

## Pengembangan *Raspberry Pi* Untuk Monitoring Suhu Dan Kelembaban Guna Meningkatkan Hasil Panen Pada Budidaya Jamur Tiram

Joko Triono<sup>1)\*</sup>, Daniel Wahyu Suprayoga Prabowo<sup>2)</sup>

Universitas Merdeka Madiun<sup>1),2)</sup>

[jokotriono@unmer-madiun.ac.id](mailto:jokotriono@unmer-madiun.ac.id)<sup>1)\*</sup>, [daniel@unmer-madiun.ac.id](mailto:daniel@unmer-madiun.ac.id)<sup>2)</sup>

### Abstrak

Jamur memiliki kebutuhan tumbuh dengan suhu 16-22°C dan kelembaban 80-90%, Jawa Barat merupakan sentra jamur karena di dataran tinggi seperti Pangalengan, Lembang, Cisarua, dan Cipanas, kawasan ini merupakan kawasan yang sangat baik untuk budidaya jamur tiram. Sedangkan daerah lain dapat berkembang menjadi tempat budidaya sebagai faktor lingkungan sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangannya. Faktor lingkungan yang menentukan tanaman disekitarnya yaitu kelembaban media tanam, kelembaban relatif, kecepatan angin, suhu media tanam, dan unsur hara. Wajib dilakukan untuk mengatur suhu dan kelembaban yang membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Solusi untuk masalah ini adalah menggunakan perangkat keamanan dan kelembaban dengan *Raspberry pi*. *Raspberry* merupakan komputer mini yang hanya membutuhkan daya hingga 10 Watt. *Raspberry* memiliki fasilitas IO port yang dapat dipasang dengan sensor suhu dan kelembaban. Selanjutnya dapat diukur suhu dan kelembaban yang terjadi dengan sensor tersebut. Pada penelitian ini dibuat sistem kendali suhu dan kelembaban dengan menyemprotkan air secara otomatis pada saat suhu dan kelembaban tinggi. Tujuan penelitian ini membuat sistem pengatur suhu yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan Android. Pengujian sistem kendali suhu dan kelembaban dilakukan dengan metode Black Box yaitu pengujian dengan melihat hasil sistem apakah keluaran dari sistem sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat yang dapat mengontrol suhu kumbung sesuai dengan kebutuhan tumbuh jamur sehingga meningkatkan hasil panen petani jamur dua kali atau lebih terutama pada musim kemarau.

**Kata kunci:** Jamur Tiram, *Raspberry*, Metode Black Box

### Abstract

Mushrooms have growing requirements with temperatures of 16-22°C and humidity of 80-90%, West Java is a mushroom center because in highlands such as Pangalengan, Lembang, Cisarua, and Cipanas, this area is a very good area for growing oyster mushrooms. While other areas can develop into a place of cultivation as an environmental factor in accordance with growth and development. While the environmental factors that determine the surrounding plants, the planting medium humidity, relative humidity, wind speed, temperature of the planting media, and nutrients. Required is done to regulate temperature and humidity which requires little cost. The solution to this problem is using a safety and humidity device with *Raspberry pi*. *Raspberry* is a mini computer that only requires power up to 10 Watts. *Raspberry* has an IO port facility that can be installed with temperature and humidity sensors. Furthermore, it can be measured temperature and humidity in progress with these sensors. In this research, a temperature and humidity control system is created by spraying water automatically when the temperature and humidity are high. The purpose of this research is to make a temperature control system developed using the Python and Android programming languages. Testing of the temperature and humidity control system is carried out by the Black Box method, namely testing by seeing the system results whether the output from the system is as expected or not. The results of this study are a tool that can control the temperature of the kumbung according to the needs of growing mushrooms, thereby increasing the yield of mushroom farmers twice or more, especially in the dry season.

