

Pengembangan Sistem Kumbung Jamur Dengan Nodemcu Esp8266 Menggunakan Metode Fuzzy Logic

Deny Maulana
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia

f17.denymaulana@mhs.ubpkarawang.ac.id

Jamaludin Indra
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id

Anis Fitri Nur Masruriyah
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
anis.masruriyah@ubpkarawang.ac.id

Abstrak---

Jamur dapat diproduksi secara berkelanjutan dan merupakan salah satu produk yang menjanjikan. Karawang merupakan salah satu dari produk jamur Jawa Barat. Namun, luas panen untuk jamur telah menurun setiap tahun. Oleh sebab itu, petani jamur harus memenuhi produksinya. Memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi seperti suhu, kelembapan dan intensitas cahaya. Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi sistem pemantauan berbasis IoT untuk memudahkan proses pemantauan pada pertumbuhan jamur. Alat yang digunakan adalah Nodemcu ESP8266 untuk mengontrol sensor dan pemasangan perangkat. Sensor yang digunakan adalah DHT22 dan LDR. Sensor digunakan sebagai masukkan pada *dataset* yang akan diolah dengan metode fuzzy logic. Nilai keluaran adalah nilai akhir dari perintah Driver motor L298N untuk mengontrol Kipas, mistmaker, dan Lampu LED. Data masukkan yang dihasilkan kemudian dikirim ke *database* dan *Web Server*. Hasil yang diharapkan dapat memonitor dan menghitung menggunakan metode logika *fuzzy* dengan ideal. Hasil persentase eror dengan rata-rata suhu 1,61%, Kelembapan 1,64% dan Cahaya 87,65%. Hasil yang dilakukan pada kinerja kumbung jamur mencapai akurasi dengan 90% dengan rata-rata eror 10%.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic, Internet of Things, Jamur merang, Nodemcu ESP8266*

I. PENDAHULUAN

Jamur merupakan sayuran yang dapat diproduksi secara berkelanjutan dan tidak memerlukan lahan yang luas untuk memproduksinya. Jamur adalah salah satu produk yang menjanjikan untuk pengembangan di masa depan [1], [2]. Indonesia juga keterlibatan terhadap ekspor jamur yang terus tumbuh sekitar 1,23% setiap tahun. Namun, luas panen komoditas jamur mengalami penurunan dengan jumlah 4,6% per tahun. Oleh karena itu produksi jamur di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan konsumen karena pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu, kelembapan dan cahaya. Jamur membutuhkan suhu 30-35°C dan kelembapan 80-90% untuk mendorong pertumbuhan buah. Rentang frekuensi cahaya akan membutuhkan jamur memiliki 50-30 lux [1], [3], [4]. Sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat memantau pertumbuhan jamur secara otomatis agar membantu petani jamur. Telah dilakukan penelitian mengenai pemantauan dan metode fuzzy logic pada tahun 2018 sampai 2020 dengan menggunakan Nodemcu ESP8266, sensor suhu dan kelembapan [5]–[9]. Penelitian Nursa [9] perancangan suhu, kelembapan dan proses budidaya jamur berdasarkan *Internet of Things*. Pada pengamatan ini berupa pendeteksi suhu dan kelembapan jamur tiram dengan suhu antara 27°C hingga 29°C. masukkan data berupa gambar dan data yang diambil oleh kamera dan data tersebut terhubung ke internet yang dapat dikendalikan darai jarak jauh, setelah itu dipantau oleh modul ESP8266-01 yang terhubung ke Telegram. Hudan [8] pada budidaya jamur tiram suhu dan kelembapan pada rumah jamur harus jaga. Sensor DHT22 digunakan untuk suhu jamur tiram supaya tumbuh dengan segar kurang lebih 20-28°C dan kelembapan 80-90% agar melindungi tanah di rumah jamur tiram yang umumnya disiram secara tradisional. Mikroprosesor dan aplikasi Blynk adalah bagian dari *Internet of Things* dapat memudahkan petani jamur untuk penyiraman secara otomatis, pemantauan status pompa, suhu dan kelembapan di rumah jamur.

Penelitian Bakri [6] menganalisis efektivitas penggunaan logika *fuzzy* untuk menyalakan alat penyemprotan untuk budidaya jamur tiram. Mikroprosesor sebagai bagian terpenting dari inti sistem kendali, digunakan untuk mengatur variabel masukkan suhu dan kelembapan dari sensor DHT22. Berdasarkan analisis yang efektif sprayer dapat menjalankan penyiraman sesuai aturan logika fuzzy. Selanjutnya Penelitian Fadilah et al.[7] membentuk sebuah sistem ini terdiri dari dua departemen, yaitu sistem otomasi dan sistem pemantauan. Sistem otomasi memiliki tiga sensor yaitu suhu, kelembapan dan cahaya. Sensor ini digunakan sebagai penggerak kipas, *mist maker*, pemanas dan buzzer. Kesalahan percobaan dalam data terukur(hygrometer) dan data aktual. Kesalahan minimum 0°C, kesalahan maksimum 1,8°C, kesalahan persentase kelembapan maksimum 8,5% dan minimum 0,2%. Keluaran dari sistem adalah tampilan LCD dan pesan teks berisi status suhu dan kelembapan yang dibaca oleh aplikasi pada ruma jamur Nodemcu pada aplikasi If This Then That (IFTTT). Penelitian Syarifudin [5] perangkat yang mendukung sistem antara lain mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke internet, DHT11 dan sensor RTC DS1307 sebagai real-time, timer dan relai sebagai sakelar otomatis untuk menyalakan kipas, pompa air dan lampu. Data sensor akan diunggah ke *database* melalui internet dan dapat diakses pada *website*. Keluaran eksperimen menunjukkan bahwa sistem dapat secara otomatis menyesuaikan suhu dan kelembapan dalam budidaya jamur tiram sesuai dengan suhu dan kelembapan yang diatur oleh penanam jamur. Selain itu, pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmat Hidayat [10] dari UBPK IF16, penelitian ini menggunakan teknologi mikrokontroler Arduino untuk mendapatkan nilai suhu, kelembapan, cahaya dan Co2 sebagai parameter masukan. Hasil parameter tersebut digunakan untuk menghitung rumus IFS untuk memahami derajat keanggotaan nilai parameter kumbung jamur. Data yang didapat dari masukan

parameter akan dikirim ke basis dan dapat di akses melalui web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menentukan nilai sensor pada kumbung jamur. Uji algoritma IFS dapat mengelompokkan nilai parameter ke dalam variabel himpunan fuzzy.

