

# Smart Monitoring System Pada Pembudidayaan Jamur Tiram Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*

Arif Reza Basirun<sup>1\*</sup>, M Nurudduja Al Kautsar<sup>2</sup>, dan Violita Anggraini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

<sup>2,3</sup> Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia

Email: [arifrezabasirun@mail.ugm.ac.id](mailto:arifrezabasirun@mail.ugm.ac.id)<sup>1</sup>, [muchamadnuruddujaalkautsar@mail.ugm.ac.id](mailto:muchamadnuruddujaalkautsar@mail.ugm.ac.id)<sup>2</sup>, [violitaanggraini@mail.ugm.ac.id](mailto:violitaanggraini@mail.ugm.ac.id)<sup>3</sup>

Received: Nov 28, 2023 / Revised: May 27, 2024 / Accepted: April 17, 2024

## Abstrak

Jamur, yang dikenal sebagai komoditas pangan, saat dibudidayakan memerlukan suhu antara 22-28°C dan kelembapan 60-80%. Pengendalian kedua faktor ini sangat krusial, terutama saat terjadi fluktuasi cuaca sepanjang hari. Sebagai solusi, diperkenalkan sistem berbasis kecerdasan buatan untuk mengatur suhu dan kelembapan. Teknik "fuzzy control" dalam kecerdasan buatan menjadi pilihan karena fleksibilitas dan kemudahannya tanpa melibatkan perhitungan matematis yang kompleks. Metode Fuzzy Mamdani adalah salah satu pendekatan dalam "fuzzy control" yang memungkinkan pengendalian suhu dan kelembapan di area budidaya jamur secara otomatis. Untuk menerapkan metode ini, diperlukan sensor yang dapat memberikan data kepada sistem fuzzy. Sistem fuzzy ini bekerja dalam empat langkah: fuzzifikasi, penentuan aturan, inferensi, dan defuzzifikasi. Hasil penelitian menunjukkan selisih antara produksi dan prediksi produksi menggunakan metode Fuzzy Mamdani adalah 0,20 dan 0,47, dengan rata-rata presentase kesalahan dari metode Mamdani adalah 0,16% dan 0,38%. Tingkat akurasi perhitungan dengan menggunakan Metode Fuzzy Mamdani tergolong sangat tinggi, yang memungkinkan sistem untuk melakukan evaluasi terhadap variabel-variabel masukan, seperti kejelasan informasi dan kejelasan persyaratan, sehingga menghasilkan output yang berupa nilai kondisi lingkungan untuk budidaya jamur.

**Kata kunci:** Budidaya Jamur, Monitoring, Fuzzy Logic

## Abstract

Mushrooms, which are known as food commodities, when cultivated require Temperatures between 22-28°C and humidity of 60-80%. Controlling these two factors is very crucial, especially when weather fluctuations occur throughout the day. As a solution, an artificial intelligence-based system was introduced to regulate Temperature and humidity. The "fuzzy control" technique in artificial intelligence is an option because of its flexibility and convenience without involving complex mathematical calculations. The Fuzzy Mamdani method is one approach in "fuzzy control" which allows automatic control of Temperature and humidity in mushroom cultivation areas. To apply this method, sensors are needed that can provide data to the fuzzy system. This fuzzy system works in four steps: fuzzification, rule determination, inference, and defuzzification. The research results show that the difference between production and production predictions using the Fuzzy Mamdani method is 0.20 and 0.47, with the average percentage error from the Mamdani method being 0.16% and 0.38%. The level of accuracy of calculations using the Fuzzy Mamdani Method is classified as very high, which allows the system to evaluate input variables, such as clarity of information and clarity of requirements, thereby producing output in the form of environmental condition values for mushroom cultivation. **Keywords:** Mushroom Cultivation, Monitoring, Fuzzy Logic

## 1. Pendahuluan

Jamur tiram (*Pleurotus sp.*) diakui sebagai salah satu jamur konsumsi yang memiliki kualitas kuliner dan nutrisi yang superior. Beberapa kultivar dominan seperti *P. sajor-caju* (jamur tiram abu-abu), *P. flabellatus* (jamur tiram merah muda), dan *P. ostreatus* (jamur tiram putih) mungkin tampak mirip secara sekilas, tetapi memiliki

distingsi khusus pada nuansa warna bagian kuping jamurnya (Chazali and Pratiwi 2009).

