

Penerapan *Artificial Intelligence* Untuk Diagnosa Penyakit Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Menggunakan Metode Model Logika *Fuzzy Logic* Mamdani

Application Of Artificial Intelligence To Diagnose Tiger Prawn Diseases (Penaeus Monodon) Using The Mamdani Fuzzy Logic Model Method

Syafira Dinka Azahra¹, Alif Diaz Ibramahesa², Siti Zalfa Fadillah³, Abrisam Hadi Bintoro⁴, Indy Widyanti⁵, Muhammad Jerri⁶, Monic Hapsari⁷, Muhammad Yasir Anwar⁸, Shadam Dwi Permana⁹, Rhaihany Aliefia D R¹⁰, R Riza Pamungkas S¹¹, Khaerunisa Agustina¹², Nanda Octavia¹³, Ester Angeline¹⁴, Muhammad Danang Mukti Darmawan¹⁴, Fiqri Nurfadillah¹⁵, Wiyoto Wiyoto¹⁶, Ridwan Siskandar^{17*}.

^{1-12, 16} *Fish Hatchery Technology and Management, School of Vocational Study, IPB University*

^{13-15, 17} *Software Engineering Technology, School of Vocational Study, IPB University*

Article Info:

Received: 17-12-2023

in revised form: 23-12-2023

Accepted: 04-04-2024

Available Online: 10-04-2024

Keywords: *Fuzzy logic*, penyakit udang, matlab

Corresponding Author:

Opole University of Technology

(JSI_corresponding_author)

Institute of Processes and

Products Innovation

ul. Ozimska 75, 45-370 Opole,

Poland

gphone: (+4877) 423-40-31

e-mail: jsi@univtech.eu

Abstract: Diseases in black tiger shrimp are crucial to monitor for their survival and productivity in aquaculture. Rapid detection through clinical symptoms, though not 100% accurate, is vital for prompt action. This study aims to diagnose diseases in black tiger shrimp using computer-based artificial intelligence based on observational input. A qualitative data analysis method is employed, with variables including clinical symptoms, eye damage, and body color change. Results show that body damage is the most influential factor in disease type. Although fuzzy logic is not 100% accurate, it is essential and beneficial for shrimp farmers.

Keywords: Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, Shrimp disease. Tiger Prawns.

Abstrak: Penyakit pada udang windu penting diperhatikan untuk kelangsungan hidup dan produktivitas budidaya. Deteksi cepat melalui gejala klinis meski tidak 100% akurat, sangat penting untuk tindakan cepat. Penelitian ini bertujuan mendiagnosis penyakit udang windu menggunakan komputer dengan kecerdasan buatan berdasarkan input pengamatan. Metode analisis data kualitatif digunakan dengan variabel gejala klinis, kerusakan mata, dan perubahan warna tubuh. Hasil menunjukkan kerusakan tubuh paling berpengaruh terhadap jenis penyakit. Penggunaan fuzzy logic meski tidak 100% akurat, penting dan bermanfaat bagi pembudidaya.

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, Penyakit udang, Udang Windu.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang bergantung pada tangkapan laut sebagai komoditas utamanya terus mengoptimalkan potensinya untuk mendapatkan peringkat negara maju segera. Sumber daya laut dan perikanan Indonesia sangat kaya, salah satunya adalah udang. Karena statusnya sebagai negara maritim, Indonesia memiliki sumber daya kelautan yang melimpah, berupa penangkapan udang yang diizinkan untuk di ekspor. Salah satu komoditas yang paling dicari masih udang. Udang windu (*Penaeus monodon*) adalah jenis udang yang paling potensial untuk dikembangkan. Penyakit udang windu dapat mengakibatkan kerugian bagi petani tambak karena sekali saja udang diserang penyakit yang akhirnya menjadi wabah, petambak dapat gagal panen dan mengalami kerugian yang signifikan. Oleh karena itu, agar udang windu tidak menjadi wabah, penyakitnya harus segera ditangani.

Penyakit udang dapat dideteksi dengan cepat dengan menunjukkan gejala klinis pada udang. Meskipun keakuratannya tidak 100%, diagnosa penyakit udang secara klinis sangat penting karena memungkinkan kesimpulan cepat tentang penyakit apa yang menyerang udang sehingga tindakan yang tepat dapat diambil. Namun, diagnosa penyakit udang secara klinis membutuhkan orang yang ahli di bidang ini. Meskipun hanya dengan tes laboratorium yang dapat dibuat diagnosa yang akurat, metode mikroskopis membutuhkan waktu yang lama, peralatan yang mahal, dan tenaga ahli.

Metode *fuzzy logic* mamdani. Metode ini diyakini dapat mengatasi permasalahan ketidakpastian dan kompleksitas dalam. Logika *fuzzy* itu sendiri merupakan logika yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian, dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1). Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Berbagai teori didalam perkembangan logika *fuzzy* menunjukkan bahwa pada dasarnya logika *fuzzy* dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem. *fuzzy* mamdani sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi (Haque *et al.*, 2023).

Salah satu kemampuan logika *fuzzy* yaitu dapat memetakan suatu input ke dalam suatu output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Sehingga diyakini adanya toleransi yang tinggi dan adanya fleksibilitas terhadap data yang ada dengan pengguna metode logika *fuzzy*. Dengan berdasarkan logika *fuzzy*, akan dihasilkan suatu model dari suatu sistem yang mampu memperkirakan jumlah produksi. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan nama-nama penyakit yang sedang dialami udang (Sufarnap *et al.*, 2019).

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mendiagnosis penyakit udang windu dengan menggunakan komputer yang dilengkapi dengan kemampuan berpikir dan membuat kesimpulan berdasarkan input atau data dari pengamatan. Ini dilakukan karena ada tantangan yang dihadapi dalam pengobatan udang windu. Pemrograman ini akan menggunakan logika *fuzzy* mamdani untuk menganalisis sensor dan parameter lingkungan yang kompleks. Proses penyembuhan udang dapat menjadi lebih lama dan bahkan dapat fatal jika tidak ada ahli penyakit udang, tempat pelayanan yang jauh dari masyarakat, dan pengetahuan masyarakat tentang cara menjaga kesehatan udang.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada tanggal Selasa, 23 April 2024 – Selasa, 14 Mei 2024 di Sekolah Vokasi, IPB University, Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenihan Ikan, Jl. Sarasa No 45, Babakan, Kec. Cibeureum, Kota Sukabumi.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif yaitu mengumpulkan data observasi, pengamatan yang dilakukan dengan prosedur yang terstandarisasi untuk memastikan konsistensi dan reliabilitas data yang dikumpulkan, lalu melakukan studi Kasus agar penelitian mendalam tentang satu atau beberapa kasus dalam konteks kehidupan nyata, yang

dimana sering digunakan untuk memahami fenomena kompleks, lalu setelah itu menggunakan pengumpulan jurnal yang berfungsi sebagai panduan dalam seluruh tahapan penelitian, dan terakhir menggunakan data sekunder ; Data yang dikumpulkan dari sumber yang sudah ada, seperti data arsip lainnya.

