**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

# PENINGKATAN PRODUKTIFITAS BUDIDAYA JAMUR JANGGEL DENGAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI IoT Di DESA MRAWAN MAYANG

**Anang Andrianto[1], Tio Dharmawan[2], Maliatul Fitriyah Sari[3], Harry Soepandi[4], Katarina Leba[5]**

[1]Program Studi Teknologi Informasi , Universitas Jember
[2] Program Studi Informatika , Universitas Jember
[3]Program Studi Sistem Informasi , Universitas Jember
[4] Program Studi Sistem Informasi , Universitas Jember
[5] Program Studi Sistem Informasi , Universitas Jember

e-mail: anang@uptti.unej.ac.id, tio.pssi@unej.ac.id,

## Abstract

Budidaya jamur janggel pada bonggol jagung umumnya dilakukan di dalam rumah jamur atau kumbung. Struktur ini dirancang khusus untuk mengontrol kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan sirkulasi udara agar optimal untuk pertumbuhan jamur. Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini fokus pada permasalahan yang dihadapi petani jamur janggel di Desa Mrawan, terutama terkait dengan pengelolaan suhu, kelembapan, dan penyiraman yang masih dilakukan secara manual.

PKM ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya jamur janggel melalui penerapan teknologi Internet of Things (IoT). Dengan menggunakan sensor suhu, kelembapan, dan modul WiFi, diharapkan dapat melakukan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan secara otomatis. Selain itu, dilakukan edukasi kepada petani untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang teknologi IoT.

Hasil pengambangan sistem ini mampu menjaga kondisi lingkungan budidaya sesuai dengan kebutuhan jamur janggel, sehingga dapat mendukung pertumbuhan yang optimal. Secara umum PKM ini menghasilkan peningkatan efisiensi tenaga kerja, peningkatan produktivitas dan kualitas

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

hasil panen, serta peningkatan kesadaran petani akan pentingnya teknologi dalam bidang pertanian.

**Keywords :** *jamur janggel, IoT, produktifitas*

***ABSTRACT***

*The cultivation of janggel mushrooms on corn cobs is typically carried out in mushroom houses or "kumbung." These structures are specifically designed to control environmental conditions such as temperature, humidity, and air circulation to optimize mushroom growth. This Community Service Program (PKM) focuses on addressing the challenges faced by janggel mushroom farmers in Mrawan Village, particularly regarding the manual management of temperature, humidity, and irrigation.*
*The goal of this PKM is to enhance the efficiency and productivity of janggel mushroom cultivation through the implementation of Internet of Things (IoT) technology. By utilizing temperature and humidity sensors along with WiFi modules, it is expected that environmental monitoring and control can be automated. Additionally, farmers are educated to improve their understanding of IoT technology.*
*The system developed as part of this program successfully maintains the cultivation environment in accordance with the requirements of janggel mushrooms, thereby supporting optimal growth. Overall, this PKM contributes to improving labor efficiency, increasing productivity and the quality of the harvest, as well as raising farmers' awareness of the importance of technology in agriculture.*

## PENDAHULUAN

Budidaya jamur janggel dikenal sebagai cara mengolah limbah organik, termasuk bonggol jagung, menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Selain bernilai ekonomi, jamur ini juga kaya akan nutrisi seperti protein, vitamin, mineral, dan serat (Dulay, 2014). Budidayanya relatif sederhana, menggunakan bonggol jagung yang dicampur dengan urea, dedak, dan ragi tape, kemudian disimpan di rumah jamur. Kondisi lingkungan penting untuk diperhatikan, terutama suhu dan

kelembaban, yang harus sesuai untuk pertumbuhan optimal jamur. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan miselium C. comatus berkisar antara 23-26°C dengan kelembaban sekitar 80%. Jika suhu atau kelembaban tidak ideal, pertumbuhan jamur akan terhambat (Sari, 2018).

Salah satu usaha budidaya jamur janggel di Jember, Rumah Jamur Janggel Mayang, menggunakan lima kumbung berbentuk prisma segitiga yang ditempatkan di lokasi teduh. Petani melakukan penyiraman manual setiap pagi dan sore untuk menjaga suhu dan kelembaban, namun metode ini memerlukan tenaga besar dan bisa menyebabkan penurunan hasil panen, terutama di musim kemarau. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang dapat mengatur suhu dan kelembaban secara efisien.