Berbeda dengan tumbuhan fotosintesis, jamur tiram tidak memiliki klorofil dan karenanya, tidak mampu menyintesis makanannya sendiri. Mereka mengadopsi strategi nutrisi yang unik, menyerap bahan organik dari lingkungannya. Dalam praktik budidaya, serbuk kayu gergajian sering menjadi pilihan utama sebagai sumber

<sup>1\*</sup> Penulis korespondensi

nutrisi, dan telah menjadi standar di kalangan petani jamur.

Sejumlah faktor lingkungan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi jamur tiram, termasuk aerasi, kelembapan, cahaya, suhu, dan pH media tanam. Fokus penelitian ini menggali lebih dalam mengenai peranan kelembapan udara dan suhu dalam pertumbuhan jamur tiram. Penting untuk dicatat bahwa rentang kelembapan udara yang optimal bagi jamur tiram adalah antara 70% - 90%, sedangkan suhu ideal berkisar antara 22 – 28°C. Ketika kondisi berada di luar rentang ini, pertumbuhan jamur dapat terhambat, menimbulkan risiko kegagalan panen (Susilawati and Raharjo 2010).

Riset-riset sebelumnya telah menciptakan smart monitoring system untuk mengawasi kondisi pertumbuhan jamur tiram, dengan fitur-fitur canggih seperti notifikasi SMS dan pencatatan data otomatis. Sistem tersebut mengadopsi pendekatan berbasis logika himpunan crisp (Soulthan 2018). Secara singkat, aturan dari logika crisp yang digunakan dalam penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 1.

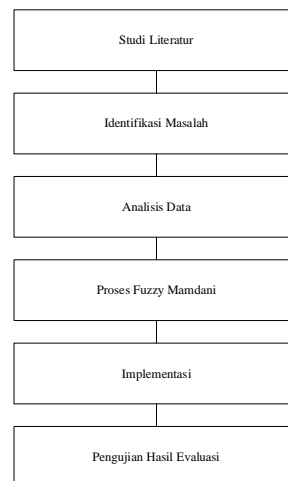
Humidity (%)	90	0,0	0,0	0,1
	70	0,0	0,0	0,1
	0	1,0	1,0	1,1
		22		28
		Temperature (°C)		

Gambar 1. Aturan Himpunan *Crisp Monitoring*

Sebagai lanjutan dan inovasi dari riset tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan pendekatan tersebut dengan metode *fuzzy logic* untuk nantinya dapat diterapkan pada UMKM Jamur dengan menambahkan beberapa output seperti *spray* dan *exhaust*. *Fuzzy logic*, yang telah banyak digunakan dan terintegrasi di berbagai aplikasi kontrol industri, menawarkan keunggulan dalam fleksibilitas dan implementasinya yang sederhana tanpa bergantung pada model matematis yang rumit (Ubaidillah, Istiadi, and Mukhsim 2020). Dalam kerangka kerja *fuzzy logic*, tiga proses utama, yaitu fuzzifikasi, evaluasi aturan, dan defuzzifikasi, berkolaborasi untuk menghasilkan respons optimal dari sistem yang diatur (Saragi, Hamami, and Mulyana 2022). Dengan demikian, penggunaan metode *fuzzy Mamdani* diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam mengelola produksi dan kualitas produk jamur pada UMKM tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang secara seksama dan dijalankan melalui serangkaian tahapan proses yang terstruktur, yang diilustrasikan dalam Kerangka Penelitian pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kerangka Penelitian

Kerangka ini menjadi panduan penting dalam menjalankan setiap langkah penelitian dengan tujuan untuk mencapai hasil yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Berikut ini adalah uraian mendetail mengenai setiap tahapan proses tersebut:

### A. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap paling krusial dan awal dalam penelitian ini. Pada tahap ini, peneliti melakukan kajian mendalam terhadap berbagai artikel ilmiah dan jurnal-jurnal relevan yang terkait dengan topik penelitian. Pada kajian literatur ini bertujuan untuk memahami perkembangan terkini dalam bidang yang terkait, mengidentifikasi metode-metode yang telah ada, serta menemukan celah atau permasalahan yang masih perlu diteliti lebih lanjut (Darmawati 2017). Selain itu, studi literatur juga membantu dalam membangun kerangka teoritis penelitian dan merumuskan hipotesis atau pertanyaan penelitian yang tepat dan relevan.