Perkembangan teknologi yaitu NodeMCU ESP8266 dapat digunakan untuk memantau dan menjaga situasi kumbung jamur, teknologinya untuk mengetahui sensor LDR (intensitas cahaya) dan DHT22 (suhu dan kelembapan) pada kumbung jamur merang dengan metode logika *fuzzy* untuk identifikasi masalah yang belum pasti. Fungsi *Fuzzy Logic* untuk mengontrol aktuatur sesuai dengan perhitungan fuzzy.

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Peralatan Penelitian

Pada observasi ini menggunakan nilai data suhu, kelembapan dan cahaya sebagai data masukan. *Object* pada observasi ini adalah kumbung jamur dan jamur merang untuk mengetahui nilai sensor yang sesuai dengan pertumbuhan jamur merang. Selanjutnya, tahapan penelitian membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk observasi.

1) Perangkat Keras

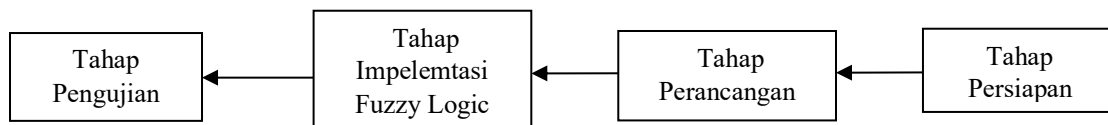
- a. Laptop Asus X555QG Processor A12-RADEON R7, 10 COMPUTE CORES 4C+6G (4 CPUs), ~2.5GHz dengan RAM 8 GB
- b. NodeMCU ESP8266
- c. Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22
- d. Sensor Cahaya LDR
- e. Driver Motor L298N
- f. LCD I2C 16×2
- g. *Ultrasonic Mist Maker* (mesin kabut)
- h. Lampu Led 12Volt
- i. Kipas DC

2) Perangkat Lunak

- a. Arduino Integrated Development Environment (IDE) versi 1.8.13
- b. Visual Studio Code
- c. Fritzing 0.9.3
- d. Mysql

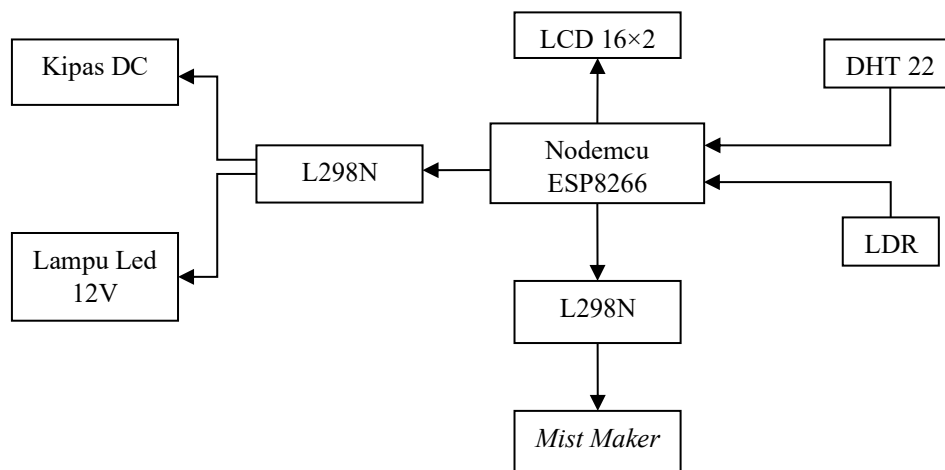
B. Prosedur Penelitian

Pada Penelitian ini dimulai dari tahap persiapan, tahap perancangan, tahap implementasi *Fuzzy Logic* dan tahap pengujian. Prosedur Penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

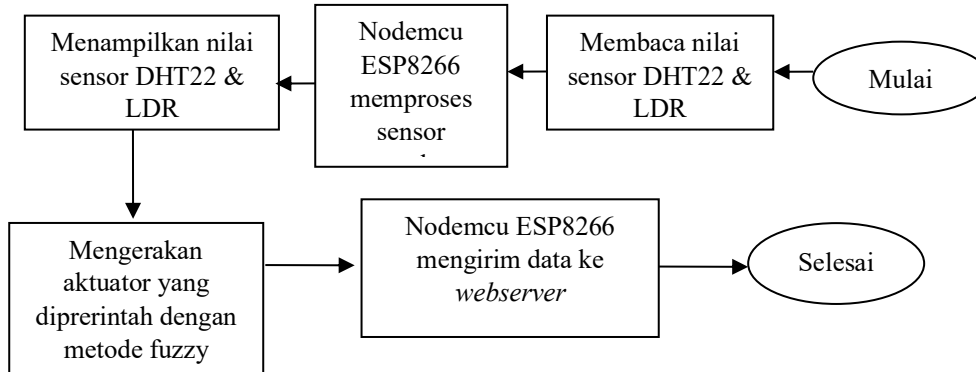
C. Blok Diagram



Gambar 2 Blok Diagram Alat

Gambar 2 adalah blok diagram alat untuk pemantauan kumbung jamur yang terdiri dari sensor dan aktuator. NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokomputer yang menjadi penghubung berbagai perangkat seperti sensor dan yang lainnya. Sensor DHT22 untuk membaca nilai suhu dan kelembapan dan LDR untuk membaca nilai intensitas cahaya. Kemudian, proses pengendalian aktuator pada kumbung jamur dilakukan dengan Driver Motor L298N untuk menjalankan kipas DC, *mist maker* dan Lampu LED 12V.