Teknologi penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) telah diterapkan dalam beberapa penelitian (Anugerah, 2023). PKM ini mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 dan Ultrasonic yang dikendalikan oleh ESP32, yang memungkinkan penyiraman otomatis. Selain itu, teknologi penyiraman berbasis master-slave wireless (ESP Now)dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk irigasi dan pengolahan limbah (Arofah, Mandayatma, & Nurcahyo, 2022). Dengan sistem ini, pengendalian penyiraman jamur janggel menjadi lebih efisien dan akurat. Data dari sistem otomatis ini dapat dipantau secara real-time melalui website tanpa harus terjun langsung ke lapangan.

Rumah Jamur Janggel Mayang Jember merupakan salah satu usaha jamur janggel yang dibudidayakan di pekarangan rumah. Jamur janggel dibudidayakan lebih dari 5 kumbung jamur berbentuk prisma segitiga yang ditempatkan di ruangan teduh dan tidak terpapar matahari secara langsung. Kondisi kumbung tersebut harus memiliki suhu dan kelembaban yang sesuai kebutuhan jamur. Oleh karena itu, petani janggel melakukan penyiraman tambahan setiap pagi dan sore hari untuk mengondisikan suhu dan kelembaban tetap terjaga. Metode konvensional yang dilakukan petani tersebut cukup menguras tenaga dan dapat menimbulkan keterlambatan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Hasil panen menjadi kurang maksimal jika tidak ditangani sebaik mungkin pada musim kemarau karena adanya peningkatan suhu yang drastis dan kelembapan yang menurun.

Oleh karena itu dirancang sistem untuk mengotomatisasi pengelolaan kondisi lingkungan dalam kumbung jamur janggel menggunakan teknologi Internet of

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

Things (IoT) dan protokol komunikasi ESP-NOW. Protokol ESP-NOW dipilih karena kecepatan dan konsumsi daya rendah, cocok untuk komunikasi antar perangkat ESP32 tanpa memerlukan koneksi internet.

## METODE

Metode yang dilaksanakan dalam PKM ini menggunakan Metode R&D (*Research and Development)* adalah pendekatan yang sistematis untuk menghasilkan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada melalui penelitian dan pengembangan. Dalam konteks pengabdian masyarakat yang fokus pada pengembangan IoT, tahapan metode R&D dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Identifikasi Masalah (Needs Assessment)**
   Mengidentifikasi kebutuhan jabudidaya jamur janggel khususnya masalah yang dihadapi oleh kelompok sasaran. Diantaranya adalah kendala manual dalam mengelola suhu, kelembapan, atau penyiraman di kumbung jamur.
2. **Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan Teknis**
   Mengkaji teknologi IoT yang sesuai, seperti sensor, mikrokontroler (ESP32), dan protokol komunikasi (ESP-NOW). Menganalisis kebutuhan teknis jenis sensor, sistem komunikasi, dan platform IoT yang akan digunakan.
3. **Desain Produk (*Prototype Development*)**
   Merancang prototipe awal sistem IoT. Desain perangkat keras (hardware) seperti sensor dan aktuator. Desain perangkat lunak (software), termasuk algoritma kontrol otomatis dan aplikasi pemantauan.
4. **Validasi dan Uji Lapangan (*Field Testing*)**
   Menguji prototipe di lingkungan nyata, seperti di kumbung jamur janggel. Mengukur kinerja sensor, efektivitas kontrol otomatis, dan keandalan sistem. Mengumpulkan umpan balik dari pengguna (petani).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dilakukan pada PkM ini dijelaskan merujuk pada tahapan metode pelaksanaan PkM.

