diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan penerimaan sistem. Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih interaktif dan integrasi dengan perangkat mobile atau wearable devices dapat menjadi arah pengembangan berikutnya untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Selain itu, evaluasi longitudinal mengenai dampak penggunaan sistem terhadap hasil kesehatan pasien akan memperkuat bukti manfaat klinisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. E. Budianto, N. M. Linawati, I. G. K. N. Arijana, I. A. I. Wahyuniari, and I. G. N. S. Wiryawan, "Potensi Senyawa Fitokimia pada Tumbuhan dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah pada Diabetes Melitus: Potential of Phytochemical Compounds in Plants in Lowering Blood Glucose Levels in Diabetes," *J. Sains Dan Kesehat.*, vol. 4, no. 5, pp. 548–556, 2022. <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i5.1259>
- [2] F. Yustriandy, "Clustering fitur diabetic retinopathy menggunakan *Fuzzy K-Means*." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2013.
- [3] P. Zimmet, K. G. M. M. Alberti, and M. S. Ríos, "Una nueva definición mundial del síndrome metabólico propuesta por la Federación Internacional de Diabetes: fundamento y resultados," *Rev. española Cardiol.*, vol. 58, no. 12, pp. 1371–1376, 2005. [https://doi.org/10.1016/S0300-8932\(05\)74065-3](https://doi.org/10.1016/S0300-8932(05)74065-3)
- [4] E. Soviana and D. Maenasari, "Asupan serat, beban glikemik dan kadar glukosa darah pada pasien diabetes melitus tipe 2," *J. Kesehat.*, vol. 12, no. 1, pp. 19–29, 2019. <https://doi.org/10.23917/jk.v12i1.8936>
- [5] G. R. Jannah, A. G. S. Bittara, A. M. Udin, A. H. Nasrullah, and F. Adiba, "The Determination of Electronic Goods Inventory at Rahmah Store Using the *Fuzzy Tsukamoto Method*," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 91–98, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i2.204. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i2.204>
- [6] A. H. Nasrullah, A. M. Fajar, M. A. Taufiq, N. Rahmat, and F. Adiba, "Evaluation Of *Fuzzy C-Means Method For District Clustering*," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 117–128, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i2.203. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i2.203>
- [7] A. H. Nasrullah, F. Adiba, T. Anastasia, S. A. Farghina, and M. Akbar, "Enhanced Laptop Recommendation System Using Tsukamoto *Fuzzy Logic*," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 67–76, 2024, doi: 10.69616/mcs.v1i1.186. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.186>
- [8] O. A. Dhewa and A. P. Aji, "Chicken Cage Incubator Cooling Control System Using *Fuzzy Logic*," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–30, 2024, doi:

- 10.69616/mcs.v1i1.177. <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.177>
- [9] R. Ilham and H. Fryonanda, “Perancangan Prediksi Produksi Teh Menggunakan Metode *Fuzzy* Tsukamoto Berbasis Web,” *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–22, 2023. <https://doi.org/10.62527/jitsi.4.1.120>
- [10] D. Melina and D. Diana, “Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto Dalam Memprediksi Permintaan Barang,” *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 511–521, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i3.3194. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i3.3194>
- [11] A. Mulyanto and A. Haris, “Penerapan Metode *Fuzzy* Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Jam Overtime Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi,” *J. Inform. SIMANTIK*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [12] Z. Qadri, M. A. Maolani, M. G. Awaluddin, F. Adiba, and A. H. Nasurullah, “Smartphone Recommendations Based on Specifications Using *Fuzzy* Tahani,” *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–26, 2025. <https://doi.org/10.69616/mit.v2i1.210>
- [13] Y. A. Adoe, K. Letelay, and E. S. Y. Pandie, “Penerapan metode *fuzzy* tsukamoto dalam penentuan jumlah produksi roti (Studi kasus: Dwi Jaya Bakery Kupang),” *J. Difer.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–34, 2022. <https://doi.org/10.35508/jd.v4i1.6790>
- [14] A. D. Kalifia, L. E. Astrianty, F. I. Sanjaya, and A. Pramudwiatmoko, “Empowering Digital Parenting through Web-Based Admission System and Technology Literacy Training for Families in Early Childhood Education,” *MEKONGGA J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–38, 2025. <https://doi.org/10.69616/mekongga.v2i1.218>
- [15] F. N. U. R. R. FARADINA NUR RACHMI, “Rekomendasi Jenis Makanan Bagi Penderita Diabetes Mellitus NP 1500 Menggunakan Metode Tsukamoto.” Universitas Islam Majapahit Mojokerto, 2019.
- [16] C. D. Mait, J. A. Watuseke, P. D. G. Saerang, and S. R. Joshua, “Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan *Fuzzy* Logic Tahani Untuk Penentuan Golongan Obat Sesuai Dengan Penyakit Diabetes,” *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, pp. 344–353, 2022. <https://doi.org/10.37676/jmi.v18i2.2936>
- [17] F. X. Pi-Sunyer, “Glycemic index and disease,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 76, no. 1, pp. 290S–298S, 2002. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76/1.290S>
- [18] E. B. Dewi and S. Mutoharoh, “Application Of Providing Tablet Fe By Drinking Dates And Lemon Extract To Increase Hemoglobin Of Pregnant Mothers In Trimester Iii In Independent Midwifery Clinic Of Midwife N Lusi Sumartini, S. St In Kebumen Regency 20211”.
- [19] J. L. Slavin, “Dietary fiber and body weight,” *Nutrition*, vol. 21, no. 3, pp. 411–418, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018>
- [20] A. G. Liu, N. A. Ford, F. B. Hu, K. M. Zelman, D. Mozaffarian, and P. M. Kris-Etherton, “A healthy approach to dietary fats: understanding the science and taking action to reduce consumer confusion,” *Nutr. J.*, vol. 16, pp. 1–15, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0271-4>
- [21] G. Courtney-Martin, R. O. Ball, P. B. Pencharz, and R. Elango, “Protein requirements during aging,” *Nutrients*, vol. 8, no. 8, p. 492, 2016. <https://doi.org/10.3390/nu8080492>



© 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (CC BY-SA 4.0).