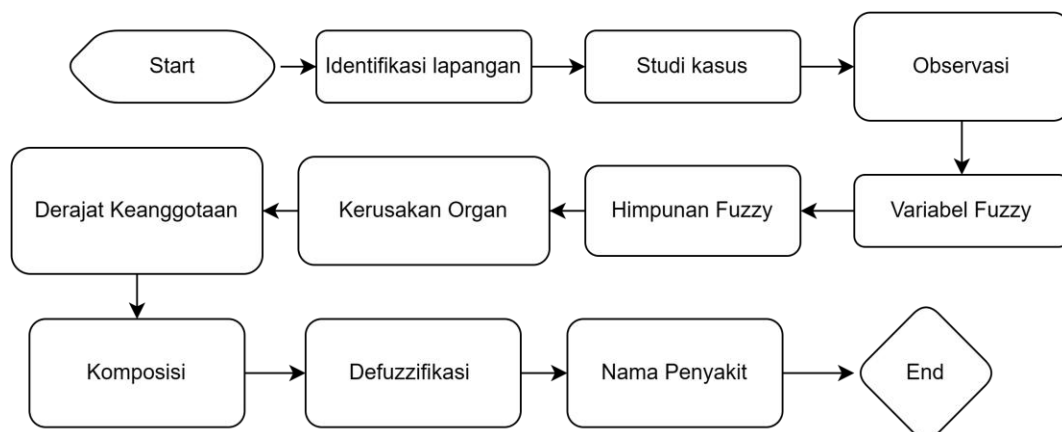
Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan untuk aplikasi sistem analisis untuk diagnosa penyakit udang windu menggunakan metode analisis data kualitatif. Proses pengolahan data menyeluruh diperoleh dengan rancangan yang didapat dari literatur. Analisis data kualitatif menggunakan berbagai teknik analisis. Teknik-teknik ini mencakup: (1) mengorganisir data kualitatif menjadi lebih rapi; (2) mencoding data untuk menyeragamkan beberapa hal yang memiliki arti yang sama; dan (3) memvalidasi hasil dengan membandingkan konsep lain yang diperkirakan bertentangan dengan kesimpulan.

Pada penelitian ini, proses pengembangan perangkat lunak, berupa sistem pakar, menerapkan metode pengembangan perangkat lunak berbasis logika *fuzzy*. Metode logika *fuzzy* dipilih karena kemampuannya menerima evaluasi dan umpan balik dari pengguna. Dengan demikian, diharapkan hasil pengembangan aplikasi dapat sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Selain itu Metode Ebrahim Mamani diciptakan pada tahun 1975 dan dikenal sebagai Metode *Max-Min*. Empat langkah diperlukan untuk mendapatkan hasil:

1. Pembentukan himpunan yang tidak jelas (*fuzzy*)
2. Memanfaatkan fungsi implikasi
3. Isi aturan
4. Penegasan (*Defuzzifikasi*)

Pada metode perancangan *fuzzy* sistem ini menjelaskan tentang kriteria-kriteria, rule, komposisi, dan *defuzzifikasi*.



Grafik 1. Diagram alir proses *fuzzy* mamdani

Fuzzyfikasi

Prosedur metode *fuzzy* mamdani adalah pembentukan himpunan *fuzzy* atau dikenal dengan istilah fuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan proses yang dilakukan dengan mentransformasi *input* himpunan tegas (*crisp*) ke dalam himpunan *fuzzy*. Hal ini dilakukan karena *input* yang digunakan awalnya adalah dalam bilangan tegas (*real*) dari suatu himpunan tegas (*crisp*).

Himpunan *fuzzy* ini didasarkan pada tingkatan linguistiknya yang dikelompokkan dalam suatu variabel *fuzzy*.

Analisis Kebutuhan Aplikasi

Setelah data diperoleh dan diproses, persiapan untuk mengembangkan aplikasi dilakukan. Analisis kebutuhan harus dilakukan sebelum menerapkan sistem pakar penyakit udang windu. Format perangkat lunak diatur oleh proses ini, yang juga menentukan kebutuhan perangkat lunak secara keseluruhan, dan menentukan garis besar sistem yang akan dibuat. Untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan pengguna selama penggunaan aplikasi, analisis kebutuhan telah dilakukan. termasuk fitur yang diperlukan oleh aplikasi untuk mencapai tujuan pengembangannya.

Logika Fuzzy

Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya, nilai samar pada suatu pengukuran dapat diukur menggunakan logika *fuzzy*. Ini menggunakan nilai samar tersebut untuk mengukur nilai dalam rentang nilai batas atas dan batas bawah. Oleh karena itu, untuk menemukan variabel dengan nilai samar, sistem pakar penyakit udang windu ini dapat menggunakan 31 logika *fuzzy*.

Definisi Logika Fuzzy

Logika *fuzzy*, juga dikenal sebagai "logika *fuzzy*", adalah mesin inferensi yang menerapkan sifat kekaburan dalam perhitungan dan penalaran. Profesor Lotfi Aliasker Zadeh (1965), seorang ilmuwan Iran yang tinggal di Amerika Serikat, menciptakan logika *fuzzy* pertama kali dalam tulisannya yang berjudul "Set *Fuzzy*, Informasi, dan Kontrol" pada tahun 1965. Nilai ketidakpastian dalam logika *fuzzy* berada di antara 0 dan 1. Perbedaan utama antara logika *fuzzy* dan klasik terletak pada rentang nilai kebenaran. Dalam logika klasik, nilai kebenaran dapat dianggap benar atau salah dengan rentang nilai 0 hingga 1. Di sisi lain, dalam logika *fuzzy*, tingkat kebenaran preposisi ditetapkan dalam derajat kepastian dengan menggunakan rentang interval $[0,1]$.

Himpunan Fuzzy

Logika *fuzzy* dikatakan memiliki nilai yang ambigu karena menggunakan variabel linguistik yang berupa kata-kata *fuzzy* yang nilainya samar atau lebih ekspresif daripada angka. Kata-kata ini berasal dari bahasa alami, yang memiliki sifat yang ambigu dan tidak akurat, tetapi mudah dipahami dan banyak digunakan dalam percakapan sehari-hari. Himpunan *fuzzy* memiliki keanggotaan yang memungkinkan penilaian elemen ke dalam himpunan dilakukan secara bertahap. Ini bertentangan dengan teori himpunan klasik yang memiliki nilai pasti (crisp) (Davvaz *et al.*, 2021). Himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan $\mu(x)$ dan nilainya berada di antara 0 dan 1. Karakteristik himpunan tegas (crisp) terjadi ketika nilai $\mu(x)$ hanya berada di antara 0 dan 1. Himpunan tegas (crisp) dianggap sebagai kasus khusus dalam.