1. **Hasil Identifikasi Masalah**

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

Tahapan awal pada identifikasi kebutuhan spesifik petani jamur janggel, identifikasi ini terkait kondisi lingkungan pertanian (suhu, kelembapan, CO2). Identifikasi ini dilakukan dengan wawancara dan melihat lokasi langsung kondisi kumbung jamur janggel di desa Mrawan Mayang. Hasil identifikasi terkait lingkungan hidup jamur janggel dalam kumbung ditunjukan dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil identifikasi lingkungan hidup di kumbung

| No. | Nama parameter | Nilai |
|---|---|---|
| 1 | Kelembapan | >80% |
| 2 | Suhu | 33˚C - 35˚C |

2. **Hasil Analisis Kebutuhan Teknis**

Dari analisis kebutuhan guna mendapatkan sistem seperti yang diharapkan diperlukan perangkat IoT seperti sensor suhu, sensor kelembapan, dan modul WiFi. Perangkat yang dibutuhkan

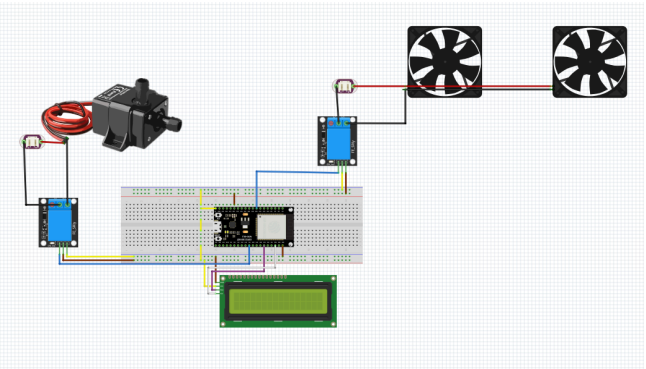
**Alat**

a. ESP 32
b. DHT 22
c. Power Supply 5 Volt
d. Pompa DC 12 Volt
e. LCD I2C 16X2
f. Papan PCB
g. Power Supply 24 Volt
h. Relay
i. Kabel
j. Kipas DC12 Volt
k. Filamen
l. Kabel USB
m. Pipa
n. Printer
o. Laptop
p. Nozzle

3. **Hasil Desain Produk (*Prototype Development*)**

Pemasangan sensor dan perangkat IoT di lokasi budidaya jamur. Untuk rancangan perangkat yang dibuat dibagi menjadi 2 bagian rangan master ditunjukan dalam gambar 1 dan rancangan slave ditunjukan dalam gambar 2

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

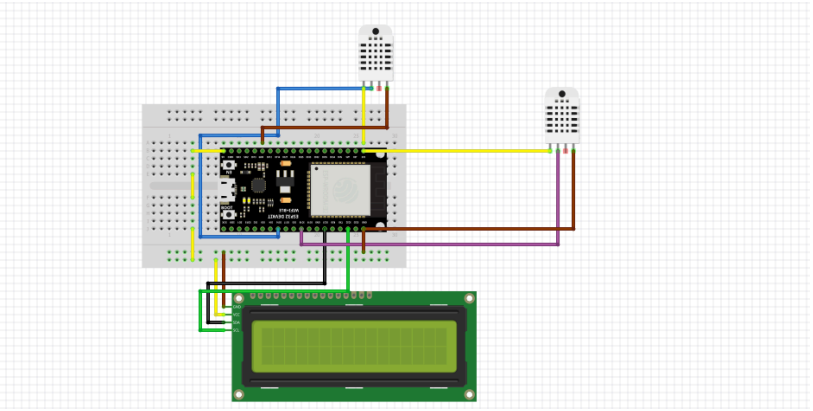


Gambar 1 Rancangan master

Pembuatan hardware ada tiga bagian yakni master, slave 1 dan slave 2. Dengan rincian sebagai berikut:

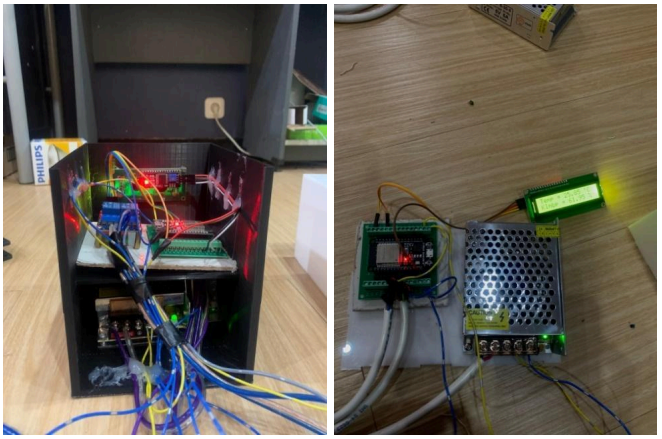
1. Pembuatan hardware master
   a. ESP32 sebagai sistem utama yang berfungsi sebagai *controller, data reader* dan *uploader* dalam sistem ini
   b. Dua buah power supply yakni power supply 12v untuk supply daya kipas dc dan pompa, power supply 5v untuk support daya ESP32, relay, dan LCD
   c. Rangkaian kipas untuk membantu suhu stabil
   d. Rangkaian pompa untuk membantu penyemprotan menjaga kelembapan kumbung dan jamur.

