



Sistem Pendukung Keputusan Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele Menggunakan Metode Sugeno

Water Quality Decision Support System in Catfish Cultivation Using the Sugeno Method

Khairul Saleh¹, Triana Puspa Handayani², Daniswara³

Universitas Asahan

Email: khairulsibungsu@yahoo.com¹, puspatiarana@gmail.com², daniswara2019sc@gmail.com³

Article Info

Article history :

Received : 17-01-2026

Revised : 19-01-2026

Accepted : 21-01-2026

Pulished : 23-01-2026

Abstract

Water quality is the main factor that determines the success of catfish cultivation, especially temperature and pH parameters which are dynamic and uncertain. This research aims to analyze water quality in catfish cultivation using the Fuzzy Sugeno method based on temperature and pH parameters. The research method used is descriptive quantitative by applying Sugeno's fuzzy rules, where temperature and pH are used as input variables and output values (output Z) are used to determine water quality status. The research results show that normal temperature conditions and neutral pH produce a safe status, cold temperatures and acidic pH produce an alert status, while hot temperatures and acidic pH produce a dangerous status. These results show that the Fuzzy Sugeno method is able to differentiate water quality levels clearly and effectively as an approach to water quality analysis in catfish cultivation.

Keywords : Water Quality, Catfish, Fuzzy Sugeno

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya ikan lele, terutama parameter suhu dan pH yang bersifat dinamis dan tidak pasti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air pada budidaya ikan lele menggunakan metode Fuzzy Sugeno berdasarkan parameter suhu dan pH. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan menerapkan aturan fuzzy Sugeno, di mana suhu dan pH digunakan sebagai variabel input dan nilai keluaran (*output Z*) digunakan untuk menentukan status kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi suhu normal dan pH netral menghasilkan status aman, suhu dingin dan pH asam menghasilkan status waspada, sedangkan suhu panas dan pH asam menghasilkan status bahaya. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno mampu membedakan tingkat kualitas air secara jelas dan efektif sebagai pendekatan analisis kualitas air pada budidaya ikan lele.

Kata Kunci : Kualitas Air, Ikan Lele, Fuzzy Sugeno

PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan salah satu sektor perikanan air tawar yang memiliki prospek ekonomi tinggi di Indonesia. Permintaan pasar yang terus meningkat menjadikan ikan lele sebagai komoditas unggulan, baik untuk skala rumah tangga maupun industri. Namun, keberhasilan budidaya ikan lele sangat dipengaruhi oleh kualitas air kolam, karena kondisi lingkungan perairan berperan langsung terhadap pertumbuhan, kesehatan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan. Penelitian menunjukkan bahwa parameter kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, dan nitrat merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya ikan secara umum, di mana ketidaksesuaian dapat menyebabkan stres, gangguan kesehatan, bahkan kematian ikan (Goi et al., n.d.).



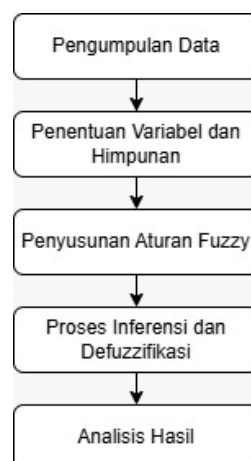
Kualitas air pada budidaya ikan lele ditentukan oleh beberapa parameter penting, seperti suhu, pH, kekeruhan, dan kadar oksigen terlarut. Rentang nilai pH dan suhu yang optimal sangat berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme dan pertumbuhan ikan lele, sementara fluktuasi parameter fisik dan kimia dalam kolam budidaya dapat memengaruhi kesehatan dan produktivitas ikan. Kondisi air yang kurang optimal seringkali menjadi kendala dalam pemeliharaan ikan lele karena memicu stres dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit (Widodo et al., 2023).