**Keywords:** Oyster Mushroom, *Raspberry*, Black Box method

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang cocok dengan berbagai komoditi pertanian. Salah satu komoditas holtikultura yang saat ini sangat digemari adalah jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). Hal ini disebabkan oleh besarnya minat masyarakat untuk mengkonsumsi jamur tiram. Hidangan dengan bahan dasar jamur tiram pun juga banyak dan lezat. Bahkan di kota-kota besar, potensi jamur tiram dalam merajai pasar makanan sudah tidak bisa dianggap remeh lagi. Tingginya minat masyarakat Indonesia akan jamur tiram menjadikan jamur tiram menjadi salah satu bahan makanan yang paling dicari. Terlebih lagi jamur ini dapat diolah menjadi produk turunan seperti: jamur crispy, kripik jamur tiram, sate jamur tiram, kerupuk jamur tiram, puding jamur tiram, permen jeli jamur tiram, nugget jamur tiram, pastel jamur tiram, dan zupa soup jamur tiram [2].

Kandungan nutrisi jamur tiram lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jamur kayu lainnya. Jamur tiram mengandung fosfor, besi, thiamin, protein, lemak, dan riboflavin lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jamur lain. Jamur ini mempunyai kandungan 18 macam asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan yang menarik lagi jamur ini tidak mengandung kolesterol. Macam asam amino yang terkandung dalam jamur tiram adalah *cystein*, *penylalanin*, *isoleusin*, *lysin*, *methionin*, *tyrosin*, *treonin*, *tryptopan*, *valin*, *alanin*, *asam aspartat*, *asam glutamat*, *glysin*, *prolin*, *arginin*, *histidin*, dan *serin* [2].

Bagi masyarakat yang baru akan memulai usaha maka harus pandai untuk memilih bidang usaha yang paling mudah dan paling mungkin untuk dilaksanakan, serta disesuaikan dengan potensi lokal dan potensi diri yang dimiliki. Usaha di bidang budidaya jamur tiram dan pengolahan aneka produk dari jamur tiram adalah salah satu pilihan yang bisa dilaksanakan oleh kebanyakan pemula, alasan yang bisa dikemukakan adalah jamur tiram merupakan jenis sayuran yang mudah dibudidayakan dan termasuk sayuran yang bernilai gizi tinggi dan sangat digemari oleh masyarakat Indonesia [3].

Selain kecilnya tingkat kerumitan pengelolaan jamur tiram, faktor gizi juga mendapatkan perhatian tersendiri. Dengan harga murah dan gizi tinggi yang dikandungnya, menjadikan jamur tiram menjadi makanan alternatif. Jadi, dengan teknik pembudidayaan yang mudah dan harga yang murah, jamur tiram menjadi usaha yang memiliki prospek cerah [4].

Jamur memiliki syarat tumbuh dengan suhu 16-22°C dan kelembaban 80-90%, Jawa Barat merupakan sentra jamur karena berada di daerah dataran tinggi seperti Pangalengan, Lembang, Cisarua, dan Cipanas, daerah ini merupakan daerah yang sangat bagus untuk tumbuhan jamur tiram [7]. Sedangkan daerah yang lain bisa berpotensi menjadi tempat budidaya asalkan faktor lingkungan sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan. Adapun faktor lingkungan yang sangat

berpengaruh di sekitar tanaman, kelembaban media tanam, kelembaban relatif, kecepatan angin, suhu media tanam, dan unsur hara [5].

Pemberian perbedaan intensitas cahaya dan suhu menunjukkan adanya pengaruh terhadap pertumbuhan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) [1].

Pengaturan kondisi lingkungan sangat penting bagi pertumbuhan tubuh buah. Apabila suhu terlalu tinggi, sedangkan kelembaban terlalu rendah maka primordia (bakal jamur) akan terhambat pertumbuhannya atau bisa kering dan mati. Suhu inkubasi jamur tiram berkisar antara 22-28<sup>0</sup> C dengan kelembaban 60-80 %, sedangkan suhu pada pembentukan tubuh buah (fruiting body) berkisar antara 16-22<sup>0</sup> C dengan kelembaban 80-90 %. Pengaruh suhu dan kelembaban tersebut di dalam ruangan dapat dilakukan dengan menyemprotkan air bersih ke dalam ruangan [8].