Tahapan Logika Fuzzy

Untuk menerapkan fungsinya, logika *fuzzy* memerlukan beberapa langkah. Tahapan-tahapan ini harus dilakukan ketika menggunakan mekanisme inferensi logika *fuzzy*.

- Tahap pertama dalam inferensi logika *fuzzy* adalah *fuzzifikasi*. Proses ini mengubah nilai hasil pengukuran (crisp) ke dalam himpunan keanggotaan *fuzzy* setelah mengambil hasil pengukuran untuk semua variabel yang relevan dari proses representasi pengetahuan sebelumnya. Mengubah nilai termometer klinis menjadi variabel linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi adalah contoh proses *fuzzifikasi*.
- Inferensi: Dalam logika *fuzzy* ini, proses inferensi mengubah atau mengubah input *fuzzy* menjadi output *fuzzy* sesuai dengan aturan *fuzzy* yang telah ditetapkan sebelumnya dalam basis pengetahuan *fuzzy* (Rawansyah *et al.*, 2020).
- *Defuzzifikasi*: Tahap terakhir dari proses inferensi *fuzzy*, dan merupakan proses yang mengubah nilai yang dihasilkan dari proses ke bentuk nilai tegas (crisp). Secara konseptual,

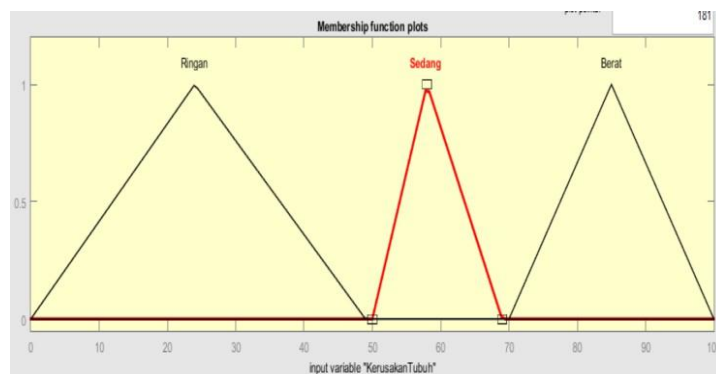
fuzzifikasi adalah kebalikan dari *fuzzifikasi*. Kedua terkait dengan mengubah nilai dari satu bentuk ke bentuk nilai yang jelas.

Fuzzyfikasi (Fuzzy Fication)

1. Himpunan *fuzzy* ringan, sedang, dan berat terdiri dari tiga kategori kerusakan bagian tubuh.
2. Ada tiga himpunan *fuzzy* untuk variabel kerusakan mata: kecil, sedang, dan besar.
3. Variabel Perubahan Warna tubuh, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: rendah, sedang, dan tinggi.
4. Variabel Nama Penyakit terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : WSSV, AHPND, dan *Black Gill Disease*.

Variabel Kerusakan Tubuh

Kerusakan tubuh udang dapat terbagi menjadi tiga yaitu baik, cukup baik dan kurang baik. Dalam kerusakan tubuh udang dapat terjadi oleh berbagai faktor seperti faktor lingkungan, faktor biologis, faktor nutrisi, faktor genetik. Hasil kurva kerusakan tubuh udang dapat dilihat pada gambar 1:

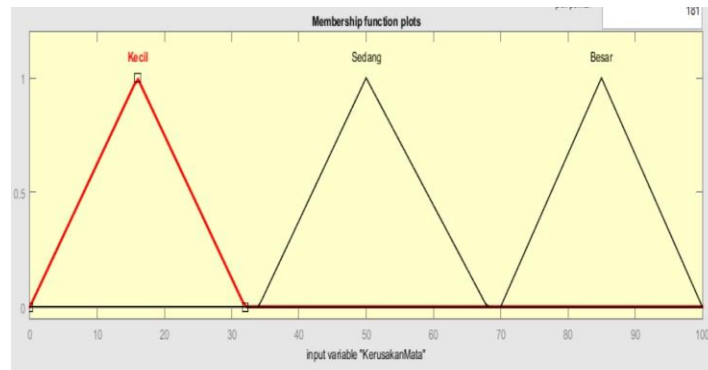


Gambar 1. Kerusakan Tubuh

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa variabel kerusakan tubuh untuk kategori kurang baik yaitu pada kurva berat dengan range angka 70 85 100 Untuk kategori cukup baik berada pada kurva sedang dengan kisaran 50 58 69 serta pada kategori sangat baik berada pada kurva dengan kisaran –10 –8 24 49.

Variabel Kerusakan Mata

Kerusakan mata udang disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi kesehatan udang, seperti infeksi bakteri dapat menyebabkan ulserasi dan kerusakan pada mata udang, virus seperti *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) bisa menyebabkan gangguan pada mata udang. Hasil kurva kerusakan mata pada udang dapat dilihat pada gambar 2.

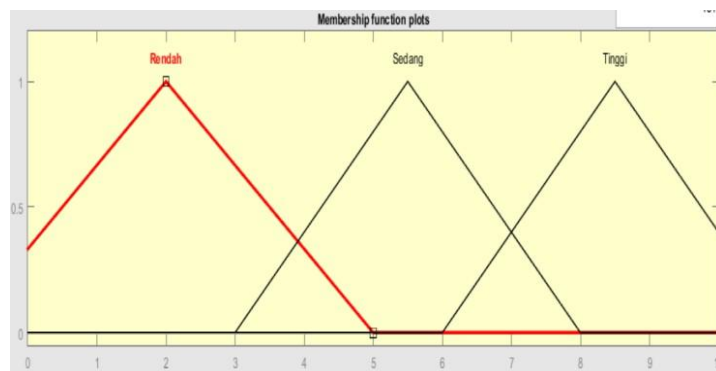


Gambar 2. Kerusakan Mata

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa variabel kerusakan mata menunjukkan status kurang baik pada angka 35 42,5 50 selanjutnya untuk kategori cukup baik berada pada rentang 17 25 34 dan pada rentang 0 8 16 memiliki kategori baik.

Variabel Perubahan Warna Tubuh

Pada perubahan warna tubuh udang dibagi menjadi tiga bagian yaitu rendah, sedang, dan tinggi disebabkan udang terkena penyakit dari faktor lingkungan, biologis, nutrisi dan genetik. Hasil kurva perubahan warna tubuh dapat dilihat pada gambar 3.