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS



Gambar 2 Rancangan slave

2. Pembuatan hardware slave 1 dan slave 2
   a. ESP32 sebagai sistem utama yang berfungsi sebagai *controller, data reader* dan *uploader* ke master
   b. Satu buah power supply 5V pada setiap slave untuk supply daya ESP32, LCD, dan sensor DHT22
   c. Rangkaian sensor DHT22 setiap slave dua sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan yang ada pada setiap kumbung.



Gambar 3 Prototype hardware

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

3. Pada pengembangan *software*, yakni *source code* dari masing masing mikrokontroler dan perancangan pada database.
   a. Hasil pembuatan *software* mikrokontroler

      ESP32 sebagai sistem utama yang berfungsi sebagai *controller, data reader* dan *uploader dalam sistem ini.* ESP32 dilengkapi wifi dan protokol ESPNOW yang akan dipakai oleh peneliti dalam sistem ini. Pembuatan program ESP32 dibuat menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat yakni program untuk monitoring suhu dan kelembaban, program untuk mengontrol aktuator, program untuk mengirim data ke server database.

   b. Proses komunikasi *wireless serial master slave*

      Sistem penyemprotan otomatis serta monitoring suhu dan kelembapan udara pada budidaya jamur janggel menggunakan komunikasi wireless serial dengan arsitektur master-slave sebagai berikut:

      1. Inisialisasi ESP32 Master dan Slave
         - Master dan slave dihidupkan dan diinisialisasi.
         - ESP32 master mengirimkan sinyal untuk menghubungkan dengan ESP32 slave menggunakan protokol komunikasi seperti ESP-NOW.
      2. Koneksi Antar Node:
         - Master mencari dan menghubungkan ke slave. Jika tidak terhubung, master akan terus mencoba.
         - Setelah terhubung, master siap menerima data dari slave.
      3. Pengumpulan Data oleh ESP32 Slave
         - Slave membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 yang ditempatkan di berbagai titik kumbung jamur.
         - Data yang dikumpulkan dikirim secara periodik ke master melalui koneksi wireless.
      4. Penerimaan dan Pemrosesan Data oleh ESP32 Master
         - Master menerima data dari slave dan memprosesnya untuk menentukan tindakan yang diperlukan.
         - Data yang diterima juga dapat ditampilkan pada LCD yang terhubung dengan master untuk pemantauan langsung.

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

5. Keputusan Berdasarkan Data
   - Master memeriksa data suhu dan kelembapan.
   - Mengendalikan keputusan sesuai set poin
6. Aktivasi Relay
   - Berdasarkan keputusan yang diambil, master mengaktifkan atau menonaktifkan relay yang mengendalikan pompa air dan kipas.
   - Relay mengaktifkan pompa air untuk penyemprotan atau kipas untuk sirkulasi udara.
7. Monitoring
   - Sistem terus memantau suhu dan kelembapan secara real-time melalui LCD dan dikirim ke platform IoT Thingsboard
   - Master terus menerima data dari slave dan mengendalikan relay sesuai dengan kondisi yang terdeteksi.
8. Protokol Komunikasi
   - ESP-NOW Protokol yang sering digunakan untuk komunikasi wireless serial antar ESP32 karena efisien dan mendukung komunikasi cepat tanpa perlu jaringan Wi-Fi.
   - Data Transmission Data suhu dan kelembapan dikirim dari slave ke master dalam paket-paket kecil menggunakan protokol ESP-NOW.

