

Determining Tilapia Quality Using the Fuzzy Logic [Penentuan Kualitas Ikan Nila Menggunakan Metode Logika Fuzzy]

Maulana Iqbhal Prayogha Slamet¹⁾, Hindarto Hindarto ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 191080200156@umsida.ac.id¹, hindarto@umsida.ac.id²

Abstract. Fish are living things with the highest trophic level in a body of water. Fish are living creatures that live in aquatic environments in fresh, brackish and marine waters. Tilapia is one of the leading commodities of aquaculture and is a widely used freshwater fish, and its production is quite high. Fuzzy logic is a logic that deals with the concept of partial truth, where classical logic states that everything can be expressed in binary terms (0 or 1). Various theories in the development of fuzzy logic show that fuzzy logic can be used to model various systems. A very adaptable and data-tolerant approach is mamdani fuzzy. Therefore, in this research, a mamdani fuzzy model will be developed to evaluate the quality of tilapia. This research uses fuzzy logic to evaluate the quality of tilapia based on its texture, taste, and size. In this study, researchers modeled 4 fuzzy variables, with 3 inputs (texture, taste, and size), 1 output (price), and a total of 4 fuzzy variables. The MIN IMPLICATION function was used in the inference procedure in the fuzzy operator application. Next, the MAX approach is used in the compilation of all fuzzy outputs. Then comes the affirmation, also known as defuzzification which is done using the Centroid method. The results show with 10 trial data it is seen that the higher the input value of size, the higher the output value of price.

Keywords – Tilapia ; Fuzzy Logic ; Mamdani

Abstrak. Ikan adalah makhluk hidup dengan tingkat trofik tertinggi dalam badan air. Ikan adalah makhluk hidup yang hidup di lingkungan akuatik di perairan segar, payau dan laut. Ikan nila merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya dan merupakan ikan air tawar yang banyak digunakan, dan produksinya cukup tinggi. Logika fuzzy adalah logika yang berhubungan dengan konsep kebenaran parsial, di mana logika klasik menyatakan bahwa segala sesuatu dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1). Berbagai teori dalam pengembangan logika fuzzy menunjukkan bahwa logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem. Pendekatan yang sangat mudah beradaptasi dan toleran terhadap data adalah mamdani fuzzy. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan model fuzzy mamdani untuk mengevaluasi kualitas ikan nila. Penelitian ini menggunakan logika fuzzy untuk mengevaluasi kualitas ikan nila berdasarkan tekstur, rasa, dan ukurannya. Dalam penelitian ini, peneliti memodelkan 4 variabel fuzzy, dengan 3 input (tekstur, rasa, dan ukuran), 1 output (harga), dan total 4 variabel fuzzy. Fungsi IMPLICATION MIN digunakan dalam prosedur inferensi dalam aplikasi operator fuzzy. Selanjutnya, pendekatan MAX digunakan dalam kompilasi semua output fuzzy. Kemudian muncul penegasan, juga dikenal sebagai defuzzification yang dilakukan dengan menggunakan metode Centroid. Hasil penelitian menunjukkan dengan 10 data percobaan terlihat bahwa semakin tinggi nilai input ukuran maka semakin tinggi nilai output harga.

Kata Kunci – Ikan Nila ; Logika Fuzzy ; Mamdani

I. PENDAHULUAN

Ikan adalah makhluk hidup dengan tingkat trofik tertinggi dalam badan air. Ikan adalah makhluk hidup yang hidup di lingkungan perairan segar, payau dan laut[1]. Berdasarkan wawancara dari sumber, unsur air pada ikan nila menggunakan air keruh yang cenderung jernih, tidak berbau, dan suhu air menyesuaikan dengan area budidaya. Dalam menentukan air yang baik dan sehat, daun pepaya dapat digunakan, namun daun pepaya dimakan oleh ikan, menandakan bahwa airnya baik dan sehat[2]. Namun, saat hujan suhu air dapat dikontrol menggunakan garam kasar yang dimasukkan ke dalam air. Untuk pengelolaan air bisa dilakukan setiap hari dengan memercikkan dan tidak sering mengganti air agar ikan nila tidak stres[3].