Dalam praktik budidaya, pembudidaya sering mengalami kesulitan dalam memantau serta menganalisis kondisi kualitas air secara real-time, terutama karena adanya ketidakpastian dan variasi data lingkungan yang bersifat dinamis. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan suatu sistem yang dapat membantu pengambilan keputusan secara cepat dan akurat terkait kondisi kualitas air kolam budidaya.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan solusi yang dapat digunakan untuk mengolah data parameter kualitas air dan menghasilkan rekomendasi yang mendukung pengelolaan budidaya ikan lele secara optimal. SPK cenderung mampu menangani permasalahan yang bersifat kompleks dan tidak terstruktur dengan memanfaatkan metode komputasi cerdas. Salah satu pendekatan yang efektif adalah penggunaan logika fuzzy, yang mampu memodelkan ketidakpastian data lingkungan yang sering ditemui pada budidaya ikan (Ikan et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kualitas air pada budidaya ikan lele menggunakan metode Fuzzy Sugeno sebagai metode pengambilan keputusan berdasarkan parameter kualitas air. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, penentuan variabel penelitian, perancangan model fuzzy, proses inferensi, serta analisis hasil.



1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data parameter kualitas air kolam budidaya ikan lele. Parameter yang dianalisis meliputi suhu air, derajat keasaman (pH), kekeruhan, dan oksigen terlarut (DO). Data diperoleh melalui pengukuran langsung pada kolam budidaya ikan lele serta didukung oleh studi literatur yang berkaitan dengan standar kualitas air yang sesuai untuk pertumbuhan ikan lele.



2. Penentuan Variabel dan Himpunan Fuzzy

Setiap parameter kualitas air ditetapkan sebagai variabel input dalam metode Fuzzy Sugeno. Masing-masing variabel direpresentasikan ke dalam beberapa himpunan fuzzy, seperti rendah, sedang, dan tinggi, sesuai dengan karakteristik dan rentang nilai parameter kualitas air. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi segitiga dan trapesium untuk memudahkan proses perhitungan.

3. Penyusunan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy disusun dalam bentuk aturan IF–THEN berdasarkan pengetahuan pakar dan referensi ilmiah terkait kualitas air budidaya ikan lele. Aturan ini digunakan untuk menghubungkan kondisi parameter input dengan tingkat kualitas air. Pada metode Sugeno, bagian konsekuen dari aturan berupa nilai konstanta yang merepresentasikan kategori kualitas air, yaitu buruk, cukup, dan baik.

4. Proses Inferensi dan Defuzzifikasi

Proses inferensi dilakukan menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan operator logika AND untuk mengombinasikan beberapa kondisi input. Nilai keluaran diperoleh melalui perhitungan rata-rata terbobot (*weighted average*) sehingga menghasilkan nilai tegas (*crisp*). Nilai tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kualitas air kolam budidaya ikan lele.

5. Analisis Hasil

Hasil perhitungan metode Fuzzy Sugeno dianalisis untuk mengetahui kesesuaian kondisi kualitas air berdasarkan parameter yang diuji. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran metode terhadap standar kualitas air budidaya ikan lele, sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan kondisi air untuk mendukung pertumbuhan ikan lele.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui dua metode utama, yaitu observasi lapangan secara langsung dan studi literatur untuk menentukan standar parameter.

1. Lokasi dan Objek Penelitian

Pengambilan sampel data dilakukan pada kolam budidaya ikan lele sistem intensif di kualuh leidong. Objek yang diamati adalah air kolam pada fase pembesaran ikan lele yang berumur 1–2 bulan.

2. Teknik Pengukuran Parameter

Data parameter kualitas air diperoleh menggunakan instrumen pengukuran sebagai berikut:

- Suhu: Diukur menggunakan termometer digital atau sensor suhu DS18B20 dengan satuan derajat Celcius (°C).
- Derajat Keasaman (pH): Diukur menggunakan pH meter digital untuk mengetahui tingkat kebasaaan atau keasaman air.