4. **Hasil Validasi dan Uji Lapangan (*Field Testing*)**

Setelah pembuatan sistem penyemprotan otomatis, langkah selanjutnya adalah uji sistem. Pengujian dilakukan dua tahap:

**Pengujian respon awal**

Pengujian Respon Sistem Awal, pengujian respon sistem dilakukan selama dua hari pada tanggal 18 Juli 2024 pukul 11.00 WIB dan tanggal 19 Juli 2024 pukul 15.00 WIB. Hasil respon sistem penyiraman otomatis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil respon sistem awal

| Tanggal dan Waktu | Suhu | Kelembaban | Ekspetasi | Realita | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

| | **Terukur (ºC)** | **Setpoin (%)** | **Terukur (%)** | **Setpoin (%)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **18 Juli 2024 (11.00 WIB)** | 36 **ºC** | 33˚C - 35˚C | 80.90% | < 80% | Kipas nyala, Pompa mati | Kipas nyala, Pompa mati | Sistem bekerja sesuai |
| **10 Juli 2024 (15.00 WIB)** | 34 **ºC** | 33˚C - 35˚C | 76% | <80% | Kipas nyala.Pompa nyala | Kipas nyala.Pompa nyala | Sistem bekerja sesuai |

Berdasarkan Tabel 2, pada 18 Juli 2024 pukul 11.00 WIB data setpoint suhu diambil dari kondisi di bawah kondisi suhu terukur. Pada pengujian sistem hari itu, kipas aktif tanpa mengalami gangguan dan pompa Shell mati karena kondisi kelembapan pada kumbung jamur sesuai setpoint. Pada tanggal 19 Juli 2024 pukul 15.00 WIB dilakukan kembali pengujian dengan setpoint yang sama, hasilnya semua sistem aktif. Sesuai data Pengujian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berfungsi dengan baik sesuai dengan kondisi lingkungan yang terukur. Pada kedua waktu pengujian, respon sistem sesuai dengan ekspektasi yang diatur berdasarkan setpoin untuk suhu dan kelembaban. Ini menunjukkan bahwa sensor dan aktuator (kipas dan pompa) beroperasi secara efektif dalam mengendalikan lingkungan pada kumbung jamur.

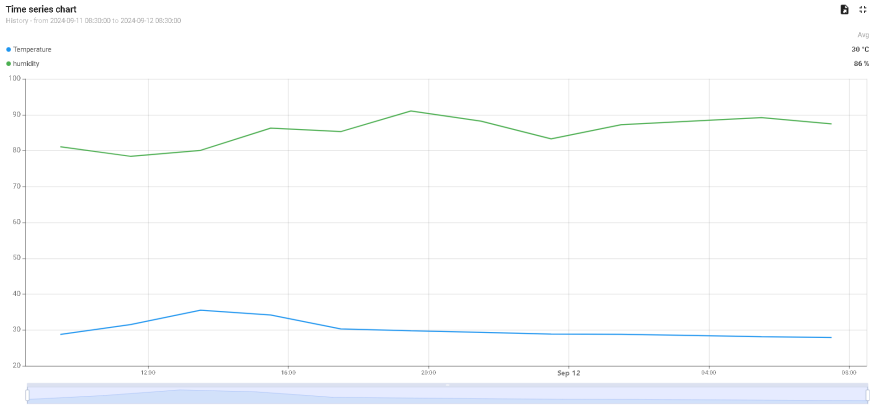
**Pengujian keseluruhan dan keakuratan sensor DHT22**

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan selama dua minggu. Sedangkan untuk monitoring dan pengiriman data dilakukan selama 3 hari. Monitoring dan pengiriman data ditunjukkan pada grafik. Grafik ini menggambarkan kinerja sistem penyemprotan otomatis selama beberapa hari, suhu dan kelembapan diukur secara terus-menerus. Suhu ditargetkan berada di rentang 33°C hingga 35°C, sedangkan kelembapan di atas 80%. Pengujian dilakukan di berbagai kondisi cuaca, seperti cerah dan mendung, yang mempengaruhi durasi nyala pompa dan kipas. Pengujian ini bertujuan mengetahui berapa kali pompa hidup setiap hari.