Ikan air tawar dari jenis ikan nila telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Orang-orang menyukai ikan nila karena dagingnya enak dan cepat diproduksi [4]. Karena kandungan protein di dalamnya berfungsi sebagai media tumbuhnya mikroorganisme, ikan nila memiliki kelemahan sebagai salah satu produk perikanan yang mudah busuk dan rusak[5]. Menurut[6] kualitas adalah hal yang berkaitan dengan produk, orang atau tenaga kerja, usaha dan tugas, dan lingkungan yang menyetujui atau meninggalkan kepercayaan pelanggan.

Fuzzy logic merupakan teknik pemetaan variabel input yang mengandung ketidakpastian atau ketegasan, biasanya fuzzy digunakan untuk memecahkan masalah yang hasil outputnya bersifat linguistik[7]. Fuzzy Mamdani adalah metode yang sangat fleksibel dan toleran terhadap data[8]. Maka penulis membuat model Fuzzy mamdani

untuk menganalisis kualitas ikan nila, karena metode Fuzzy Mamdani dapat menangani data yang tidak pasti atau tidak tepat dengan menggunakan fuzzy set yang mewakili tingkat kepastian data[9]. Kemampuan untuk menangani masalah kompleks dengan menggabungkan beberapa faktor yang mempengaruhi tekstur, rasa, dan ukuran ikan. Metode ini akan diterapkan oleh penulis dalam hal penentuan kualitas ikan nila berdasarkan tekstur, rasa, dan ukuran[10].

Penelitian kualitas ikan menggunakan metode fuzzy merupakan salah satu cara untuk mengevaluasi kualitas ikan secara lebih akurat[11]. Metode ini menggunakan logika fuzzy untuk mengukur tingkat kematangan, saturasi lemak, dan kualitas ikan lainnya dengan menggunakan kriteria yang tidak pasti atau tidak dapat diukur dengan pasti[12].

Dalam penelitian ini, peneliti dapat menentukan kualitas ikan dengan menggunakan beberapa faktor seperti tekstur, rasa, ukuran dan harga. Faktor-faktor tersebut kemudian diubah menjadi variabel fuzzy yang dapat diukur dengan skala yang berbeda[13].

Metode fuzzy digunakan karena memberikan hasil yang lebih baik daripada metode klasifikasi tradisional[14]. Hal ini dikarenakan metode ini memungkinkan peneliti untuk menentukan kualitas ikan dengan lebih akurat. Selain itu, metode ini juga dapat mengukur tingkat saturasi lemak pada ikan lebih baik dibandingkan metode lainnya. Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan penelitian adalah menganalisis bagaimana menentukan kualitas ikan nila di tambak menggunakan kecerdasan buatan dengan aturan logika fuzzy.

II. METODE

Penelitian ini mengembangkan model untuk menilai kualitas ikan nila dengan menggunakan teknik fuzzy logic. Data penelitian ini berasal dari wawancara dengan pemilik kolam ikan nila di bisnis Kontener Warkop. Wawancara dilakukan untuk mengetahui apa yang mempengaruhi kualitas ikan nila, kemudian melakukan studi literatur terkait penentuan kualitas ikan sehingga parameter yang diperoleh dalam menentukan kualitas ikan adalah tekstur, rasa, ukuran dan harga.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dari wawancara dan studi literatur terkait penentuan parameter kualitas ikan. Berdasarkan pengumpulan data, parameter yang diperoleh dalam menentukan kualitas ikan adalah atribut tekstur, rasa, ukuran dan harga. Beberapa tahapan untuk menentukan kualitas ikan nila, yaitu:

1. Pembentukan himpunan fuzzy .
2. Penerapan aturan (rule) untuk menentukan kualitas ikan nila.
3. Komposisi aturan dan pernyataan (Defuzzy)

Pada tahap ini, variabel input dan output yang terdiri dari satu atau lebih set fuzzy ditentukan[15]. Harga berfungsi sebagai variabel output dalam analisis ini. Selama penelitian ini digunakan studi literatur dan wawancara dengan pemilik tambak ikan nila untuk mengetahui faktor-faktor input penelitian ini. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik tambak ikan nila, peneliti memutuskan untuk menggunakan tiga variabel input yaitu tekstur, rasa dan ukuran.

A. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Teknik pengolahan data melibatkan identifikasi variabel dan alam semesta percakapan, kemudian membuat set fuzzy yang diwakili dalam tabel terlampir.

Table 1
Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan.

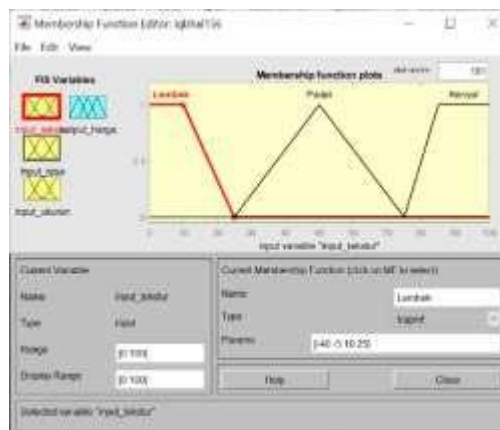
Fungsi	Variable	Semesta Pembicaraan	Keterangan
Input	Teksture	0-100	Teksture Ikan Nila
	Rasa	0-100	Rasa Ikan Nila
	Ukuran	0-1	Ukuran Ikan Nila
Output	Harga	0-50	Harga Ikan Nila

Table 2
Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variable	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan
Input	Tekstur	Lembek [0-100]	[-40 -5 10 25]
		Padat	[25 50 75]
		Kenyal	[75 85 100 100]
	Rasa	Gurih [0-100]	[0 25 50]
		Manis	[50 75 100]
		Kecil [0-1]	[-0.45 -0.05 0.05 0.4]
Output	Harga	Sedang	[0.2 0.45 0.8]
		Besar	[0.6 0.9 1 1]
		Murah [0-50]	[0 12.5 25]
		Standar	[15 25 35]
		Mahal	[25 37.5 50]

B. Variabel Tekstur

Berikut ini adalah variabel tekstur menggunakan kurva trapesium (untuk set fuzzy Mushy, Solid dan Chewy) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Input Variabel Tekstur

Fungsi keanggotaan:

Berdasarkan tekstur terkecil hingga terbesar, fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

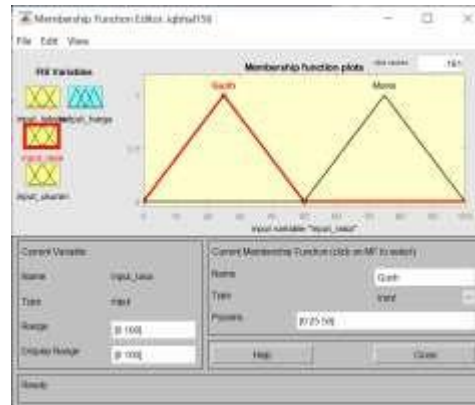
$$\mu_{\text{Lembek}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-10} & ; 10 \leq x \leq 25 \\ 1 & ; x \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Padat}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 25 \text{ or } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{50-25} & ; 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-x}{75-50} & ; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Kenyal}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 75 \\ \frac{x-75}{25-75} & ; 75 \leq x \leq 85 \\ 1 & ; x \geq 85 \end{cases}$$

C. Variabel Rasa

Untuk mempresentasikan variabel rasa dalam bentuk segitiga (untuk set fuzzy gurih dan manis) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar. 2 Input Variabel Rasa

Fungsi keanggotaan:

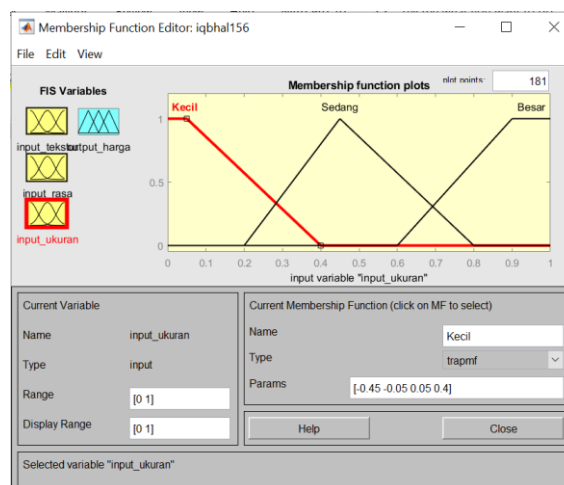
Berdasarkan pengertian terkecil hingga terbesar, fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{Gurih}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 10 \text{ or } x \geq 50 \\ \frac{x-10}{25-10} & ; 10 \leq x \leq 25 \\ 1 & ; x = 25 \\ \frac{25-x}{50-25} & ; 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Manis}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \text{ or } x \geq 100 \\ \frac{x-50}{75-50} & ; 50 \leq x \leq 75 \\ 1 & ; x = 75 \\ \frac{75-x}{100-75} & ; 75 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

D. Variabel Ukuran

Untuk mewakili variabel ukuran dalam bentuk trapesium (untuk himpunan fuzzy Kecil, Sedang dan Besar) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Input Variabel Ukuran

Fungsi keanggotaan :

Berdasarkan ukuran terkecil sampai terbesar, maka fungsi keanggotaan di rumuskan sebagai berikut :

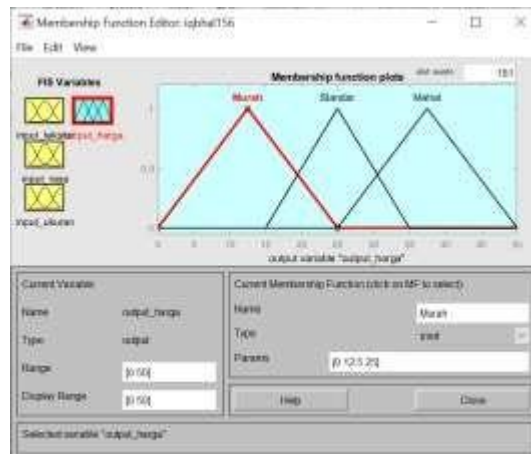
$$\mu_{\text{Kecil}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 0.4 \\ \frac{0.4 - x}{0.4 - 0.05} & ; 0.05 \leq x \leq 0.4 \\ 1 & ; x \leq 0.05 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 0.2 \text{ or } x \geq 0.8 \\ \frac{x - 0.2}{0.45 - 0.2} & ; 0.2 \leq x \leq 0.45 \\ \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.45} & ; 0.45 \leq x \leq 0.8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Besar}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 1 \\ \frac{0.9 - x}{0.9 - 1} & ; 0.9 \leq x \leq 1 \\ 1 & ; x \leq 1 \end{cases}$$

E. Variabel Harga

Untuk mewakili variabel harga menggunakan kurva bentuk segitiga untuk set fuzzy Murah, Standart dan Mahal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar.4 Output variabel harga menggunakan MATLAB

Fungsi keanggotaan:

Berdasarkan harga terkecil hingga terbesar, fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Murah}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 5 \text{ or } x \geq 25 \\ \frac{x - 5}{12.5 - 5} & ; 5 \leq x \leq 12.5 \\ \frac{25 - x}{25 - 12.5} & ; 12.5 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 15 \text{ or } x \geq 35 \\ \frac{x - 15}{25 - 15} & ; 15 \leq x \leq 25 \\ \frac{35 - x}{35 - 25} & ; 25 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Mahal}}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 25 \text{ or } x \geq 50 \\ \frac{x - 25}{37.5 - 25} & ; 25 \leq x \leq 37.5 \\ \frac{50 - x}{50 - 37.5} & ; 37.5 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Penerapan aturan (rule) untuk menentukan kualitas ikan nila