### B. Identifikasi Masalah

Setelah memahami literatur yang ada, peneliti kemudian melakukan identifikasi masalah dengan lebih spesifik. Identifikasi ini dilakukan melalui pengkajian ulang terhadap semua sebab permasalahan yang relevan dengan topik penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan tahap menganalisa hasil dari penelitian Soulthan (2018). Kemudian dilakukan proses perbandingan dimana penelitian terdahulu menggunakan aturan himpunan *Crisp Monitoring*.

### C. Analisis Data

Langkah-langkah analisis data dengan metode *Fuzzy Mamdani* berdasarkan variabel *input*nya melibatkan proses pembentukan himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel *input*, seperti suhu dan kelembapan. Variabel *input* ini diubah menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan, misalnya, suhu dapat dibagi menjadi himpunan *fuzzy* seperti dingin, sedang, dan panas, sementara kelembapan dapat dibagi menjadi kering, lembap, dan basah. Setelah itu, aturan *fuzzy* disusun untuk menghubungkan himpunan *fuzzy* dari variabel *input* dengan *output*, yang menyatakan hubungan linguistik antara kondisi *input* dan

output. Selanjutnya, semua aturan *fuzzy* digabungkan untuk membentuk satu himpunan *fuzzy* yang akan digunakan dalam proses selanjutnya. Proses ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif dalam lingkungan yang tidak pasti, dengan langkah-langkah berikutnya termasuk inferensi dan defuzzifikasi untuk menghasilkan *output* sistem dalam bentuk bilangan tegas.

**D. Pengujian Hasil Evaluasi**

Tahap pengujian hasil evaluasi merupakan tahap terakhir pada rangkaian proses penelitian. Tahap ini, hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan MATLAB akan diuji dan dievaluasi untuk memastikan bahwa hasil tersebut valid dan sesuai dengan tujuan penelitian. Proses pengujian ini melibatkan analisis eror, validasi hasil, dan evaluasi kinerja sistem yang telah dikembangkan.

Melalui tahapan-tahapan proses penelitian ini, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan temuan dan kontribusi yang signifikan bagi kemajuan ilmu teknologi dan pengetahuan, terutama dalam pengembangan *smart monitoring system* pada pembudidayaan jamur tiram menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*.

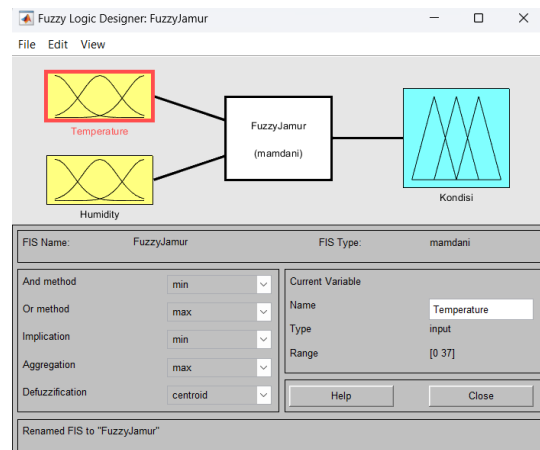
**3. Hasil dan Pembahasan**

**A. Analisis Variabel Fuzzy**

Sistem yang dirancang dengan metode *fuzzy* melibatkan beberapa langkah penting seperti fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Setiap langkah dalam kontrol *fuzzy* memiliki peranannya sendiri dan saling berhubungan satu sama lain. Dalam setiap langkah, data diproses dari *input* menjadi *output*. *Output* dari satu langkah menjadi *input* untuk langkah berikutnya, berlangsung hingga menghasilkan *output* akhir. Dalam konteks sistem ini, ada dua *input* utama, yaitu data kelembapan (*humidity*) dan suhu (*Temperature*), sementara *output*nya berkaitan dengan tingkat status. Detail lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 1. serta fungsi keanggotaan *input* dan *output* dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

x	Nama Variabel	Semesta Pembicara
Input	Humidity	[0-100]
	Temperature	[0-37]
Output	Spray	[1-2]
	Exhaust	[1-2]