**Pengujian Hari Pertama (11-12 September 2024)**

**DIGIMAS: JURNAL TRANSFORMASI DIGITAL MASYARAKAT**
**Vol 1, No 1, Januari 2025**
**ISSN**
**E-ISSN**
DOI:
https:journal.unej.ac.id/DIGIMAS

Pada pengujian hari pertama, yang dilakukan pada tanggal 11 September 2024 pukul 07.30 WIB hingga 12 September 2024 pukul 07.30 WIB, kondisi cuaca cukup cerah dengan suhu di dalam kumbung yang relatif lebih tinggi. Dari data yang didapatkan, pompa menyala sebanyak 16 kali dengan durasi antara 1 hingga 4 menit, dan kipas menyala sebanyak 2 kali dengan durasi sekitar 2 hingga 3 jam. Kipas sering menyala dengan durasi lama, terutama pada siang hari untuk menurunkan suhu yang meningkat akibat cuaca terik. Suhu dan kelembapan kumbung pada pengujian hari pertama sudah sesuai dengan kebutuhan jamur. Rata-rata suhu dan kelembapan ditunjukkan pada gambar 4, di mana suhu rata-rata berada pada 30°C, sedangkan kelembapan berada pada tingkat yang tinggi, yaitu 86%.




Gambar 4 Grafik Pengujian Hari Ke-1

**Pengujian Hari Ketiga (13-14 September 2024)**

Pada pengujian hari ketiga, yang dilakukan pada tanggal 12 September 2024 pukul 07.30 WIB hingga 13 September 2024 pukul 07.30 WIB, kondisi cuaca cukup mendung dengan suhu di dalam kumbung yang sejuk. Dari data yang diperoleh melalui pembacaan sensor, pompa menyala sebanyak 3 kali dengan durasi rata-rata 30 menit. Sementara itu, kipas menyala satu kali dengan durasi yang cukup lama, yaitu selama 3 jam dari pukul 12.39 WIB hingga 16.09 WIB. Kipas menyala dalam waktu lama karena suhu kumbung yang sangat tinggi, sehingga

sistem mengaktifkan kipas untuk menjaga agar suhu tetap sejuk sesuai kebutuhan jamur. Suhu dan kelembapan kumbung pada pengujian hari ketiga sudah sesuai dengan kebutuhan jamur. Rata-rata suhu dan kelembapan, di mana suhu rata-rata berada pada 31°C, sedangkan kelembapan berada pada tingkat yang tinggi, yaitu 84%.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil PKM yang dilakukan oleh penulis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
2. Sistem penyemprotan otomatis dan monitoring suhu serta kelembapan udara pada budidaya jamur janggel yang diimplementasikan menggunakan teknologi wireless serial master-slave dapat berfungsi dengan baik. Sistem ini mampu menjaga kondisi lingkungan budidaya sesuai dengan kebutuhan jamur janggel, sehingga dapat mendukung pertumbuhan yang optimal.
3. Kinerja alat menunjukkan hasil yang stabil dan dapat diandalkan dalam pengontrolan penyemprotan serta monitoring suhu dan kelembapan secara otomatis. Beberapa aktuator yang terhubung bekerja dengan baik sesuai dengan skenario hasil pembacaan sensor
4. Hasil pertumbuhan yang didapat setelah menggunakan teknologi relatif lebih banyak dibanding dengan penyemprotan konvesional secara penjadwalan.

.

## DAFTAR PUSTAKA

Anugerah, M. A. (2023). Pengembangan Smart Fitting Berbasis IoT dengan Menggunakan Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknik Elektro*, 62-63.

Arofah, M. F., Mandayatma, E., & Nurcahyo, S. (2022). Penerapan Protokol Komunikasi ESP-Now pada Portable Traffic Light. *Jurnal Informatika Elektrik*.

Atikah, Ziadi, D. I., Farhiyati, W., Savitri, D. I., Amelia, R., Jatiswari, M. S., . . . Kurniawan, M. (2022). PENGOLAHAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI MEDIA TANAM JAMUR JANGGELDI DESA KURIPAN UTARA KECAMATAN KURIPAN KABUPATEN LOMBOK BARAT. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 276.

Abotaleb, M. "Improved Performance of Wi-Fi Based Communication with Multiple Sensors Through Collaboration Between the Web Serial Remote Serial Monitor and ESP-NOW Protocol." *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*, 2023: 42-56.