Aturan untuk penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan studi literatur dan wawancara dengan pemilik kolam. Aturan mengikuti format IF-THEN. Pedoman penelitian ini adalah sebagai berikut:

Table 3.
Aturan Fuzzy

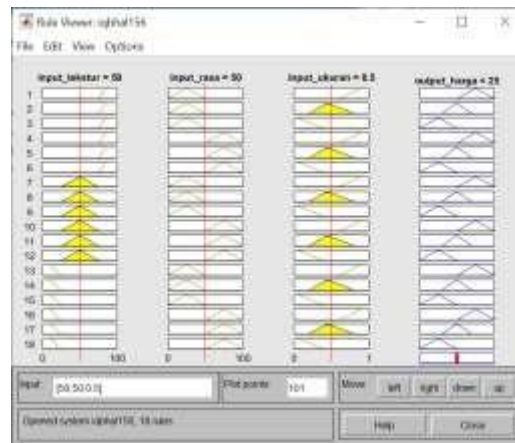
No	Aturan Fuzzy
1.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
2.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
3.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)
4.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
5.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
6.	IF (input_tekstur is Kenyal) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)
7.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
8.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
9.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)
10.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
11.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
12.	IF (input_tekstur is Padat) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)
13.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
14.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
15.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Gurih) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)
16.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Besar) THEN (output_harga is Mahal)
17.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Sedang) THEN (output_harga is Standar)
18.	IF (input_tekstur is Lembek) AND (input_rasa is Manis) AND (input_ukuran is Kecil) THEN (output_harga is Murah)

Komposisi Aturan Dan Pernyataan (Defuzzy).

Implikasi minmin digunakan dalam proses inferensi dalam aplikasi operator fuzzy. Selanjutnya, metode MAX digunakan untuk mengatur semua output. kemudian, gunakan teknik Centroid untuk afirmasi atau defuzzification. Dengan menggunakan pendekatan ini, pusat lokasi kabur digunakan untuk menentukan jawabannya. Terstruktur dengan cara berikut:

$$z = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad (1)$$

Pada penelitian ini diterapkan pendekatan sentroid untuk defuzzification. Dengan memilih pusat area kabur, solusi yang jelas dapat ditemukan. Gambar 5 mengilustrasikan tampilan defuzzifikasi perangkat lunak. Dengan memasukkan data simulasi pada kolom input, output akan dihasilkan. Contoh input yang dimasukkan pada Gambar 5 adalah [50 50 0,5], yang berarti input variabel tekstur adalah 50, input variabel rasa adalah 50, dan input ukuran adalah 0,5, menghasilkan output 25 untuk harga.



Gambar 5. Defuzzifikasi Metode Mamdani

Berikut ini adalah beberapa contoh harga per satuan output ikan yang dihasilkan dengan metode mamdani menggunakan berbagai input. Harga ikan, yang ditentukan oleh sistem Mamdani selama penelitian ini, ditunjukkan pada Tabel 4 dan berfungsi terutama sebagai pengingat gagasan.

Tabel 4. Output harga ikan nila dengan metode mamdani

No.	Tekstur	Rasa	Ukuran(Kg)	Harga(dalam ribu)
1.	10	30	0.05	12.5
2.	15.9	80.9	0.264	16.6
3.	13.2	45	0.25	17.6
4.	50	50	0.5	25
5.	80	15	0.45	25
6.	72	63	0.606	26.9
7.	62.2	59.8	0.703	32.9
8.	79.3	85	0.882	37.5
9.	90	45	1	37.5
10.	80	78	1	37.5