D. Diagram Alir Perancangan Sistem



Gambar 3 Diagram Alir Perancangan Sistem

Pada gambar 3 ialah alur sistem kerja kumbung jamur berbasis IoT. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokomputer untuk memproses *input* menjadi *output*. Selanjutnya digunakan untuk menghubungkan perangkat keras melalui Internet untuk mengirim hasil masukan data sensor ke *web server*. Masukan dari sistem ini ialah untuk mengetahui suhu, kelembapan dan cahaya pada kumbung jamur. Data yang diperoleh dari *input* digunakan sebagai parameter untuk mendapatkan informasi. Ketika keadaan kumbung jamur kurang stabil, Driver Motor L298N dapat menggerakkan kipas DC, *mist maker*, dan Lampu LED. Hasil sensor akan ditampilkan sebagai *output* pada Layar LCD 12V. *Web Server* berfungsi sebagai *database* untuk menyimpan data suhu, kelembapan dan cahaya.

E. Pengujian

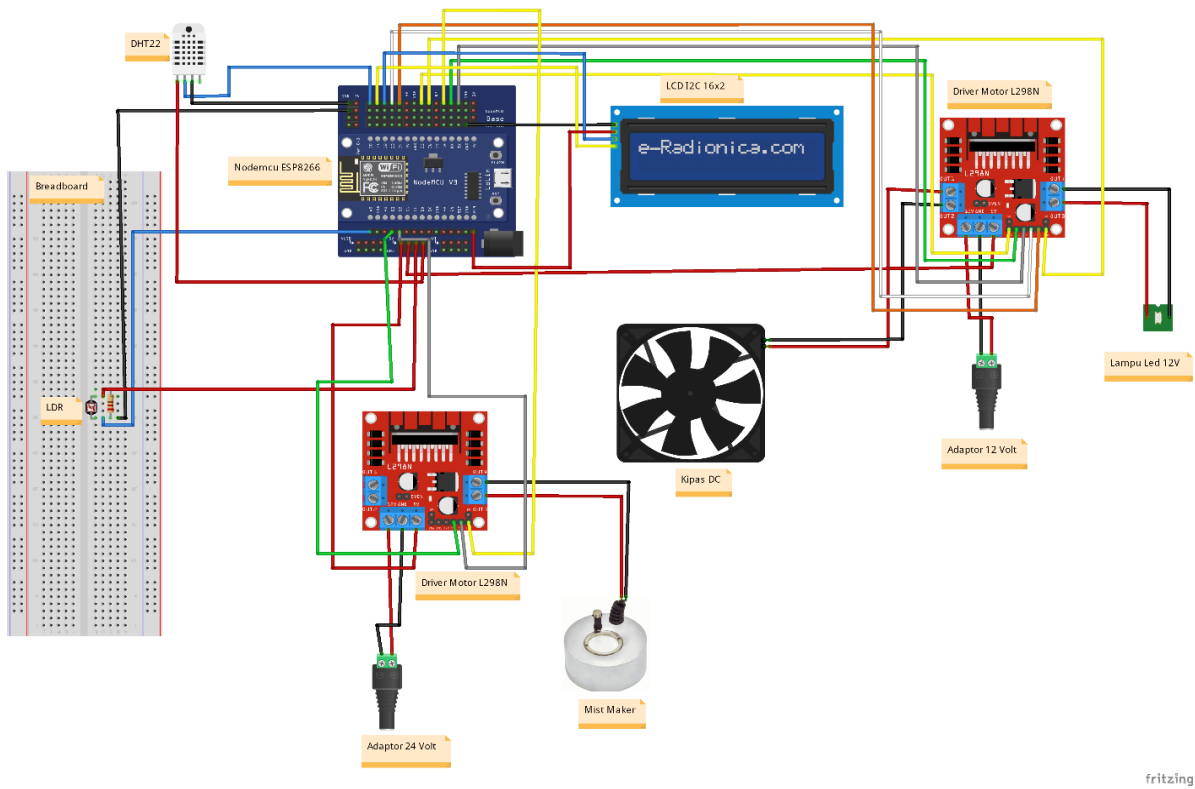
Pengujian pada kumbung jamur ada tiga tahap pengujian yaitu, pengujian pembacaan nilai sensor, pengujian metode *fuzzy logic tsukamoto* dan pengujian kinerja alat. Pengujian nilai sensor membandingkan nilai sensor masukan dengan alat ukur yaitu untuk suhu, kelembapan dan cahaya. Kemudian, Pengujian metode *fuzzy logic* digunakan untuk menghitung nilai suhu, kelembapan dan cahaya. Proses perhitungan *fuzzy logic* menghasilkan nilai keluaran berupa nilai akhir defuzzifikasi untuk menjalankan perintah kipas DC, *mist maker*, Lampu Led. Selanjutnya, Pengujian kinerja alat ini adalah untuk mengkontrol aktuator pada kumbung jamur yaitu kipas DC, *mist maker*, Lampu LED 12V. pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan alat dan rata-rata eror pada kumbung jamur.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan

1) Perancangan Alat

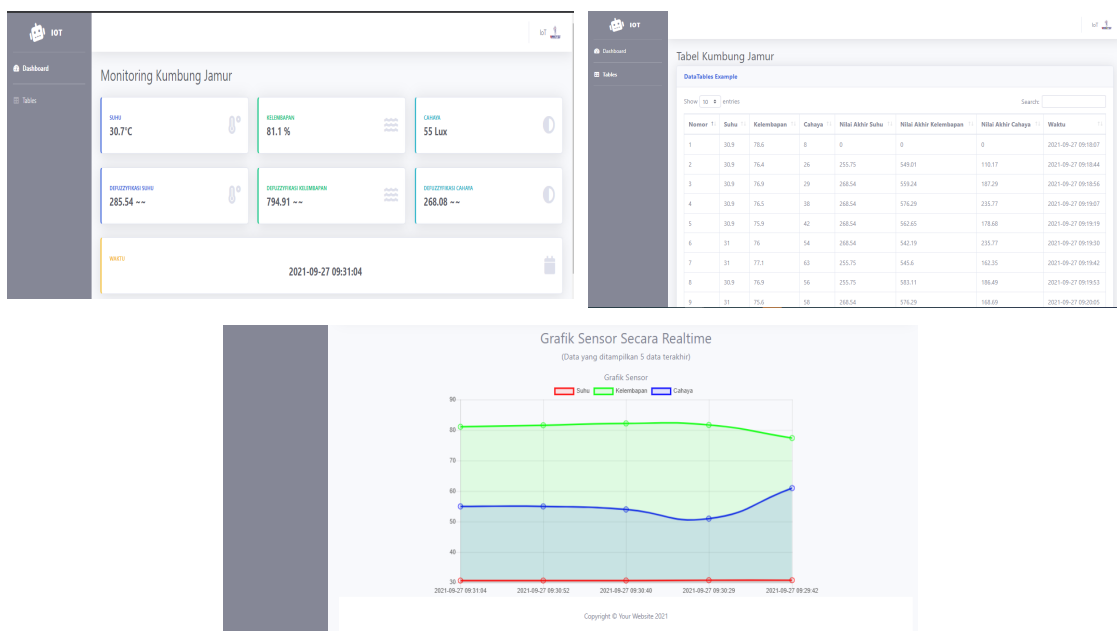
Rangkaian alat kumbung jamur menggunakan aplikasi fritzing untuk merancang rangkaian sistem. Perancangan sistem kumbung jamur ini terdiri dari beberapa komponen yang terhubung oleh mikrokomputer NodeMCU ESP8266. Skema rangkaian kumbung jamur dapat ditunjukkan pada gambar 4. Skema kumbung jamur terdiri dari NodeMCU ESP8266, yang digunakan untuk memproses data inputan sensor untuk mengelola dan mengkontrol komponen yang terhubung dengannya. Selain itu sensor DHT22 dan Sensor LDR digunakan sebagai blok masukan dan LCD 16×2 I2C digunakan sebagai blok keluaran. Selanjutnya, adaptor 12V dan 24V digunakan sebagai konektor untuk Driver L298N. Kemudian, Driver L298N dapat menggerakkan aktuator seperti kipas, *mist maker* dan lampu LED. Perancangan alat bisa dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 5 Skema Rangkaian Alat sistem Kumbung Jamur

2) Perancangan *Interface*

Perancangan interface terdiri dari tampilan halaman utama, tampilan grafik dan tampilan data tabel. Tampilan halaman utama dan tampilan tabel berfungsi untuk menampilkan hasil nilai masukan parameter dan nilai akhir defuzzifikasi. Sistem kumbung jamur akan langsung menampilkan nilai secara *real time*. Nilai defuzzifikasi digunakan sebagai acuan sistem untuk mengontrol untuk menstabilkannya. Tampilan grafik berfungsi untuk menampilkan grafik masukan yang berisi informasi data agar petani jamur dapat mengetahui perubahan nilai parameter pada kumbung jamur berbentuk grafik. Perancangan antar muka kumbung jamur dapat dilihat pada gambar 6 berikut.

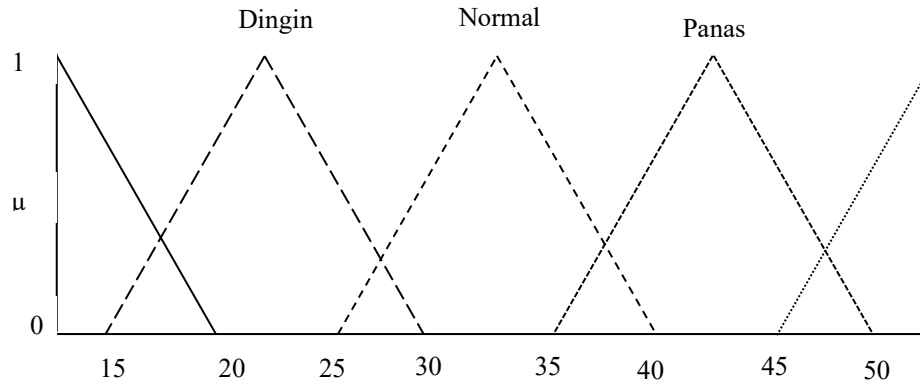


Gambar 6 Perancangan *interface* kumbung jamur

B. Implementasi algoritma *fuzzy logic*

Proses fuzzy digunakan untuk menghitung nilai suhu, kelembapan dan cahaya yang diperoleh dari sistem kumbung jamur. Setiap parameter memiliki batas optimal pada pertumbuhan jamur merang dan digunakan sebagai sistem kontrol (*set point*) fuzzy. Kumbung jamur yang baik berada pada kisaran suhu 30°C-35°C, kelembapan 80%-90% dan cahaya 50-300 lx. Hasil pembuatan sistem kontrol untuk masing-masing parameter kumbung jamur di tunjukkan pada gambar 7, 8 dan 9.

1. Suhu



Gambar 7 grafik keanggotaan suhu

Gambar 7 adalah grafik fungsi keanggotaan suhu dengan keadaan kumbung jamur dingin, normal dan panas. Pada setiap kumbung jamur mempunyai titik acuan sebagai sistem kontrol untuk mengelompokkan pada himpunan fuzzy. Sistem kontrol dingin mempunyai nilai (15,23,30). Sistem kontrol normal mempunyai nilai (25,33,40) dan sistem kontrol panas mempunyai nilai (35,43,50). Proses perhitungan fuzzy logic suhu dimulai dengan menghitung nilai keanggotaan. Pada nilai keanggotaan untuk himpunan normal di variabel suhu dapat dilihat pada Gambar 7 menggunakan Persamaan (1) dan untuk himpunan dingin pada persamaan (2).

$$\mu(\text{normal})_{31^{\circ}\text{C}} = \begin{cases} 0; x < 25 \text{ dan } x \geq 40 \\ \frac{x-25}{33-25}, 25 \leq x < 33 \\ \frac{40-x}{40-33}, 33 < x \leq 40 \\ 1; x = 33 \end{cases} \quad \text{maka : } \frac{31-25}{7} = 0,75 \quad (1)$$

$$\mu(X) = \frac{x-b}{b-a} = \frac{20-25}{33-25} = \frac{5}{7} = 0,62 \quad (2)$$

Kelompok rule base (aturan) 1

- [R1] IF suhu dingin AND kelembapan kering AND cahaya redup THEN kipas dikurang
- [R2] IF suhu dingin AND kelembapan normal AND cahaya redup THEN kipas dikurang
- [R3] IF suhu dingin AND kelembapan kering AND cahaya sedang THEN kipas dikurang
- [R4] IF suhu normal AND kelembapan kering AND cahaya redup THEN kipas ditambah
- [R5] IF suhu normal AND kelembapan normal AND cahaya redup THEN kipas ditambah
- [R6] IF suhu normal AND kelembapan kering AND cahaya sedang THEN kipas ditambah