BPS. *Produksi Jagung dan Kedelai di Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten/Kota (ton).* 2018. https://jatim.bps.go.id/statictable/2019/10/08/1585/produksi-jagung-dan-kedelai-di-provinsi-jawa-timur-menurut-kabupaten-kota-ton-2018.html (accessed Janurary 31, 2024).

—. *Produksi Jagung dan Kedelai di Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten/Kota (ton).* 2018. https://jatim.bps.go.id/statictable/2019/10/08/1585/produksi-jagung-dan-kedelai-di-provinsi-jawa-timur-menurut-kabupaten-kota-ton-2018.html (accessed Janurary 31, 2024).

Dulay, R. G. (2014). Aseptic Cultivation and Nutrient Compositions of Coprinus comatus (O.F.Müll.). On Pleurotus Mushroom Spent. *J. Microbiol. Biotech.*, 1-7.

Darso, Muhammad Habib Al Hudry, Firman Fathoni, Yuntafa Ulkhaq, Pras Tio Rifki Wijaya, Muhammad Arkan H. "Perancangan Sistem Pendeteksi dan Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266." *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer* 2 (2023): 87-93.

Deri Firmansyah, Dede. "Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian." *Literature Review. Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 2022: 85-114.

Hidayat, Muhammad. *SKRIPSI: UJI BERBAGAI KOMPOSISI MEDIA TANAM JAMUR JANGGEL (Coprinus comatus) JERAMI PADI DAN TONGKOL JAGUNG DENGAN BEBERAPA NUTRISI ORGANIK.* Medan: Universitas Medan Area, 2023.

Inggita Utami, Ichsan Luqmana Indra Putra. *EKOLOGI KUANTITATIF (metode sampling dan analisis data lapangan).* Yogyakarta: K-Media, 2020.

—. *EKOLOGI KUANTITATIF (metode sampling dan analisis data lapangan).* Yogyakarta: K-Media, 2020.

Mohammad Fajar Arofah, Eka Mandayatma, Sidik Nurcahyo. "Penerapan Protokol Komunikasi ESP-Now pada Portable Traffic Light." *Jurnal Informatika Elektrik*, 2022.

n.d, Arduino. *DHT22.* 2024. https://www.arduino.cc/en/Reference/DHT22 (accessed January 9, 2024).

Nur Intan Ramadhan, Sulkifli Gusmin, Nur Intan Ramadhan, Remigius Tandioga. *Pengembangan Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things serta Sistem Automatic Sprinkling pada Rumah Jamur.* Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2022, 175-176.

Nurhikmah, Teddy Setyadi. *Rancang Bangun Sistem Automatics Sprinkling Berbasis Internet of Things pada Rumah Jamur.* Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang , 2019.

Prasetyadana., Febriansah Eka. *Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Budidaya Jamur Tiram.* Jember: Universitas Negeri Jember, 2020.

Rich Milton R Dulay, Wesley S. Gagarin, Evaristo A. Abella, Sofronio P. Kalaw, & Renato G. Reyes. "Aseptic Cultivation and Nutrient Compositions of Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers. On Pleurotus Mushroom Spent." *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 2014: 1-7.

Rozaqi, Mochammad Fitroh. "PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG NOZZLE TERHADAP DIMENSI DROPLET, SUDUT SPRAY, JARAK SPRAY, DAN BENTUK NYALA API ." *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal* , 2019.

Rui Santos, Sara Santos. *ESP-NOW with ESP32.* n.d. https://randomnerdtutorials.com/esp-now-one-to-many-esp32-esp8266/ (accessed January 28, 2024).

Shasha Asyarita, Ani Lestari. "UJI PRODUKTIVITAS JAMUR MERANG (Volvariella volvaceae) BIBIT F4 ASAL CILAMAYA DENGAN BERBAGAI KONSENTRASI MEDIA TANAM SUBSTITUSI TONGKOL JAGUNG." *Agrotekma Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 2020: 140-144.

Wahyu Kusuma Raharja, Varesa Bunga Odielia, Risdiandri Iskandar. "SISTEM SMART GARDEN UNTUK MONITORING KUMBUNG JAMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS." *Jurnal Ilmu Teknologi dan Rekayasa*, 2022.