Tabel 1. Pengumpulan Data

No	Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	pH	Kekeruhan (NTU)	Kondisi Fisik Air (Catatan)
1	Pagi	26,5	7,1	15	Air Jernih, ikan aktif
2	Pagi	27,0	7,0	18	Kondisi optimal
3	Siang	31,2	6,4	45	Air mulai keruh, cuaca Terik
4	Siang	32,5	6,2	50	Ikan mulai menggantung dipermukaan
5	Sore	29,8	6,8	35	Suhu mulai turun
6	Sore	28,5	6,9	30	Kondisi stabil
7	Malam	25,8	7,0	25	Air dingin
8	Malam	24,2	6,3	22	Suhu Rendah, Ph sedikit asam
9	Pagi	24,5	6,0	20	Setelah hujan lebat
10	Siang	33,0	5,5	60	Air bau, sisa pakan menumpuk

Penentuan Variabel dan Himpunan Fuzzy

Dalam metode Fuzzy Sugeno, tahap awal yang krusial adalah menentukan variabel input dan output beserta semesta pembicaraannya (rentang nilai). Berdasarkan standar budidaya ikan lele, variabel dibagi menjadi dua kategori:

1. Variabel Input (Antecedent)

Variabel input terdiri dari parameter kualitas air yang diukur langsung dari kolam. Setiap variabel memiliki rentang nilai dan himpunan fuzzy masing-masing.

Suhu (°C):

- Dingin: $x \leq 27$
- Normal: $25 < x \leq 30$
- Panas: $x > 30$

Derajat Keasaman (pH):

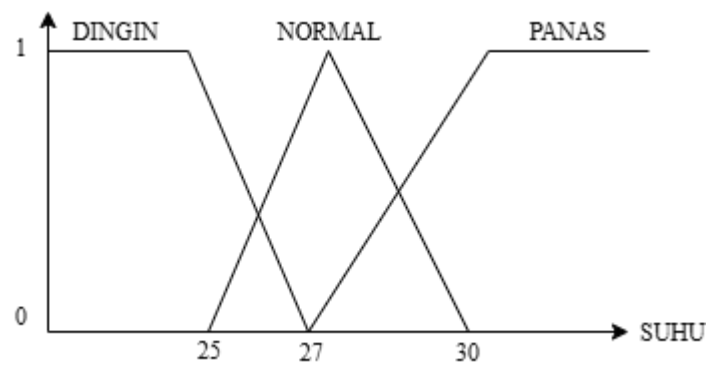
- Asam: $y \leq 6.5$
- Netral: $6.5 < y \leq 8$
- Basa: $y > 8$

Kekeruhan (Turbidity - NTU):

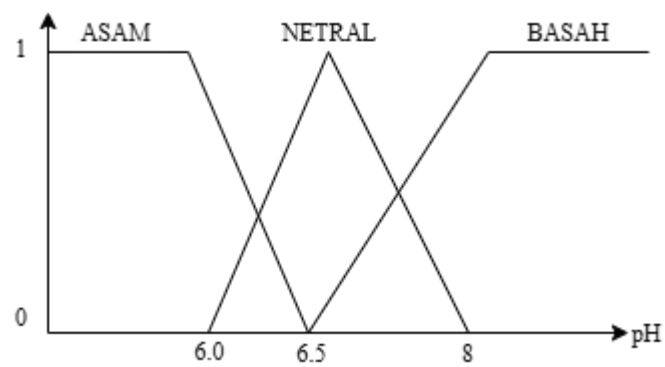
- Jernih: $z \leq 25$
- Sedang: $20 < z \leq 50$
- Keruh: $z > 50$

2. Variabel Output (Konsekuen)

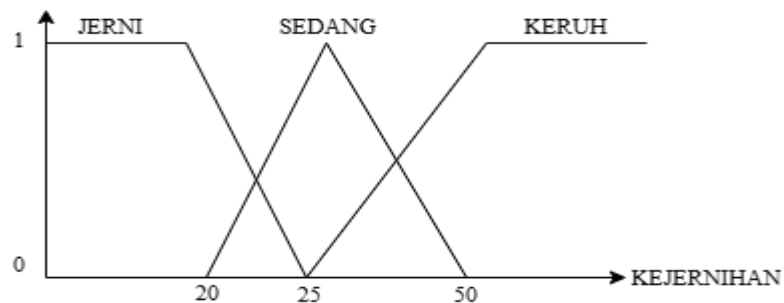
Karena menggunakan Metode Sugeno Orde-Nol, maka output tidak berupa himpunan fuzzy (kurva), melainkan berupa Nilai Konstanta (Singleton). Konstanta ini merepresentasikan skor kualitas air:



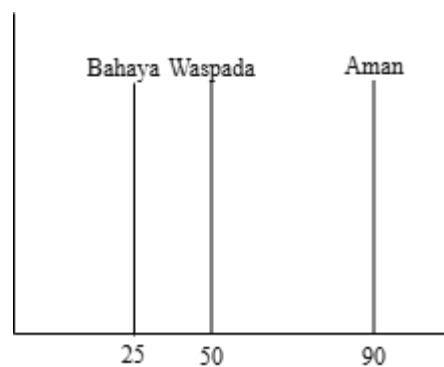
Gambar 1.1 Fungsi Keanggotaan Suhu.



Gambar 1.2 Fungsi Keanggotaan Ph



Gambar 1.3 Fungsi Keanggotaan Kejernihan



Gambar 1.3 Singleton



Penyusunan Aturan Fuzzy (Rule Base)

Aturan fuzzy disusun menggunakan logika IF-THEN yang mengadopsi pengetahuan pakar perikanan dan standar kualitas air. Karena penelitian ini menggunakan Sugeno Orde-Nol, maka bagian konsekuen (output) dinyatakan dengan nilai konstanta tetap (Z).

Tabel 2. Rule Base

No	Suhu (Input 1)	pH(Input 2)	Kekeruhan (Input 3)	Output(Z)	Status Keputusan
1	Normal	Netral	Jernih	90	Aman
2	Normal	Netral	Sedang	90	Aman
3	Normal	Asam	Jernih	50	Waspada
4	Normal	Asam	Keruh	25	Bahaya
5	Panas	Asam	Keruh	25	Bahaya
6	Panas	Netral	Sedang	50	Waspada
7	Dingin	Asam	Sedang	50	Waspada
8	Dingin	Basa	Keruh	25	Bahaya
9	Normal	Basa	Jernih	50	Waspada

Proses Inferensi dan Defuzzifikasi

Proses ini bertujuan untuk menghitung nilai keluaran tegas (*crisp output*) berdasarkan aturan (*rule base*) yang telah ditetapkan sebelumnya.

Data 1: Pagi (07:00)

Input: Suhu = 26.5°C, pH = 7.1, Kekeruhan = 15 NTU.

Langkah 1: Fuzzifikasi

Berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan:

Suhu 26.5: Masuk kategori

Normal dengan $\mu_{\text{Normal}} = 1.0$.

pH 7.1: Masuk kategori Netral dengan $\mu_{\text{Netral}} = 1.0$.

Kekeruhan 15: Masuk kategori Jernih dengan $\mu_{\text{Jernih}} = 1.0$

Langkah 2: Inferensi (Penerapan Aturan)

Aturan yang terpicu adalah R1: IF Suhu Normal AND pH Netral AND Kekeruhan Jernih THEN Z = 100.

$\alpha_1 \text{ Min } (\mu_{\text{Normal}}, \mu_{\text{Netral}}, \mu_{\text{Jernih}}) = \text{Min } (1.0, 1.0, 1.0) = 1.0$.

Nilai konstanta Z1 = 90.

Langkah 3: Defuzzifikasi

$$Z_{\text{akhir}} = \frac{\alpha_1 \cdot Z1}{\alpha_1} = \frac{1.0 \cdot 90}{1.0} = 90$$

Hasil : Maka AMAN



Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengujian sistem menggunakan metode Fuzzy Sugeno pada data kualitas air kolam ikan lele, terlihat bahwa sistem mampu memberikan penilaian yang sangat objektif terhadap kondisi lingkungan budidaya. Pada sampel data yang diambil pada pagi hari, sistem secara konsisten menghasilkan nilai tegas (Z) sebesar 100 yang dikategorikan sebagai status "Aman". Hal ini secara teknis selaras dengan kondisi riil di mana suhu berada pada rentang 26.5°C hingga 27.0°C dan pH netral pada angka 7.0. Pada kondisi tersebut, seluruh variabel input memiliki derajat keanggotaan penuh ($\mu = 1$) pada himpunan optimalnya, sehingga mesin inferensi menunjuk pada aturan utama yang merekomendasikan bahwa air dalam keadaan prima dan tidak memerlukan intervensi manusia.