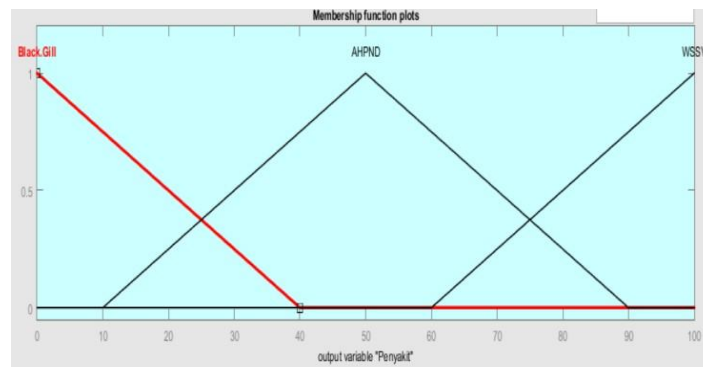


Gambar 3. Kurva Perubahan Warna Tubuh

Berdasarkan gambar kurva perubahan warna tubuh menunjukkan status baik 0 2 4 pada angka selanjutnya untuk kategori cukup baik berada pada rentang angka 4 5.5 7 dan pada angka 7 8.5 10 memiliki kategori kurang baik.

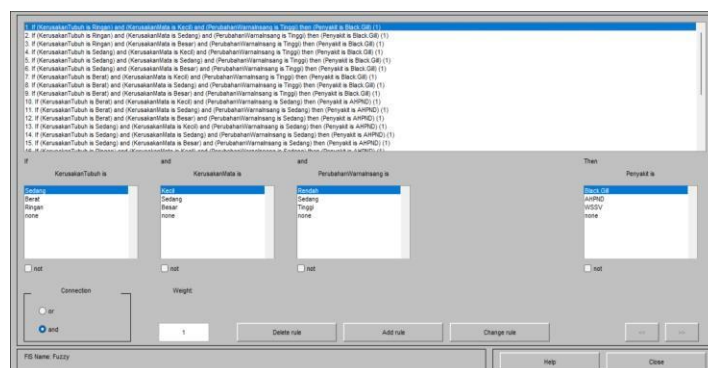
Variabel Nama Penyakit

Gambar 4 Kurva nama penyakit yang terdapat pada udang yaitu WSSV, AHPND, dan *Black Gill Disease*. Pada setiap nama penyakit ini akan terdeteksi dengan warna yang berbeda untuk udang yang terserang penyakit *black Gill* hasil yang akan terlihat yaitu warna merah.



Gambar 4. Kurva Nama Penyakit

Tahap selanjutnya dalam prosedur metode *fuzzy* Mamdani adalah penerapan fungsi implikasi, yang merupakan struktur logika terdiri dari kumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi ini berguna untuk mengetahui hubungan antara premis dan konklusinya. Bentuk fungsi implikasi dinyatakan dalam pernyataan *IF is THEN*, dimana *is* skalar, serta *A* dan *adalah* himpunan *fuzzy*. Dalam logika *fuzzy*, proposisi yang mengikuti *IF* disebut anteseden, sedangkan yang mengikuti *THEN* disebut konsekuen. Proposisi atau aturan *fuzzy* ini dapat diperluas menggunakan penghubung *fuzzy* AND (interseksi). Setelah tahap analisis data dan pengelompokan data, tahap ini akan membahas perancangan sistem dengan menentukan rancangan input, aturan (rule), dan output yang diperlukan.



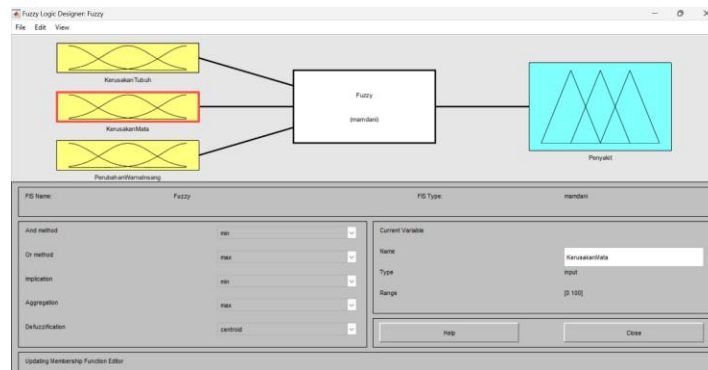
Gambar 5. Rule Editor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Software matlab

1. Fuzzy Logic Designer

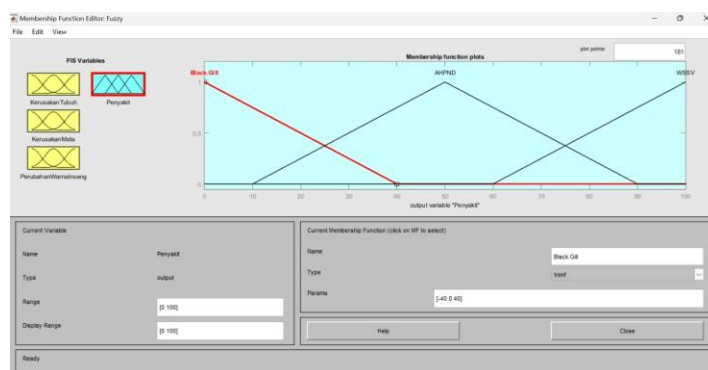
Fuzzy Logic Designer adalah alat atau aplikasi yang digunakan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem logika *fuzzy*. Alat ini menyediakan antarmuka yang intuitif dan berbagai fitur untuk membantu pengguna dalam membangun model logika *fuzzy* yang kompleks, mengatur aturan *fuzzy*, dan memvisualisasikan hasilnya.



Lotfi A. Zadeh memperkenalkan sistem penalaran *fuzzy logic*, juga dikenal sebagai logika *fuzzy*, pada tahun 1965 dalam karyanya yang disebut "*Fuzzy Sets*." Berbeda dengan logika klasik yang hanya tahu nilai benar atau salah (1 atau 0), sistem ini dirancang untuk menangani ide-ide yang tidak memiliki batasan yang jelas dan pasti. Nilai kebenaran suatu pernyataan dalam *fuzzy logic* dapat berkisar antara 0 dan 1, menunjukkan derajat kebenarannya atau ketidakpastiannya. *Fuzzy Logic Designer* biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pemrosesan data yang tidak pasti atau samar, seperti pengendalian sistem, prediksi, dan diagnosa. Pada tampilan halaman utama, terdapat variable dan output yang dapat anda modifikasi sesuai dengan data yang anda inginkan. Himpunan *fuzzy* adalah kumpulan elemen dengan derajat keanggotaan yang berkisar antara 0 dan 1, dan digunakan untuk merepresentasikan informasi yang tidak pasti dalam *fuzzy logic*. Fuzzifikasi, defuzzifikasi, basis aturan, dan mesin inferensi adalah komponen utama logika *fuzzy*. Fuzzifikasi mengubah data crisp menjadi nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan.