Rule Base 1

- $\alpha\text{-predikat}_1 = \text{MIN}(\mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN}(0,62; 0,66; 0,84)$
 $= 0,62$
- $\alpha\text{-predikat}_2 = \text{MIN}(\mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN}(0,62; 0,73; 0,84)$
 $= 0,62$
- $\alpha\text{-predikat}_3 = \text{MIN}(\mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{sedang}})$
 $= \text{MIN}(0,62; 0,66; 0,83)$
 $= 0,62$
- $\alpha\text{-predikat}_4 = \text{MIN}(\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN}(0,75; 0,93; 0,84)$
 $= 0,75$
- $\alpha\text{-predikat}_5 = \text{MIN}(\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN}(0,75; 0,8; 0,84)$

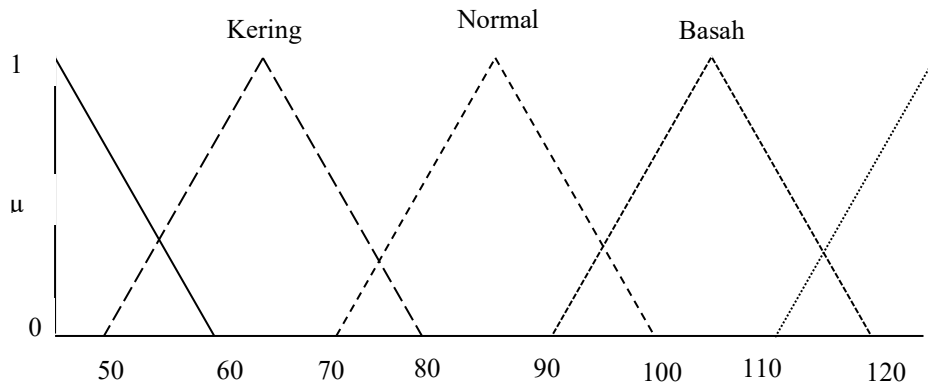
$$= 0,75$$

$$\begin{aligned} \text{f) } \alpha\text{-predikat}_6 &= \text{MIN} (\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{sedang}}) \\ &= \text{MIN} (0,75; 0,93; 0,83) \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

Defuzzifikasi 1

$$\begin{aligned} \bullet \quad Z_{\text{total}} &= (0,62 \times 388,74 + 0,62 \times 388,74 + 0,62 \times 388,74 + 0,75 \times 767,25 + 0,75 \times 767,25) / (0,62 + 0,62 + 0,62 + 0,75 + 0,75) \\ &= \frac{2301,75}{4,11} = 560,036 \end{aligned}$$

2. Kelembapan



Gambar 8 Grafik keanggotaan kelembapan

Gambar 8 adalah diagram fungsi keanggotaan kelembapan dengan keadaan kumbung jamur kering, normal dan basah. Pada setiap keadaan kumbung jamur mempunyai titik acuan sebagai sistem kontrol untuk mengelompokkan ke dalam himpunan fuzzy. Sistem kontrol kering mempunyai nilai (50,65,80), sistem kontrol normal mempunyai nilai (70,85,100), sistem kontrol basah (90,105,120). Proses perhitungan logika fuzzy kelembapan dimulai dengan menghitung keanggotaan. Nilai keanggotaan himpunan kering pada variabel kelembapan bisa dilihat pada gambar 8 ditunjukkan pada persamaan (3).

$$\mu(\text{kering})_{60\%} = \begin{cases} 0; x < 50 \text{ dan } \geq 80 \\ \frac{x-50}{65-50}, 50 \leq x < 65 \\ \frac{80-x}{80-65}, 65 < x \leq 80 \\ 1; x = 80 \end{cases} \quad \text{maka : } \frac{60-50}{15} = 0,66 \quad (3)$$

Nilai keanggotaan untuk himpunan normal pada variabel kelembapan bisa dilihat pada Gambar 4.12 ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$\mu(x) = \frac{x-b}{b-a} = \frac{81-70}{85-70} = \frac{11}{15} = 0,73 \quad (4)$$

Kelompok rule base (aturan) 2

- [R1] IF kelembapan kering AND IF suhu dingin AND cahaya redup THEN *mist maker* ditambah
- [R2] IF kelembapan kering AND IF suhu normal AND cahaya redup THEN *mist maker* ditambah
- [R3] IF kelembapan kering AND IF suhu dingin AND cahaya normal THEN *mist maker* ditambah
- [R4] IF kelembapan normal AND suhu dingin AND cahaya redup THEN *mist maker* dikurang
- [R5] IF kelembapan normal AND suhu normal AND cahaya redup THEN *mist maker* dikurang
- [R6] IF kelembapan normal AND suhu dingin AND cahaya normal THEN *mist maker* dikurang

Rule base 2

- $\alpha\text{-predikat} = \text{MIN} (\mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN} (0,66; 0,75; 0,84)$
 $= 0,66$
- $\alpha\text{-predikat} = \text{MIN} (\mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN} (0,66; 0,75; 0,84)$
 $= 0,66$
- $\alpha\text{-predikat} = \text{MIN} (\mu_{\text{kering}}; \mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{sedang}})$
 $= \text{MIN} (0,66; 0,75; 0,83)$
 $= 0,66$
- $\alpha\text{-predikat} = \text{MIN} (\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN} (0,73; 0,75; 0,84)$
 $= 0,73$

- e) α -predikat = $\text{MIN}(\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{redup}})$
 $= \text{MIN}(0,73; 0,75; 0,84)$
 $= 0,73$
- f) α -predikat = $\text{MIN}(\mu_{\text{normal}}; \mu_{\text{dingin}}; \mu_{\text{sedang}})$
 $= \text{MIN}(0,73; 0,75; 0,83)$
 $= 0,73$