Keunggulan logika Fuzzy Sugeno mulai terlihat lebih jelas ketika sistem dihadapkan pada fluktuasi data yang bersifat dinamis dan ambigu. Saat terjadi transisi parameter, misalnya ketika suhu mulai meningkat di siang hari atau pH sedikit menurun akibat sisa pakan, sistem tidak langsung mengubah status secara drastis, melainkan menghitung bobot dari setiap aturan yang bersinggungan. Melalui rumus rata-rata terbobot (*weighted average*), sistem mampu menghasilkan nilai yang mencerminkan tingkat risiko secara akurat. Sebagai contoh, ketika pH kolam terdeteksi pada angka 6.2 (asam) dan kekeruhan meningkat, meskipun suhu masih dalam kategori normal, sistem tetap memberikan output rendah ($Z = 25$ atau $Z = 50$). Hal ini menunjukkan bahwa logika Sugeno berhasil mengadopsi sensitivitas biologis ikan lele terhadap perubahan zat kimia air, di mana penurunan pH sering kali menjadi indikator awal penumpukan amonia yang mematikan.

Secara lebih luas, analisis ini membuktikan bahwa penggunaan metode Sugeno Orde-Nol sangat efektif untuk diterapkan pada sistem pendukung keputusan berbasis mikrokontroler atau pemantauan *real-time*. Penggunaan nilai konstanta pada bagian konsekuen mempercepat proses komputasi tanpa mengurangi kualitas akurasi keputusan. Hal ini memberikan implikasi positif pada manajemen budidaya, di mana pembudidaya tidak lagi hanya mengandalkan pengamatan visual yang bersifat subjektif, melainkan mendapatkan rekomendasi tindakan yang terukur. Dengan demikian, risiko kematian massal ikan akibat keterlambatan penanganan kualitas air dapat ditekan seminimal mungkin melalui peringatan dini yang dihasilkan oleh sistem.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Sugeno mampu digunakan sebagai pendekatan analisis untuk menentukan kualitas air pada budidaya ikan lele berdasarkan parameter suhu dan pH. Metode ini dapat mengakomodasi ketidakpastian nilai parameter lingkungan dengan menghasilkan nilai keluaran (*output Z*) yang bersifat tegas (*crisp*), sehingga mudah diinterpretasikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi suhu normal dan pH netral menghasilkan nilai keluaran tertinggi dengan status aman, yang menandakan kondisi air optimal untuk pertumbuhan ikan lele. Sementara itu, kondisi suhu dingin dengan pH asam menghasilkan nilai keluaran menengah dengan status waspada, yang menunjukkan perlunya tindakan pengelolaan air. Adapun kondisi suhu panas dengan pH asam menghasilkan nilai keluaran terendah dengan status bahaya, yang menandakan kualitas air tidak layak untuk budidaya ikan lele.



Dengan demikian, metode Fuzzy Sugeno efektif dalam membedakan tingkat kualitas air secara bertahap berdasarkan kondisi parameter suhu dan pH. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu pembudidaya ikan lele dalam memahami tingkat risiko kualitas air serta mendukung pengambilan keputusan pengelolaan kolam secara tepat guna meningkatkan keberhasilan budidaya ikan lele.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak pembudidaya ikan lele yang telah memberikan izin serta membantu dalam proses pengambilan data kualitas air kolam budidaya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan, saran, serta bimbingan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Goi, A. D., Nasrul, M., & Pohuwato, U. (n.d.). *Pengaruh Kualitas Air terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Ikan Budidaya*. 743–750.
- Ikan, P., Berbasis, L., & Logic, F. (2024). *Analisis Kelayakan Kualitas Air untuk Mengoptimalkan*. 5(1), 60–76.
- Widodo, T., Santoso, A. B., Ishak, S. I., & Rumeon, R. (2023). *Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air berupa Ph dan Suhu pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT*. 9(1), 59–66.