2. Membership Function Editor

Membership Function Editor dalam *fuzzy logic* adalah alat yang digunakan untuk menentukan bentuk dan parameter dari fungsi keanggotaan yang menggambarkan bagaimana setiap titik dalam domain input dipetakan ke nilai keanggotaan antara 0 dan 1.

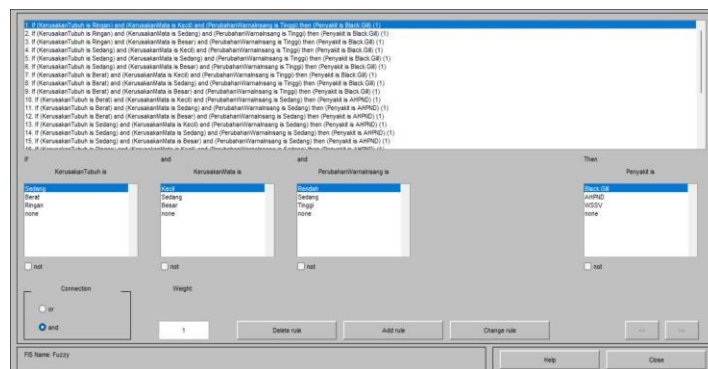


Fungsi keanggotaan ini adalah elemen kunci dalam sistem logika *fuzzy* karena mereka mengubah input numerik menjadi nilai *fuzzy* yang dapat diproses oleh sistem *fuzzy*. *Fuzzy logic* juga digunakan untuk menangani masalah ambiguitas dan ketidakpastian dalam berbagai bidang. Aplikasi *fuzzy logic* sangat umum. Ini termasuk kontrol sistem industri seperti suhu dan kecepatan motor, pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian, pemrosesan gambar dan pengenalan pola, dan pembuatan sistem pakar untuk diagnosis medis dan prediksi cuaca. *Fuzzy logic* memiliki banyak keuntungan, termasuk kemudahan integrasi dengan teknologi lain, kemampuan untuk meniru cara manusia berpikir, dan fleksibilitas dalam menangani data yang tidak pasti. Namun, *fuzzy logic* juga memiliki

keterbatasan. Beberapa di antaranya adalah kesulitan menentukan aturan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan. Selain itu, hasilnya dapat berbeda-beda tergantung pada aturan dan definisi himpunan *fuzzy* yang digunakan. Secara keseluruhan, *fuzzy logic* menawarkan metode yang efektif untuk mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas, menjadikannya alat yang berharga dalam pembuatan sistem cerdas dan adaptif.

3. Rule Editor

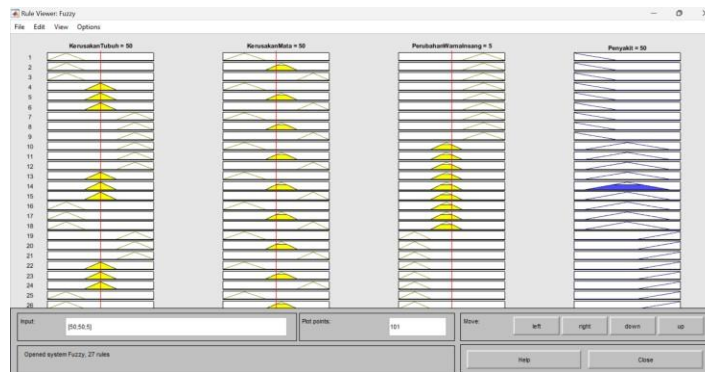
Rule Editor dalam *fuzzy logic* adalah alat yang digunakan untuk membuat, mengelola, dan memodifikasi aturan-aturan logika *fuzzy*. Aturan ini menghubungkan variabel input dengan variabel output berdasarkan logika IF-THEN, yang merupakan inti dari sistem inferensi *fuzzy*.



Rule Editor memungkinkan pengguna untuk menentukan bagaimana berbagai kombinasi input harus dipetakan ke output, yang memungkinkan sistem *fuzzy* untuk mengambil keputusan berdasarkan data yang diberikan. Fuzzifikasi, basis aturan, mesin inferensi, dan defuzzifikasi adalah beberapa komponen utama dari proses deteksi penyakit udang dengan *fuzzy logic*. Fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan untuk mengubah input data crisp (nilai pasti), seperti tingkat perubahan warna tubuh, tingkat penurunan nafsu makan, dan kecepatan gerak, menjadi nilai *fuzzy*. Basis aturan terdiri dari kumpulan aturan IF-THEN yang menunjukkan bagaimana gejala dan kemungkinan penyakit berhubungan satu sama lain. Selanjutnya, mesin inferensi menggunakan aturan-aturan ini untuk menghasilkan output yang tidak jelas yang menunjukkan tingkat kemungkinan berbagai penyakit. Terakhir, output kabur ini diubah menjadi nilai tajam melalui proses defuzzifikasi. Nilai tajam ini dapat digunakan untuk memberikan diagnosis yang jelas. Dalam mendeteksi penyakit udang, *fuzzy logic* menawarkan beberapa keunggulan. Pertama, *fuzzy logic* sangat cocok untuk diagnosis penyakit yang gejalanya tidak selalu jelas karena dapat menangani data yang tidak pasti atau ambigu. Kedua, pemodelan yang menyerupai cara manusia berpikir dan membuat keputusan memungkinkan hasil yang lebih alami dan mudah dipahami. Ketiga, *fuzzy logic* dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis dengan menggabungkannya dengan teknologi lain seperti sistem pakar dan pembelajaran mesin.

4. Rule Viewer

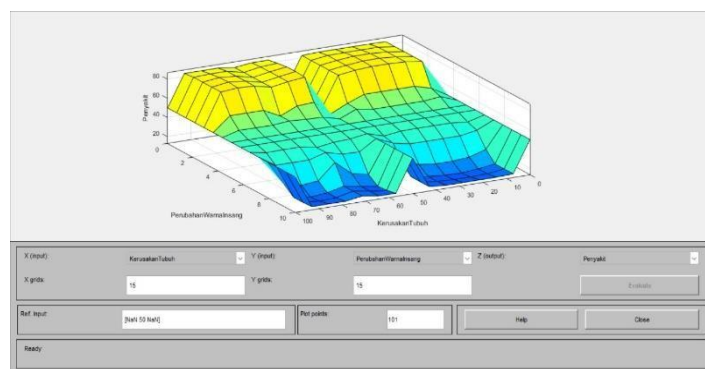
Rule Viewer dalam *fuzzy logic* adalah alat yang digunakan untuk menampilkan dan menganalisis bagaimana aturan-aturan *fuzzy* diterapkan pada input tertentu dan bagaimana mereka menghasilkan output.



Rule Viewer memberikan gambaran visual tentang bagaimana aturan-aturan *fuzzy* bekerja secara dinamis ketika input diberikan, sehingga memudahkan pengguna untuk memahami dan memvalidasi proses inferensi *fuzzy*.