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Input dan Output

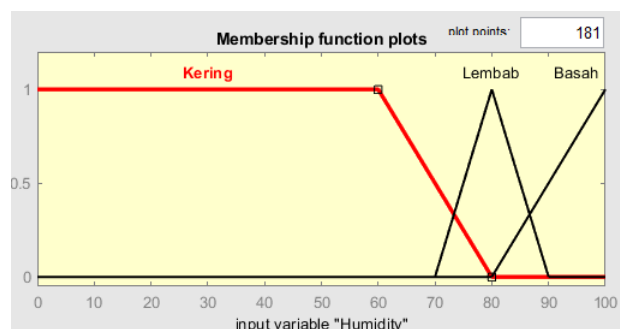
**B. Fuzzifikasi**

1) Variabel *Humidity*

Variabel kelembapan (*humidity*) didefinisikan dalam tiga kondisi: kering, lembap, dan basah. Setiap kondisi ini memiliki rentang nilai yang ditetapkan berdasarkan data dari jurnal Soulthan, (2018). Rentang nilai tersebut dimulai dari 0% dan mencapai puncaknya antara 80% hingga 100%. Detail himpunan *fuzzy* untuk *input* ini dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan diagram *membership fuzzy* untuk *input humidity* dapat dilihat pada Gambar 4

Tabel 2. Domain Input Variabel Humidity

Variabel	Model MF	Variabel Himpunan	Domain
Humidity	Trapmf	Kering	[0-80]
	Trimf	Lembap	[70-90]
	Trapmf	Basah	[80-100]



Gambar 4. Membership Function Variabel Humidity

Berdasarkan pembagian pada Tabel 2. Selanjutnya dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy*.

a) Himpunan *fuzzy* kering sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ Kering} = \begin{cases} 1 & \text{for } x \leq 60 \\ \frac{80 - x}{80 - 60} & \text{for } 60 < x \leq 80 \\ 0 & \text{for } x > 80 \end{cases}$$

b) Himpunan *fuzzy* lembab sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ Lembab} = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 70 \\ \frac{x - 70}{80 - 70} & \text{for } 70 \leq x \leq 80 \\ \frac{90 - x}{90 - 80} & \text{for } 80 \leq x \leq 90 \\ 0 & \text{for } x > 90 \end{cases}$$

c) Himpunan *fuzzy* basah sebagai berikut:

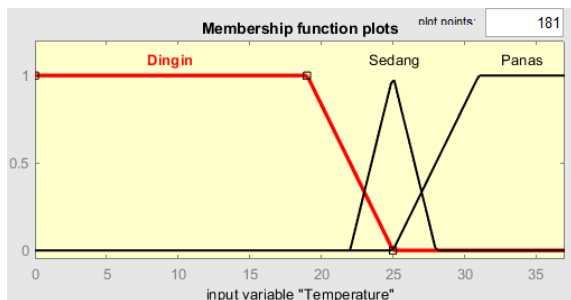
$$\mu(x) \text{ Basah} = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 80 \\ \frac{x - 80}{100 - 80} & \text{for } 80 \leq x < 100 \\ 1 & \text{for } x \geq 100 \end{cases}$$

2) Variabel *Temperature*

Variabel suhu (*Temperature*) didefinisikan dalam tiga kondisi: dingin, sedang, dan panas. Setiap kondisi ini memiliki rentang nilai yang ditetapkan berdasarkan jurnal Soulthan, (2018). Rentang nilai tersebut dimulai dari 0°C dan mencapai puncaknya antara 25°C hingga 37°C. Detail himpunan *fuzzy* untuk *input* kedua ini dapat dilihat pada Tabel 3. serta diagram *membership fuzzy* untuk *input Temperature* dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Domain Input Variabel *Temperature*

Variabel	Model MF	Variabel Himpunan	Domain
<i>Temperature</i>	Trapmf	Dingin	[0-25]
	Trimf	Sedang	[22-28]
	Trapmf	Panas	[25-37]



Gambar 5. *Membership Function* Variabel *Temperature*

Berdasarkan pembagian pada Tabel 3, selanjutnya dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy*.

a) Himpunan *fuzzy* sedang sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ Dingin} = \begin{cases} 1 & \text{for } x \leq 19 \\ \frac{25 - x}{25 - 19} & \text{for } 19 < x \leq 25 \\ 0 & \text{for } x > 25 \end{cases}$$

b) Himpunan *fuzzy* sedang sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ Sedang} = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 22 \\ \frac{x - 22}{25 - 22} & \text{for } 22 \leq x \leq 25 \\ \frac{28 - x}{28 - 25} & \text{for } 25 \leq x \leq 28 \\ 0 & \text{for } x > 28 \end{cases}$$

c) Himpunan *fuzzy* panas sebagai berikut:

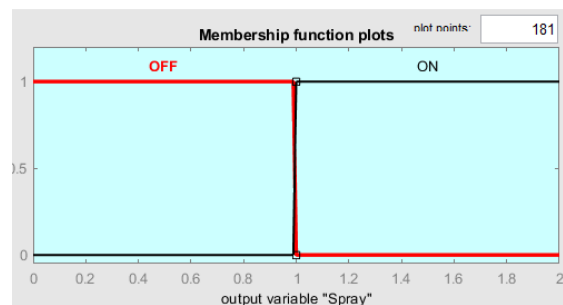
$$\mu(x) \text{ Panas} = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 25 \\ \frac{x - 25}{31 - 25} & \text{for } 25 \leq x < 31 \\ 1 & \text{for } x \geq 31 \end{cases}$$

3) Variabel *Spray*

Variabel *spray* mempunyai nilai yang dinyatakan dengan kondisi pengambilan keputusan on dan off. Dimana pada setiap kondisi mempunyai rentang nilai 0 hingga 2. Himpunan *fuzzy* untuk *output* diperlihatkan pada tabel 4, dan diagram *membership function* untuk *output* kondisi dapat dilihat pada Gambar6.

Tabel 4. Domain Output Variabel *Spray*

Variabel	Model MF	Variabel Himpunan	Domain
<i>Spray</i>	Linzmf	Off	[0-1]
	Linzmf	On	[1-2]



Gambar 6. *Membership Function* Variabel *Spray*

Berdasarkan pembagian pada Tabel 4, selanjutnya dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy*.

a) Himpunan *fuzzy* off sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ off} = \begin{cases} 1, & x = c \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

b) Himpunan *fuzzy* on sebagai berikut:

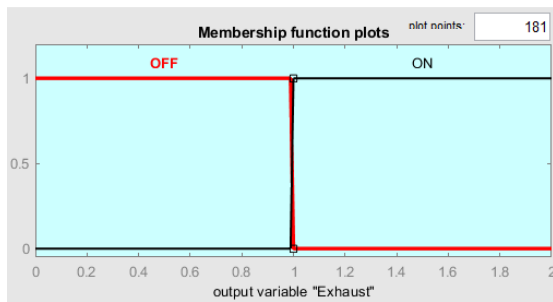
$$\mu(x) \text{ on} = \begin{cases} 1, & x = c \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

4) Variabel *Exhaust*

Variabel *exhaust* memiliki nilai yang dinyatakan dalam kondisi pengambilan keputusan on dan off. Dimana pada setiap kondisi mempunyai rentang nilai 0 hingga 2. Himpunan *fuzzy* untuk *output* diperlihatkan pada tabel 5, dan diagram *membership function* untuk *output* kondisi dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 5. Domain Output Variabel *Exhaust*

Variabel	Model MF	Variabel Himpunan	Domain
<i>Exhaust</i>	Linzmf	Off	[0-1]
	Linzmf	On	[1-2]



Gambar 7. Membership Function Variabel Exhaust

Berdasarkan pembagian pada Tabel 5, selanjutnya dilakukan pembentukan himpunan fuzzy.

c) Himpunan fuzzy off sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ off} = \begin{cases} 1, & x = c \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

d) Himpunan fuzzy on sebagai berikut:

$$\mu(x) \text{ on} = \begin{cases} 1, & x = c \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

### C. Aturan Fuzzy (Rule)

Setelah proses fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah membentuk basis pengetahuan fuzzy berupa serangkaian aturan. Aturan-aturan ini dibuat untuk mendefinisikan hubungan antara input dan output. Setiap aturan adalah sebuah implikasi. Dalam pembuatan aturan, operator AND digunakan untuk menggabungkan dua input, sementara struktur IF-THEN digunakan untuk memetakan hubungan antara input dan output. Bagian yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden (premis) dan bagian yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen (kesimpulan). Dengan dua input dan satu output fuzzy, ada 9 aturan yang didefinisikan berdasarkan kombinasi input dan output tersebut. Aturan-aturan tersebut adalah:

- 1) *If (Temperature is Dingin) and (Humidity is Kering) then (Spray is ON)(Exhaust is OFF)*
- 2) *If (Temperature is Dingin) and (Humidity is Lembab) then (Spray is OFF)(Exhaust is OFF)*
- 3) *If (Temperature is Dingin) and (Humidity is Basah) then (Spray is OFF)(Exhaust is OFF)*
- 4) *If (Temperature is Sedang) and (Humidity is Kering) then (Spray is ON)(Exhaust is OFF)*
- 5) *If (Temperature is Sedang) and (Humidity is Lembab) then (Spray is OFF)(Exhaust is OFF)*
- 6) *If (Temperature is Sedang) and (Humidity is Basah) then (Spray is OFF)(Exhaust is OFF)*
- 7) *If (Temperature is Panas) and (Humidity is Kering) then (Spray is ON)(Exhaust is ON)*
- 8) *If (Temperature is Panas) and (Humidity is Lembab) then (Spray is OFF)(Exhaust is ON)*
- 9) *If (Temperature is Panas) and (Humidity is Basah) then (Spray is OFF)(Exhaust is ON)*

### D. Inferensi

Pengolahan data menggunakan fuzzy manual bertujuan dapat memberikan penjelasan tentang kerja aplikasi yang digunakan. Adapun prosesnya sebagai berikut:

Contoh:

Humidity : 84%

Temperature : 27 °C

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data untuk menentukan Penjualan sebagai berikut:

### Menentukan Himpunan Fuzzy

Variabel *humidity* telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu: kering, lembap dan basah. *Humidity* 84% termasuk di dalam himpunan fuzzy kering, lembap dan basah maka tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

- a. Himpunan fuzzy *humidity* kering (84) =  $80 - 84 / 80 - 60 = 0,0$   
Nilai 84 tidak termasuk dalam rentang kering, maka hasil yang didapat adalah 0,0.
- b. Himpunan fuzzy *humidity* lembap (84) =  $90 - 84 / 90 - 80 = 0,6$ .  
Nilai 84 termasuk dalam rentang *humidity* lembap, maka hasil yang didapat adalah 0,6.
- c. Himpunan fuzzy *humidity* basah (84) =  $84 - 80 / 100 - 80 = 0,2$   
Nilai 84 termasuk dalam rentang *humidity* basah, maka hasil yang didapat adalah 0,2.  
Variabel *humidity* telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy dan berada di antara keadaan lembap dan basah.

Variabel *Temperature* telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy yaitu: dingin, sedang, dan panas. *Temperature* 27°C termasuk di dalam himpunan fuzzy kering, lembap, dan basah, maka tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

- a. Himpunan fuzzy *Temperature* dingin (27) =  $25 - 27 / 80 - 60 = 0,0$   
Nilai 27 tidak termasuk dalam rentang *Temperature* dingin, maka hasil yang didapat adalah 0,0,
- b. Himpunan fuzzy *Temperature* sedang (27) =  $28 - 27 / 28 - 25 = 0,3$ .  
Nilai 27 termasuk dalam rentang *Temperature* sedang, maka hasil yang didapat adalah 0,33.
- c. Himpunan fuzzy *Temperature* panas (27) =  $27 - 25 / 31 - 25 = 0,3$   
Nilai 27 termasuk dalam rentang *Temperature* panas, maka hasil yang didapat adalah 0,33.

Variabel *Temperature* telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy dan berada di antara *Temperature* sedang dan panas.

### Penalaran (Inferensi)

Aturan dibuat dan dikirim ke mesin inferensi untuk memproses fungsi implikasi. Metode Mamdani menggunakan fungsi implikasi MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang dihasilkan sebagai hasil dari proses ini adalah nilai minimum dari variabel kelembapan dan suhu. Mengaplikasikan operator fuzzy, metode implikasi, dan komposisi adalah tiga langkah yang dilakukan dalam proses penalaran. Hanya 4 dari 9 rule fuzzy—Rule 5, Rule 6, Rule 8, dan Rule 9—akan ditampilkan, sedangkan yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.6. Proses peraturan dapat dilihat seperti berikut:

[Rule 5] If (*Temperature* is Sedang) and (*Humidity* is Lembab) then (*Spray* is OFF)(*Exhaust* is OFF)

Operator yang digunakan adalah AND, sehingga :

$$\begin{aligned}\alpha_5 &= \min(\mu_{Temperature} [27], \mu_{humidity}[84]) \\ &= \min(0,33 ; 0,6) \\ &= 0,33\end{aligned}$$

[Rule 6] If (*Temperature* is Panas) and (*Humidity* is Lembab) then (*Spray* is OFF)(*Exhaust* is ON)

$$\begin{aligned}\alpha_6 &= \min(\mu_{Temperature} [27], \mu_{humidity}[84]) \\ &= \min(0,33 ; 0,6) \\ &= 0,33\end{aligned}$$