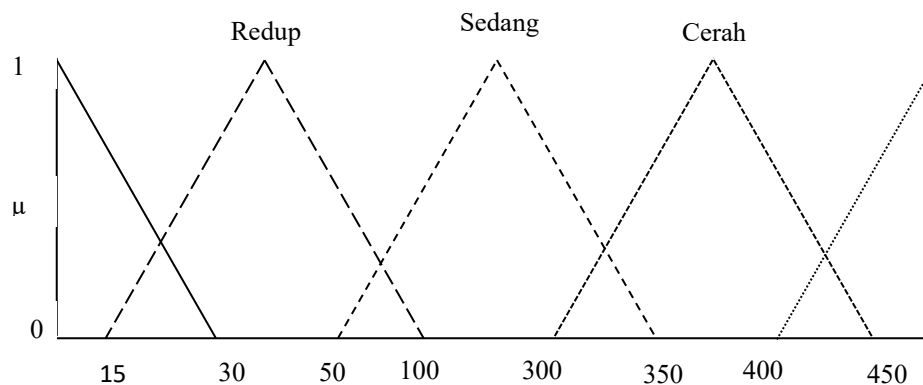
Inferensi 2

- $z_1 = 0 + (1023 \times 0,66) = 675,18$
- $z_2 = 0 + (1023 \times 0,66) = 675,18$
- $z_3 = 0 + (1023 \times 0,66) = 675,18$
- $z_4 = 1023 - (1023 \times 0,73) = 276,21$
- $z_5 = 1023 - (1023 \times 0,73) = 276,21$
- $z_6 = 1023 - (1023 \times 0,73) = 276,21$

Defuzifikasi 2

- $Z_{\text{total}} = (0,66 \times 675,18 + 0,66 \times 675,18 + 0,66 \times 675,18 + 0,73 \times 276,21 + 0,73 \times 276,21 + 0,73 \times 276,21) / (0,66 + 0,66 + 0,66 + 0,73 + 0,73 + 0,73)$
 $= \frac{1941,7563}{4,17} = 465,648$

3. Cahaya



Gambar 9 Grafik Fungsi Keangotaan Cahaya

Gambar 4 adalah diagram fungsi keanggotaan cahaya dengan keadaan kumbung jamur redup, sedang dan cerah. Pada setiap keadaan kumbung jamur mempunyai titik acuan sebagai sistem kontrol untuk mengelompokkan ke dalam himpunan fuzzy. Sistem kontrol untuk mengelompokkan ke dalam himpunan fuzzy. Sistem kontrol redup mempunyai nilai (15,35,100), sistem kontrol sedang mempunyai nilai (50,200,350). Sistem kontrol basah (90,105,120). Proses perhitungan logika fuzzy cahaya dimulai dengan menghitung keanggotaan. Nilai keanggotaan himpunan kering pada variabel bisa dilihat gambar 8 dan ditunukan pada persamaan 5.

$$\mu(\text{sedang}) 150 \text{ lux} = \begin{cases} 0; < 50 \text{ dan } \geq 350 \\ \frac{x-50}{200-50}, x < 200 \\ \frac{350-x}{350-200}, x \leq 350 \\ 1; x = 200 \end{cases} \quad \text{maka : } \frac{150-50}{150} = 0.66 \quad (5)$$

Nilai keanggotaan pada himpunan fuzzy redup untuk variabel cahaya bisa dilihat pada Gambar 4.13 ditunjukkan pada Persamaan (6).

$$\mu(x) = \frac{x-a}{b-a} = \frac{27-15}{35-15} = \frac{12}{20} = 0,6 \quad (6)$$

Kelompok rule base (aturan) 3

- a. [R1] IF cahaya redup AND suhu dingin AND kelembapan kering THEN lampu ditambah
- b. [R2] IF cahaya redup AND suhu normal AND kelembapan kering THEN lampu ditambah
- c. [R3] IF cahaya redup AND suhu dingin AND kelembapan normal THEN lampu ditambah
- d. [R4] IF cahaya normal AND suhu dingin AND kelembapan kering THEN lampu dikurang
- e. [R5] IF cahaya normal AND suhu normal AND kelembapan kering THEN lampu dikurang
- f. [R6] IF cahaya normal AND suhu dingin AND kelembapan normal THEN lampu dikurang

Inferensi 3

- $z_1 = 0 + (1023 \times 0,6) = 613,8$
- $z_2 = 0 + (1023 \times 0,6) = 613,8$
- $z_3 = 0 + (1023 \times 0,6) = 613,8$
- $z_4 = 1023 - (1023 \times 0,66) = 347,82$