IV. SIMPULAN

Metode mamdani fuzzy dapat digunakan untuk mengetahui kualitas ikan nila dari variabel output harga dan variabel input seperti tekstur, rasa dan ukuran. Suuggestion untuk penelitian ke depan adalah penelitian ini hanya membahas penerapan metode logika fuzzy. Sehingga bisa dikembangkan lagi dengan membuat website. Selain itu, variabel input dan output dapat ditingkatkan dengan lebih banyak variasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulisan jurnal ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Terima kasih untuk Bapak dan Ibu Dosen Informatika Umsida yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan. Ucapan terima kasih kepada kedua orang tua, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan, semangat serta doa selama penulisan jurnal ilmiah ini, dan terima kasih kepada bapak Iwan yang telah meluangkan waktunya sehingga jurnal ilmiah ini telah terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] S. R. Fauzia and S. H. Suseno, "Resirkulasi Air untuk Optimalisasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis niloticus*)," *J. Pus. Inov. Masy.*, vol. 2, no. 5, pp. 887–892, 2020.
- [2] D. AMELIA, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title," vol. 4, pp. 433–441, 2021.
- [3] F. Rahman and J. Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe, "Pengenalan Gedung Kampus Politeknik Negeri Lhokseumawe Menggunakan Voice Information Berbasis Virtual Reality," *J. Infomedia*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [4] P. A. F. Islami, K. M. Moses, M. N. Lestari, and A. P. Wibawa, "Simulasi Penentuan Guru Berprestasi Dengan Metode Fuzzy Logic Mamdani Inference Menggunakan Aplikasi Matlab," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 2, no. 1, pp. 8–14, 2017, doi: 10.29100/jupi.v2i1.159.
- [5] Indri handani, "Pengaruh Media Pembelajaran Matematika meggunakan software matlab pokok bahasan matriks terhadap hasil belajar siswa tahun 2020/2021," *Jimedu J. Ilm. Mhs. Kegur. dan ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 6, pp. 454–462, 2022.
- [6] Y. D. Puspita and G. Rahmawan, "Pengaruh Harga, Kualitas Produk dan Citra Merek terhadap Keputusan Pembelian Produk Garnier," *J. Sinar Manaj.*, vol. 8, no. 2, pp. 98–104, 2021.
- [7] M. R. Raharjo, R. E. Saputra, W. Harjupa, and I. Fathrio, "Perancangan Prediktor Hujan Deras Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 6557–6565, 2021.
- [8] Alessandrana, S. H. Sitorus, and D. M. Midyanti, "Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Website (Studi Kasus Kota Pontianak)," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 02, pp. 61–70, 2019.
- [9] Y. Nindra Kristiantya, E. Setiawan, and B. H. Prasetyo, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino," vol. 6, no. 7, pp. 3145–3154, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [10] A. Wirawan and A. Azhari, "Implementasi Metode Fuzzy-Mamdani untuk Menentukan Jenis Ikan Konsumsi Air Tawar Berdasarkan Karakteristik Lahan Budidaya Perikanan," *Bimipa*, vol. 24, no. 1, pp. 29–38, 2014.
- [11] A. L. Fuadi, F. Teknik, T. Informatika, and U. Pamulang, "Implementasi logika fuzzy mamdani untuk menentukan stok beras di toko agung cahaya berbasis web," vol. 1, no. 10, pp. 1707–1713, 2022.
- [12] D. Kurniadi, F. Nuraeni, and D. Jaelani, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan," *J. Algoritma*, vol. 19, no. 1, pp. 151–162, 2022, doi: 10.33364/algoritma/v.19-1.1016.
- [13] A. J. Adeyi, O. Adeyi, O. K. Ajayi, E. O. Oke, A. D. Ogunsola, and S. Oyelami, "Fuzzy-logic modelling for quality prediction of smoked Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish," *Niger. J. Technol.*, vol. 40, no. 5, pp. 810–816, 2022, doi: 10.4314/njt.v40i5.6.
- [14] M. Sovina and F. A. Harahap, "Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika Fuzzy," vol. 7, no. 1, pp. 105–116, 2022.
- [15] S. Amalia, R. Andari, K. Kartiria, and ..., "Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air Pada Kolam Budidaya Ikan Menggunakan Logika Fuzzy," *RADIAL J. ...*, vol. 9, no. 1, pp. 23–38, 2021, [Online]. Available: <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/217>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.