[Rule 8] If (*Temperature* is Sedang) and (*Humidity* is Basah) then (*Spray* is OFF)(*Exhaust* is OFF)

$$\begin{aligned}\alpha_8 &= \min(\mu_{Temperature} [27], \mu_{humidity}[84]) \\ &= \min(0,33 ; 0,2) \\ &= 0,2\end{aligned}$$

[Rule 9] If (*Temperature* is Panas) and (*Humidity* is Basah) then (*Spray* is OFF)(*Exhaust* is ON)

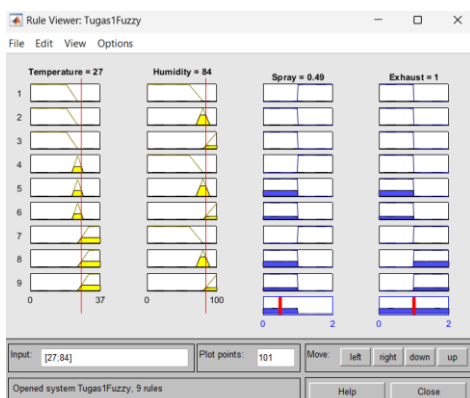
$$\begin{aligned}\alpha_9 &= \min(\mu_{Temperature} [27], \mu_{humidity}[84]) \\ &= \min(0,33 ; 0,2) \\ &= 0,2\end{aligned}$$

#### E. Defuzzifikasi

Proses ini adalah proses terakhir atau disebut juga tahap penegasan. Defuzzifikasi dalam metode Mamdani yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode centroid (Composite Moment), di mana nilai crisp diperoleh dengan menentukan titik pusat ( $z^*$ ) dari daerah *fuzzy*. Defuzzifikasi dilakukan dengan mencari nilai rata-rata dari daerah tersebut. Dalam implementasi dan pengujian analisis ini, digunakan aplikasi toolbox MATLAB untuk menguji analisis *fuzzymatlabtoolbox*. Setelah menjalankan aplikasi MATLAB, langkah yang harus dilakukan adalah mengaktifkan toolbox *fuzzy* dengan mengetikkan "*fuzzy*" pada command line..

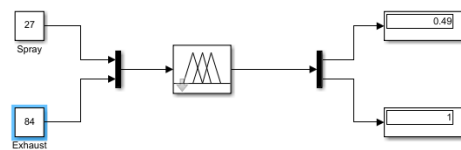
#### F. Pengujian

Pengujian proses *fuzzy* pada program MATLAB pada Gambar 7. menunjukkan pada suhu 27 dan kelembapan 84 menghasilkan *output* keadaan sebesar 1,83.



Gambar 7. Rule View (Hasil Optimasi/Defuzzifikasi)

Sistem suspensi yang telah didapatkan dan diimplementasikan dalam Simulink MATLAB. Sistem yang telah dibangun tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Simulink MATLAB

Gambar 8. menunjukkan desain implementasi pada Simulink untuk kontrol keadaan pada lingkungan budidaya jamur dengan menggunakan toolbox Simulink berupa *fuzzy controller*.

#### G. Hasil MAPE Prediksi Metode Mamdani

Dalam melakukan perhitungan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada kasus ini, data asli kondisi ruangan budidaya jamur dijadikan sebagai  $a_t$  sedangkan data hasil berdasarkan *Fuzzy Mamdani* akan dijadikan sebagai  $\hat{a}_t$ . Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan MAPE

No	Temperature	Humidity	Data Asli		Hasil Fuzzy	
			Spray	Exhaust	Spray	Exhaust
1	25	85	1	1	0.49	0.49
2	23	85	1	1	0.49	0.49
3	25	79	1	1	0.544	0.49
4	34	75	1	2	0.831	1.5
5	25	82	1	1	0.49	0.49
6	25	84	1	1	0.49	0.49
7	22	84	1	1	0.49	0.49
8	26	84	1	1	0.49	0.713
9	28	84	1	2	0.49	1.5
10	27	84	1	2	0.49	1

Maka nilai MAPE untuk *Spray*,

$$\begin{aligned}MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{a_t - \hat{a}_t}{a_t} \times 100\%}{n} \\ MAPE &= \frac{0,20}{124} \\ MAPE &= 0,16\%\end{aligned}$$

Maka nilai MAPE untuk *Exhaust*,

$$\begin{aligned}MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{a_t - \hat{a}_t}{a_t} \times 100\%}{n} \\ MAPE &= \frac{0,47}{124} \\ MAPE &= 0,38\%\end{aligned}$$