5. Surface Viewer Kerusakan Tubuh

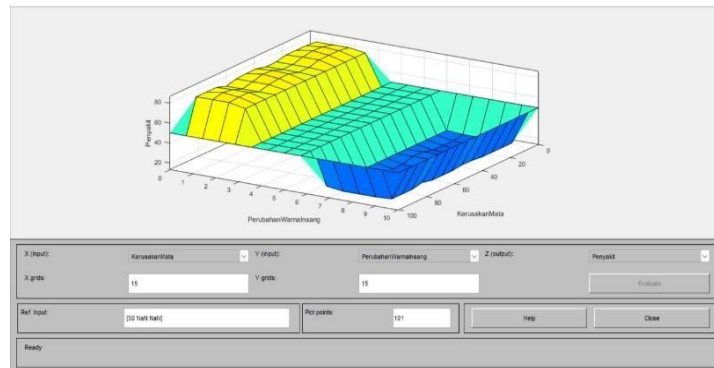
Surface Viewer dalam *fuzzy logic* adalah alat yang digunakan untuk visualisasi grafis dari hubungan antara input dan output dalam sistem *fuzzy*.



Surface Viewer Ini menampilkan permukaan tiga dimensi yang menggambarkan bagaimana berbagai kombinasi input mempengaruhi output, sehingga membantu pengguna memahami dan menganalisis perilaku sistem *fuzzy* secara keseluruhan. Pada tampilan tersebut menampilkan kerusakan pada bagian tubuh udang. Ulang Windu yang terkena WSSV memiliki gejala yang sangat beragam dan tidak spesifik. Tidak semua udang menunjukkan gejala umum berupa bintik-bintik putih pada karapas bagian kepala. Namun, udang yang terinfeksi WSSV memiliki warna kemerahan di kepala dan ujung ekornya. Ulang WSSV juga memiliki tubuh berwarna kuning susu, nafsu makan menurun drastis, tidak peka terhadap rangsangan, dan bergerombol di pinggir kolam (Corteel, 2013). Untuk tujuan ini, sampel udang dikumpulkan dari berbagai tambak yang tidak wajar kehilangan udang karena gejala tersebut. Penyakit WSSV (*White spot syndrome virus*), yang juga dikenal sebagai SEMBV, adalah masalah besar bagi budidaya udang, terutama udang windu di Indonesia. Gejala klinis yang ditunjukkan oleh udang yang terkena penyakit WSSV termasuk berenang di permukaan, kondisi lemah, menempel di dinding tambak, dan penampilan bintik putih di seluruh tubuhnya, terutama pada carapace dan ekor. Kematian udang akan terjadi secara bertahap dalam waktu satu hingga tiga hari setelah gejala muncul. Penyakit ini tidak dapat disembuhkan. Ulang harus dipanen segera setelah terinfeksi WSSV dan berukuran konsumsi. Penyakit WSSV dapat menyebar melalui kontak langsung dengan udang lain yang

terinfeksi, air tambak, atau sumber makanan seperti kepiting dan udang. Salah satu contoh udang yang terinfeksi virus *White Spot Syndrome*.

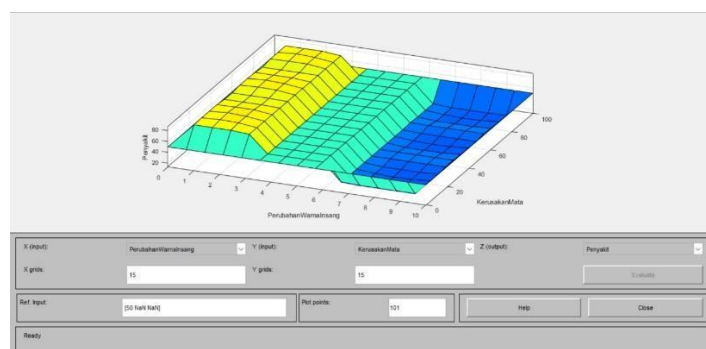
6. Surface Viewer Kerusakan Mata



Pada tampilan tersebut menampilkan kerusakan mata pada udang. *Vibrio parahaemolyticus* adalah bakteri gram negatif yang banyak ditemukan di air laut. *V. parahaemolyticus* menyebabkan penyakit *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND), juga dikenal sebagai *Early Mortality Syndrome* (EMS), dan merupakan salah satu spesies *Vibrio* spp. yang merugikan manusia dan komoditas udang. Penyakit EMS menyerang fase setelah larva dan dapat menyebabkan kematian hingga 100% dalam dua puluh hingga tiga puluh hari setelah penyebaran. Selain itu, penyakit EMS juga dapat menyerang juvenil udang pada tahap akhir pertumbuhannya (Azhar 2018). Bakteri *Vibrio* spp. dapat ditemukan di laut dan muara di seluruh dunia. Mereka juga dapat hidup di tubuh krustasea air dan ikan. General ini merupakan bagian dari mikro flora umum. Beberapa spesies *Vibrio* spp., termasuk *Vibrio anguillarum*, *Vibrio harveyi*, dan *Vibrio parahaemolyticus*, dapat menyebabkan *vibriosis* pada udang. Selain itu, penyakit *nekrosis hepatopancreatic akut* (AHPND) atau sindrom fana dini (EMS), yang merupakan konsekuensi dari EMS, telah mengakibatkan penurunan yang signifikan dalam produksi udang di negara-negara Asia Tenggara dan Meksiko Hingga seratus persen udang putih Pasifik dan udang windu mati akibat AHPND.

7. Surface Viewer Perubahan Warna Insang

Penyakit pada udang adalah salah satu masalah utama dalam budidaya udang yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan.



Pada tampilan tersebut menampilkan perubahan warna insang pada udang. Udang windu sering terkena penyakit insang hitam. Insang udang yang menghitam (*Black gill*) terdiri dari dua jenis, yang pertama terjadi selama proses budidaya dan disebabkan oleh organisme

penempel (bakteri, protozoa, dan organisme yang menempel pada permukaan insang) yang menyebabkan inflamasi pada jaringan dan yang kedua terjadi selama proses panen. Penanganan panen yang buruk dan kondisi udang yang tidak sehat dapat menyebabkan *black gill* saat panen. Kondisi ini dapat mengurangi harga pasar udang. *Fusarium* dan *Aspergillus flavus* sering ditemukan pada insang udang yang terserang oleh ekor hitam. Jika udang terkena penyakit *gill black*, mereka dapat mengalami masalah bernafas, kehilangan nafsu makan, dan bahkan dapat mati. Beberapa faktor, termasuk kondisi dasar tambak yang kotor, diduga menjadi penyebab penyakit ini.

SIMPULAN

Hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan *artificial intelligence* untuk diagnosa penyakit udang windu (*Penaeus monodon*) menggunakan metode model logika *fuzzy logic* mamdani merupakan solusi yang lebih mudah dan cepat untuk menentukan penyakit yang menyerang udang windu (*Penaeus monodon*) secara langsung dibandingkan dengan cara manual atau perkiraan yang relatif lebih lama.