$$\triangleright z_5 = 1023 - (1023 \times 0,66) = 347,82$$

$$\triangleright z_6 = 1023 - (1023 \times 0,66) = 347,82$$

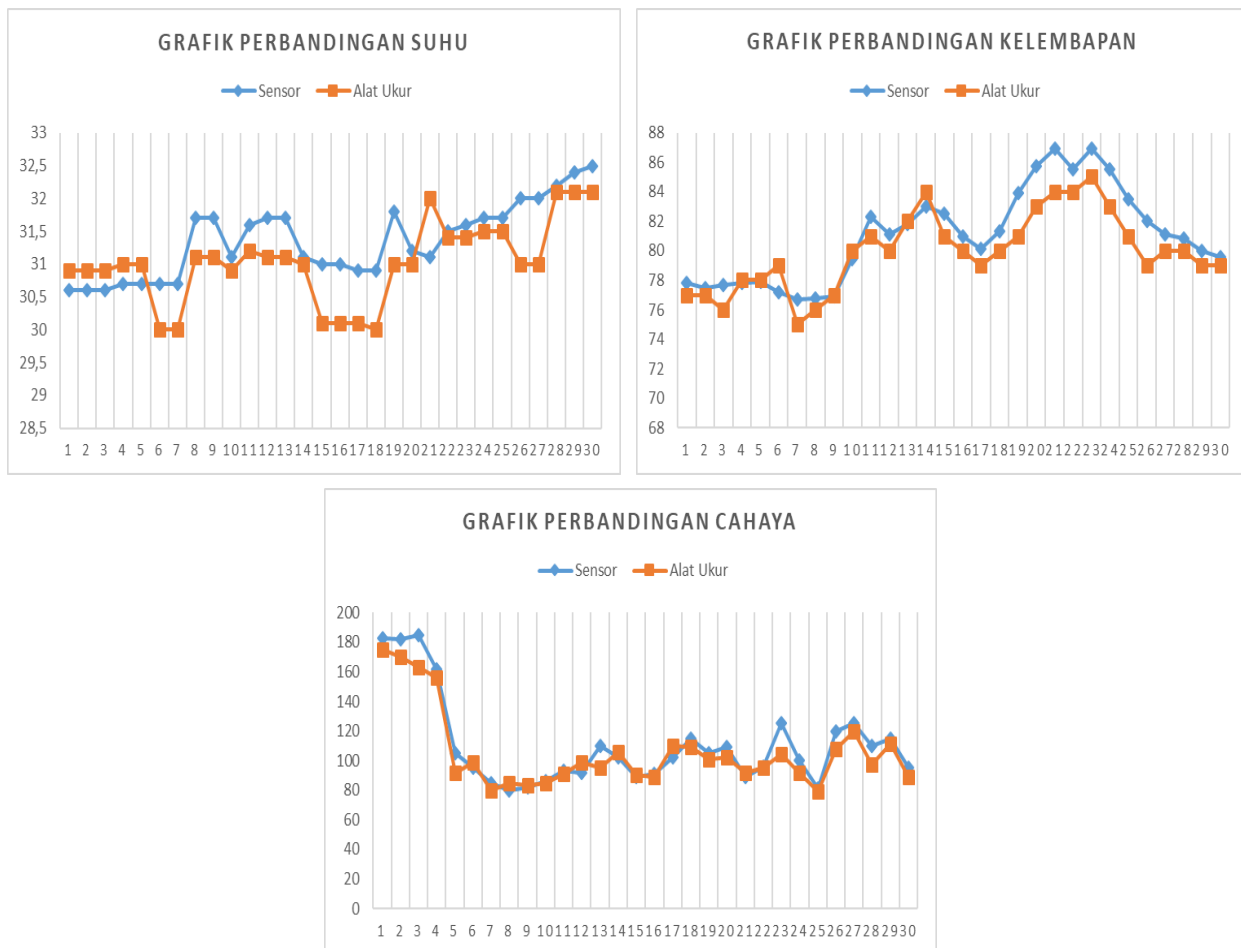
Defuzzifikasi 3

$$\begin{aligned} \bullet Z_{total} &= (0,6 \times 613,8 + 0,6 \times 613,8 + 0,6 \times 613,8 + 0,66 \times 347,82 + 0,66 \times 347,82 + 0,66 \times 347,82) / (0,6 + 0,6 + 0,6 + \\ &0,66 + 0,66 + 0,66) \\ &= \frac{1793,5236}{3,78} = 474,477 \end{aligned}$$

C. Pengujian

Tahap pengujian pada penelitian ini terbagi menjadi tiga yaitu nilai sensor dengan membandingkan alat ukur, penerapan algoritma *fuzzy logic* dan kinerja alat. Pengujian pada penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 30 kali untuk menghitung tingkat keakuratan sistem [11], [12]. Pengujian nilai sensor bisa dilihat pada gambar 8 berikut.

a. Pengujian Nilai sensor



Gambar 8 Grafik Pengujian nilai sensor dan alat ukur

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan nilai sensor dengan alat ukur. Alat ukur digital yang digunakan untuk membandingkan nilai sensor adalah *Hygrometer* dan *Lux meter*. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel 30 kali dengan mendapatkan rata-rata selisih suhu 0,49°C dan rata-rata eror 1,61%. Kemudian, rata-rata selisih kelembapan 1,31% dan rata-rata eror 1,64%. Selanjutnya, rata-rata selisih intensitas cahaya dengan selisih 6,96 lx dan rata-rata eror 87,65%. Pengujian kedua metode *fuzzy logic Tsukamoto* untuk mengetahui nilai parameter sensor dan nilai akhir defuzzifikasi yang akan dijadikan nilai PWM untuk mengontrol aktuator seperti kipas, *mist maker* dan Lampu Led. Pengujian terdiri dari suhu, kelembapan dan cahaya dari pengujian sebanyak 30 kali untuk keakuratan validasi sensor dengan *fuzzy logic Tsukamoto*.

b. Pengujian metode *fuzzy logic*

1. Suhu

Tabel 1 Pengujian Suhu dengan *fuzzy logic*

No	Suhu	PWM Kipas	Ket.
1	30,9	0	Tidak Sesuai
2	30,9	268,54	Sesuai
3	30,9	268,54	Sesuai

No	Suhu	PWM Kipas	Ket.
4	30,9	268,54	Sesuai
5	30,9	268,54	Sesuai
15	31	0	Tidak Sesuai
27	30,5	0	Tidak Sesuai
28	30,4	319,69	Sesuai
29	30,4	319,69	Sesuai
30	30,4	319,69	Sesuai

Tabel 1 pengujian validitas sensor suhu dengan metode *fuzzy logic* digunakan untuk mengetahui keefektifan nilai himpunan fuzzy pada sistem kumbung jamur. Bisa dilihat pada persamaan (7).

$$\begin{aligned} \text{Akurasi Suhu (\%)} &= \frac{\text{Jumlah berhasil}}{\text{Jumlah pengujian}} \times 100 \% \\ &= \frac{27}{30} \times 100 \% = 90 \% \end{aligned} \quad (7)$$

2. Kelembapan

Tabel 2 Pengujian Kelembapan dengan *fuzzy logic*

No	Kelembapan	PWM Mistmaker	Ket.
1	77,8	603,57	Sesuai
2	77,5	624,03	Sesuai
3	77,7	596,75	Sesuai
4	77,8	0	Tidak Sesuai
5	77,9	606,98	Sesuai
17	80,1	0	Tidak Sesuai
26	82	461,57	Sesuai
27	81,1	389,25	Sesuai
28	80,8	347,55	Sesuai
29	80	333,96	Sesuai
30	79,6	0	Tidak Sesuai

Tabel 2 pengujian validitas sensor kelembapan dengan metode *fuzzy logic* digunakan untuk mengetahui keefektifan nilai himpunan fuzzy pada sistem kumbung jamur. Dapat dilihat pada persamaan (8).

$$\begin{aligned} \text{Akurasi Kelembapan (\%)} &= \frac{\text{Jumlah berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{27}{30} \times 100\% = 90\% \end{aligned} \quad (8)$$