Hasil penelitian yang menerapkan Metode *Fuzzy Mamdani* dengan bantuan *software* MATLAB menunjukkan keakuratan yang memuaskan. Dari 124 data yang diuji, ternyata memenuhi permintaan dengan presentase sebesar 99%. Selain itu, nilai rata-rata dari selisih antara produksi dan prediksi produksi menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* adalah 0,20 dan 0,47, dengan rata-rata persentase kesalahan dari metode Mamdani adalah 0,16% dan 0,38%. Tingkat akurasi perhitungan dengan menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* tergolong sangat tinggi, yang memungkinkan

sistem untuk melakukan evaluasi terhadap variabel-variabel masukan, seperti kejelasan informasi dan kejelasan persyaratan, sehingga menghasilkan *output* yang berupa nilai kondisi lingkungan untuk budidaya jamur.

Tidak hanya berhasil memprediksi kondisi budidaya dengan akurat, penelitian ini juga telah mengonfirmasi adanya korelasi antara variabel-variabel *input* dengan hasil prediksi kondisi budidaya jamur. Dengan demikian, Metode *Fuzzy Mamdani* dapat dianggap sebagai alat yang efektif dan efisien dalam memantau dan memprediksi kondisi ideal untuk budidaya jamur.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian tentang lingkungan budidaya jamur, maka dapat disimpulkan dengan menggunakan pendekatan Logika *Fuzzy Mamdani* pada *software* MATLAB terbukti menjadi solusi yang membantu petani jamur untuk memprediksi kondisi budidaya mereka. Hasil prediksi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99%. Selain itu ketika membandingkan hasil perhitungan dari *software* MATLAB dengan data dalam jurnal Soulthan, ditemukan bahwa Logika *Fuzzy Mamdani* menawarkan potensi sebagai alat prediksi yang andal untuk menggambarkan kondisi lingkungan dalam budidaya jamur.

##### a. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih juga kepada lembaga yang memberikan pendanaan untuk penelitian ini. Untuk pemberi hibah, terima kasih atas dukungan finansialnya, dengan nomor hibah riset yang telah disediakan. Semua bantuan dan dukungan ini sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini.

##### b. Daftar Pustaka

- Amirullah Akbar, M. 2014. "Pemodelan Dan Simulasi *Fuzzy Logic Control* Pada Model Arm Robot Manipulator." *Jurnal Teknik Mesin S-I* 2(3):315–23.
- Chazali, SYAMMAHFUZ, and PUTRI Sekar Pratiwi. 2009. *Usaha Jamur Tiram Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Darmawati, Darmawati. 2017. "Proses Pendiagnosaan Penyakit Menggunakan Logika *Fuzzy* Dengan Metode Mamdani." *Saintifik* 3(2):161–70. doi: 10.31605/saintifik.v3i2.156.
- Prihamayu, Amrul Hinung. 2023. "Penggunaan Logika *Fuzzy* Metode Mamdani Untuk Mengetahui Tingkat Kepuasan Pelayanan Tenaga Kependidikan Oleh Mahasiswa." *Jurnal Innovation and Future Technology (IFTECH)* 5(1):31–41.

Saragi, Dina Meliana, Faqih Hamami, and Tatang

Mulyana. 2022. "Implementasi Logika *Fuzzy* Untuk Pendukung Keputusan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium." *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)* 4(1):146. doi: 10.30865/json.v4i1.4895.

Soulthan, Deza Rijabi. 2018. "Perancangan Smart Monitoring System Pada Pembudidayaan Jamur Tiram Berbasis Pemrograman Arduino." *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia*.

Suprianto, Suprianto, and Wilda Agustin. 2022. "Implementasi Aplikasi Metode *Fuzzy Mamdani* Untuk Perencanaan Produksi Air Mineral." *Sebatik* 26(1):115–20. doi: 10.46984/sebatik.v26i1.1583.

Susilawati, and Budi Raharjo. 2010. "Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus* Var Florida) Yang Ramah Lingkungan." *BPTP Sumatera Selatan* 50:1–20.

Ubaidillah, Firdaus Iman, Istiadi Istiadi, and Muhamad Mukhsim. 2020. "Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Rumah Jamur Dengan Metode *Fuzzy* Secara Wireless." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer* 11(1):223–32. doi: 10.24176/simet.v11i1.3975.