Hasil percobaan yang dilakukan dengan penerapan *artificial intelligence* untuk diagnosa penyakit udang windu (*Penaeus monodon*) menggunakan metode model logika *fuzzy logic* dapat disimpulkan bahwa kerusakan tubuh merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap jenis penyakit selain kulit cacat dan perubahan warna organ, meskipun penggunaan metode *fuzzy* mamdani pada penelitian yang digunakan memiliki tingkat akurasi tidak 100% namun diagnosa penyakit udang secara klinis sangat penting, dan sangat bermanfaat bagi para pembudidaya udang windu. Ketika sudah dilakukan analisis maka akan dijadikan pedoman sebagai menguji agar bentuk dari hasil yang sudah dilakukan pada penelitian ini dapat dinyatakan sebagai hasil yang diinginkan.

Secara keseluruhan, penerapan *fuzzy logic* dalam deteksi penyakit udang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas diagnosis, memberikan alat yang berharga bagi petani udang dalam menjaga kesehatan udang dan meningkatkan produktivitas. Dengan terus berkembangnya teknologi dan pengetahuan dalam bidang ini, potensi *fuzzy logic* dalam mendeteksi penyakit udang akan semakin optimal dan memberikan manfaat yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar F. 2018. Aplikasi Bioflok yang dikombinasikan dengan Probiotik Untuk Pencegahan Infeksi *Vibrio parahaemolyticus* Pada Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Science*. 3(1):128–137.
- Effendi H, Amalrullah Utomo B, Maruto Darmawangsa G, Aprianti Hanafiah D. 2016. Formulir Hasil Validasi *Wastewater Treatment Of Freshwater Crayfish (Cherax quadricarinatus) Cultured With Lettuce (Lactuca Sativa)*.
- Effendi H, Utomo BA, Darmawangsa GM, Karo-Karo RE. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) Dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Ecolab*. 9(2):80–92.
- Ekasari J, Napitupulu AD, Djurstedt M, Wiyoto W, Baruah K, Kiessling A. 2023. *Production Performance, Fillet Quality and Cost Effectiveness of Red Tilapia (Oreochromis sp.) Culture In Different Biofloc Systems*. *Aquaculture*. 563:738956.
- Eny Indriastuti C, Ratnawati B, Wulandari Budiharto I. 2022. *Survival and Growth Performance The Catfish Clarias gariepinus In High Density Nurseries Using Recirculating Aquaculture System (RAS)*. Di dalam: *E3S Web of Conferences*. Volume ke-348. hlm 00013.
- Firdausi AP. 2014a. Vaksinasi Induk Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dengan Sel Utuh dan Ketahanan Benih yang Dihasilkannya Terhadap Infeksi *Streptococcus agalactiae*.

- Haque MDD, Sriani S. 2023. Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Optimasi Persediaan Stok Makanan Hewan. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*. 4(1):427–437.
- Hendriana Andri, Hikmah PN, Iskandar A, Ramadhani DE, Kusumanti I, Arianto AD. 2022b. Budidaya Ikan Nila Hitam *Oreochromis niloticus* Studi Kasus Usaha Pembesaran di Tambak H. Umar Faruq Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*. 8(1):1–11.
- Hendriana A, Iskandar A, Ramadhani DE, Wiyoto W, Endarto NP, Hitron RA, Sitio YIK, Anwar RV. 2023a. Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Dengan Tingkat Pemberian Pakan yang Berbeda. *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*. 13(1):60–66.
- Hendriana A, Lesmanawati W. 2020. Penambahan Konsentrasi Molase Berbeda Untuk Perbaikan Kualitas Air dan Produksi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)(Boone 1931). *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*. 10(1):60–68.
- Hendriana A, Ramadhani DE, Indriastuti CE, Iskandar A, Endrassanto NP, Rejcky MF. 2022. Evaluasi Penanganan Cacing sutra *Tubifex* sp. Dalam Meningkatkan Kinerja Pembenihan Ikan. *Jurnal Mina Sains*. 8(1):19–26.
- Hendriana A, Setiawati M, Jusadi D, Suprayudi MA, Ekasari J, Wahjuningrum D. 2023b. *Evaluation of the Administration of Cinnamaldehyde to Feed on the Growth Performance and Carbohydrate Metabolism of Pacific Whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei)*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 16(5):2660–2670.
- Hendriana A, Setiawati M, Jusadi D, Suprayudi MA, Ekasari J, Wahjuningrum D. 2024. *Dietary Evaluation of Cinnamaldehyde Supplementation With Different Protein Energy Levels and Ratios in Pacific Whitleg Shrimp Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 23(1):79–91.
- Indriastuti CE. 2000. Aktivasi Sintesis Vitelogenin Pada Proses Rematurasi Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus* F).
- Iskandar A. 2022. Kajian Budidaya Ikan Discus *Symphysodon discus* yang dipijahkan Secara Alami (pengelolaan dan kelayakan usaha). *Grouper: Fisheries Scientific Journal*. 13(2):126–137.
- Iskandar A, Amalia D, Aji HS, Hendriana A, Darmawangsa GM. 2021a. Optimalisasi Pembenihan Ikan Koi *Cyprinus rubrofuscus* di Mina Karya Koi, Sleman, Yogyakarta. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*. 3(1):154–159.
- Iskandar A, Carman O, Darmawangsa GM, Hendriana A. 2022a. Aspek Manajerial Teknis Budidaya Ikan Botia India Botia Lohachata Untuk Meningkatkan Performa Produksi Benih. *Techno-Fish*. 6(2):83–99.
- Iskandar A, Mulya MA, Bellina M, Inoue M. 2021b. Performa dan Analisa Usaha Pendederan Ikan Sidat Anguilla Bicolor Hasil Tangkapan Dari Sungai Cimandiri Pelabuhanratu, Sukabumi Di PT Jawa Suisan Indah Sukabumi, Jawa Barat. *Fisheries Of Wallacea Journal*. 2(2):52–63.
- Iskandar A, Trianto Y, Hendriana A, Lesmanawati W, Prasetyo B, Muslim M. 2022b. Pengelolaan dan Analisa Finansial Produksi Pembesaran Udang vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*. 12(2):256–267.
- Iskandar A, Wandanu D, Muslim M. 2022c. Teknik Produksi Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*): Studi Kasus di PT. Dewi Laut Aquaculture Garut. *Nekton*. 2(2):1–13.