3. Cahaya

Tabel 3 pengujian cahaya dengan *fuzzy logic*

No	Cahaya	PWM Lampu LED	Ket.
1	63	141,65	Sesuai
2	75	211,27	Sesuai
3	79	226,27	Sesuai
4	77	0	Tidak Sesuai
5	76	0	Tidak Sesuai
20	108	0	Tidak Sesuai
26	133	379,41	Sesuai
27	97	441,83	Sesuai
28	127	346,07	Sesuai
29	86	541,23	Sesuai
30	117	501,88	Sesuai

Tabel 3 pengujian validitas sensor cahaya dengan metode *fuzzy logic* digunakan untuk mengetahui keefektifan nilai himpunan fuzzy pada sistem kumbung jamur. Dapat dilihat pada persamaan (9).

$$\text{Akurasi Cahaya (\%)} = \frac{\text{Jumlah berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100 \% \quad (9)$$

$$= \frac{27}{30} \times 100 \% = 90 \%$$

c. Pengujian kinerja alat

Pengujian yang ketiga melakukan evaluasi kinerja alat untuk mendapatkan tingkat keakuratan yang bernilai 90% dan rata-rata eror 10%. Tabel 4 menunjukkan pengujian kinerja alat pada kumbung jamur yang dilakukan sebanyak 30 kali percobaan.

Tabel 4 Pengujian Alat

No	Nilai Sensor	Kipas	Mistmaker	Lampu	Ket
1	S=30,6 K=77,8 C=209	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
2	S=30,6 K=77,5 C=117	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
3	S=30,7 K=77,7 C=81	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
4	S=30,7 K=77,8 C=85	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
5	S=30,7 K=77,9 C=90	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
16	S=31,6 K=81 C=43	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Sesuai
19	S=31,3 K=83,9 C=85	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Sesuai
20	S=31,3 K=85,7 C=13	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Tidak Sesuai
28	S=32 K=80,8 C=92	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
29	S=32 K=80 C=109	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai
30	S=32 K=79,6 C=102	Menyala	Menyala	Menyala	Sesuai

Dari hasil ini, maka tingkat keakuratan alat sistem kumbung jamur pada persamaan (10) dan (11).

$$\begin{aligned} \text{Akurasi alat (\%)} &= \frac{\text{jumlah berhasil}}{\text{jumlah pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{27}{30} \times 100\% = 90\% \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata eror} &= \frac{\text{Jumlah eror}}{\text{jumlah pengujian}} \times 100\% \\ &= \frac{3}{30} \times 100\% = 10\% \end{aligned} \quad (11)$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan tahap penelitian yang dilakukan alat dapat membaca sensor untuk mengetahui nilai suhu, kelembapan dan cahaya. Hasil pengujian menunjukkan setiap parameter sensor memiliki nilai rata-rata selisih untuk suhu 0,49°C, kelembapan 1,64% dan intensitas cahaya 6,69 lx. Pengujian bertujuan untuk mengetahui metode fuzzy logic berkerja dengan baik supaya mengetahui tingkat keakuratan sebesar untuk suhu 90%, kelembapan 90% dan cahaya 90%.

Saran untuk penelitian berikutnya ditambahkan sensor soil moisture supaya mengetahui kondisi media tanam jamur merang. Kemudian, mencoba metode yang lain agar menstabilkan lebih baik. Selanjutnya, untuk pemantauan secara global atau jarak jauh di luar rung lingkup kumbung jamur(lokal) supaya lebih baik.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian peneliti Tugas Akhir Deny Maulana dengan judul Pengembangan Sistem Kumbung Jamur Dengan Nodemcu Esp8266 menggunakan Metode Fuzzy Logic yang dibimbing oleh Jamaludin Indra, M.Kom dan Anis Fitri Nur Masruriyah, M.Kom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Siswanto, "Eko Siswanto JURUSAN AGROTEKNOLOGI," no. 02, 2017.
- [2] F. Hoerunnisa, "TERHADAP HASIL PRODUKSI DAN PENDAPATAN USAHATANI JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae*) DENGAN MEDIA KAPAS," *J. Agribisnis Terpadu*, vol. 11, no. 2, pp. 226–241, 2018.
- [3] A. Hafiz and A. Rahman, "Rancang Bangun Prototipe Pengukuran dan Pemantauan Suhu , Kelembaban serta Cahaya Secara Otomatis Berbasis Iot pada Rumah Jamur Merang," vol. 2, no. 3, pp. 51–57, 2017.
- [4] L. Fajri and E. Kesumawati, "PENGARUH KOMPOSISI MEDIA TUMBUH DAN KONSENTRASI MOLASE TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae* L.)," *J. Agrista Vol. 23 No. 2*, 2019, pp. 54–63, 2019.
- [5] A. Syarifuddin, "PENGATUR SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," 2018.
- [6] H. Bakri, "Pengembangan Penggunaan Metode Logika Fuzzy untuk Mengaktifkan Sprayer pada Budidaya Jamur Tiram," pp. 1–7, 2019.
- [7] R. Fadilah, L. Kamelia, and M. R. Effendi, "Sistem Otomasi dan Monitoring Pertumbuhan Jamur Tiram Putih Berbasis IFTTT Automation and Monitoring System for Growth of Oyster Mushrooms Based on," no. November 2019, pp. 601–610, 2019.
- [8] M. Hudan, T. Hakim, and S. Nita, "APLIKASI PENYIRAM KUMBUNG JAMUR TIRAM OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN BLYNK APPLICATION OF AUTOMATIC WATERING OYSTER MUSHROOM CAGE BASED," pp. 215–224, 2020.
- [9] R. R. NURSA, "RANCANG BANGUN ALAT PENGKONDISI SUHU, KELEMBABAN DAN PEMANENAN BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," 2020.
- [10] R. HIDAYAT, "SISTEM KUMBUNG JAMUR BERBASIS IOT DENGAN METODE INTUITIONISTIC FUZZY SETS," 2020.
- [11] M. K. Wulandari, A. Anggarawan, S. Hadi, and A. Info, "PERANCANGAN PEMERIKSAAN SUHU TUBUH OTOMATIS MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 YANG DILENGKAPI PERANGKAT PENYIMPANAN DATA BERBASIS WEB," vol. 19, 2021.
- [12] M. Yahya and D. Erwanto, "Design of Temperature and Humidity Control Systems in Quail Puppies Cages Using Fuzzy Logic Method Perancangan Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Fuzzy," vol. 4, no. 1, 2020.