- Kusumah BR, Jaya AK, Iftitah D, Siskandar R, Lestari H, Umam K, Supriadi D. 2021a. Penerapan Teknologi Tepat Guna (e-ox level) Kepada Kelompok Pembudidaya Ikan Lele di Desa Kepongpongan Kabupaten Cirebon. Di dalam: *Unri Conference Series: Community Engagement*. Volume ke-3. hlm 40–46.
- Kusumah BR, Kosta Jaya A, Siskandar R, Rahim FF. 2022. E-ox level: Sustainability Test of Data Storage System and Performance Test on Closed System Fish Pond. *Aquacultura Indonesiana*. 23(1):1–8.
- Kusumanti I, Firdausi AP, Ramadhani DE, Indriastuti CE. 2023. Sosialisasi Potensi Bisnis Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Desa Nagrak, Kabupaten Cisaat, Sukabumi. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 9(2):154–163.
- Kusumanti I, Iskandar A, Sesaria S, Muslim AB. 2022. Studi Kelayakan Usaha Pembenihan Ikan Kakap Putih di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 47(2):195–206.
- Liswardani F, Ramadhan IR, Shoultan MA, Pratama Y, Chairunisa DY, Siskandar R. 2023. Logika Fuzzy Untuk Menentukan Idealitas Suhu dan Kelembapan Pada Inkubator Telur Ayam. *Jurnal Ilmiah Flash*. 9(1):1–8.
- Mulya MA, Darmawangsa GM, Wali RM, Santoso S. 2021a. Pembenihan Ikan Koi *Cyprinus rubrofusculus* (lacepede, 1803) di Mina Karya Koi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*. 11(2):86–101.
- Mulya MA, Darmawangsa GM, Wali RM, Santoso S. 2021b. Pembenihan Ikan Koi *Cyprinus Rubrofusculus* (Lacepede, 1803) Di Mina Karya Koi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*. 11(2):86–101.
- Muslim M, Iskandar A, Hendriana A, Lutfi L. 2021. Perfoma Pertumbuhan Calon Induk Ikan Gabus *Channa striata* yang di beri Pakan Benih Ikan Nila *Oreochromis sp.* *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*. 11(1):1–8.
- Nurlaty A. 2019. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pola Intensif dengan Sistem Bioflok.
- Nurmuslimah S. 2019. Aplikasi sistem pendukung keputusan diagnosa penyakit udang windu (*Penaeus monodon*) menggunakan metode fuzzy logic mamdani. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. Volume ke-1. hlm 247–254.
- Rahma HN, Prayitno SB, Haditomo AHC. 2014. Infeksi White Spot Syndrom Virus (WSSV) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon fabr.*) yang dipelihara Pada Salinitas Media yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(3):26–34.
- Ramadhani DE. Aplikasi Berbagai Dosis Probiotik *Bacillus* NP5 Melalui Pakan Untuk Pencegahan Infeksi *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Mas *Cyprinus carpio*.
- Ramadhani DE, Hendriana A, Wahjuningrum D, Mulya MA. 2022a. Vibrio Dynamics and Health Status Of Pacific White Shrimp Fed With Cinnamaldehyde-containing Feed. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 14(2).
- Ramadhani DE, Lesmanawati W, Sulistiawati E, Widanarni W. 2022b. Analysis Of The Best Method In Produced Of Synbiotics Products For Shrimp Using Microencapsulation Techniques. Di dalam: *E3S Web of Conferences*. Volume ke-348. EDP Sciences. hlm 00017.

- Ramadhani DE, Pratiwi R, Gultom NM, Hakim RF, Hapsari M, Alhaq S, Maula A, Fauziah SS, Hafid ME, Nurrafa NW. 2023. Diagnosa Agen Penyakit Ikan Di Kecamatan Cibereum, Sukabumi, Jawa Barat. *JURNAL MEGAPTERA*. 2(1):15–24.
- Ridwan AY, Novitasari N. 2021. Usulan Perancangan Sistem Manajemen Risiko Pada Rantai Dingin Pt Xyz Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Failure Mode And Effects Analysis* Dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*. *eProceedings of Engineering*. 8(6).
- Setiawan A, Arlitasari E, Zuhri M, Hendriana A. 2022. Monitoring Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Iot Di Laboratorium Perikanan Sekolah Vokasi IPB. *JINTEKS (Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains)*. 4(3):108–116.
- Sipayung HK, Darmawangsa GM. 2021. Pembenihan Dan Pembesaran Ikan Bandeng *Chanos chanos* Di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, Jawa Tengah.
- Siskandar R, Santosa SH, Wiyoto W, Kusumah BR, Hidayat AP. 2022. Control and automation: Insmoaf (Integrated Smart Modern Agriculture and Fisheries) on the greenhouse model. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(1):141–152.
- Siskandar R, Wiyoto W, Santosa SH, Sari JE, Darmawangsa GM, Hidayat AP, Dardanella D, Kusumah BR. 2023. Potential Readings Of Water Turbidity Values Based On Optical Sensors On Fish-rearing Biofloc Media. *Photonics Lett Pol*. 15(1):1–3.
- Sufarnap E, Sudarto S. 2019. Penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* Dalam Penentuan Jumlah Produksi. Di dalam: *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)*. Volume ke-2.
- Suhaya DD, Ramadhani DE, Firdausi AP, Hidayat AM. Mikrotik: Mikrokapsul Probiotik Untuk Peningkatan Produksi Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*).
- Widanarni W, Rajab F, Sukenda S, Setiawati M. 2016. Isolasi Dan Seleksi Bakteri Probiotik Dari Lingkungan Tambak Dan Hatcheri Untuk Pengendalian Penyakit Vibriosis Pada Larva Udang Windu, *Penaeus monodon*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 5(1):103–113.
- Wiyoto W, Hendriana A, Siskandar R, Mashita N, Mahendra T, Cahyo AD, Arzi JRA, Aulia SS, Ekasari J. 2022. Analysis Of Water And Sediment Quality In Pacific White Leg Shrimp *Litopenaeus Vannamei* Culture With Different Sediment Redox Potential. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 21(1):59–67.
- Wiyoto W, Sukenda S, Harris E, Nirmala K, Djokosetiyanto D. 2016. Water Quality And Sediment Profile In Shrimp Culture With Different Sediment Redox Potential And Stocking Densities Under Laboratory Condition. *Ilmu Kelaut*. 21(2):65–76.
- Wiyoto W, Sukenda S, Harris E, Nirmala K, Djokosetiyanto D, Ekasari J. 2017. The Effects Of Sediment Redox Potential And Stocking Density On Pacific White Shrimp *Litopenaeus Vannamei* Production Performance And White Spot Syndrome Virus Resistance. *Aquac Res*. 48(6):2741–2751.
- Wiyoto W, Wisesa SY, Lesmanawati W, Muarif M, Iskandar A, Hendriana A, Indriastuti CE, Mulya MA, Ramadhani DE, Kusumanti I. 2023a. Aplikasi Hidrogen Peroksida Di Sedimen Terhadap Kualitas Air Dan Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Mina Sains*. 9(1).