Berdasarkan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan jamur tiram dari tahap tumbuh buah sampai panen yaitu suhu dan kelembaban [6]. Hasil panen pada suhu 17°C sebesar 391-gram lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 19°C sebesar 379.69-gram dan 21°C sebesar 362 gram [5]. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa jamur cocok pada suhu yang rendah. Pada penelitian ini menggunakan mesin pendingin, sehingga suhu yang diatur dapat stabil, namun ada kelemahannya yaitu penggunaan mesin pendingin memerlukan biaya dan energi yang besar. Sehingga perlu dilakukan usaha untuk pengaturan suhu dan kelembaban yang memerlukan biaya yang sedikit. Solusi untuk masalah ini dengan menggunakan perangkat pengaturan suhu dan kelembaban dengan Raspberry Pi. Raspberry Pi merupakan komputer mini yang hanya membutuhkan daya 5 sampai dengan 10 Watt saja.

Kemampuan perangkat lunak dari Raspberry Pi juga cukup hebat didalamnya ada fasilitas aplikasi perkantoran, browser internet, games dan multimedia. Kemampuan perangkat kerasnya semakin ditingkatkan, sejak bulan february tahun 2016 sudah dirilis Raspberry Pi generasi ke 3 yang mempunyai kemampuan lebih hebat. Spesifikasi Raspberry Pi 3 ditunjang dengan CPU 1.2 GHz 64-bit quad-core ARMv8, Wireless LAN 802.11n, Bluetooth 4.1, memory 1 GB, 4 USB ports, 40 GPIO pins, Camera interface (CSI) dan Full HDMI port. Dengan fasilitas yang cukup lengkap ini harga dari satu set Raspberry juga cukup terjangkau, yaitu sekitar Rp. 800.000,00.

Ukuran Raspberry cukup kecil yaitu seukuran kartu kredit sehingga banyak *project* berbasis *mobile* yang dapat diaplikasikan dengan menggunakan Raspberry Pi. Contoh pemanfaatan Raspberry adalah aplikasi perkantoran, aplikasi monitoring dengan sensor, aplikasi robotic, aplikasi otomatisasi, aplikasi smart home, aplikasi pengamanan dan aplikasi pengolahan citra.

Pada sebuah penelitian sistem peringatan dini pendeteksi kebakaran dapat menginformasikan kepada penghuni ketika terjadi indikasi kebakaran. Sehingga

memungkinkan penghuni untuk menanggulangi / mencegah terjadinya kebakaran yang membesar. Pada sistem ini menitikberatkan pada metode pendeteksian kebakaran dengan menggunakan 4 buah sensor yaitu flame sensor 5 2 kanal, photoelectric IR break beam sensor, sensor gas MQ-5 dan MQ-7 untuk memperoleh tingkat keakuratan yang tinggi. Sehingga dapat menghindari adanya kesalahan penyampaian informasi kepada penghuni. Keluaran sistem yang berupa kondisi tingkat bahaya akan mengaktifkan pemadaman otomatis, dan disampaikan ke penghuni berupa alarm, SMS Gateway dan notifikasi email. Informasi tersebut berisi gambar kondisi ruangan sehingga dapat dimonitor jarak jauh melalui internet. Raspberry Pi digunakan untuk membaca sinyal sensor dan sebagai server. Dengan demikian dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mendeteksi dini kebakaran dan penanggulangan kebakaran yang lebih cepat [10].

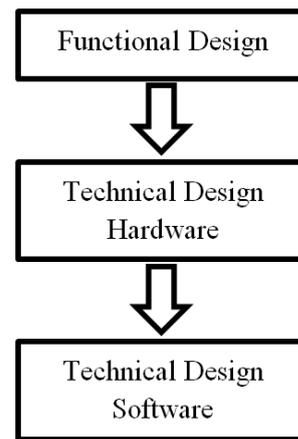
Raspberry mempunyai fasilitas *port IO* yang dapat dipasang sensor suhu dan kelembaban. Selanjutnya dapat diukur suhu dan kelembaban yang sedang berlangsung dengan sensor tersebut. Pada penelitian ini dibuat sistem pengontrolan suhu dan kelembaban dengan cara menyemprotkan air secara otomatis apabila suhu dan kelembabannya tinggi. Hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan sistem pengontrol suhu untuk para petani jamur agar hasil panennya lebih maksimal.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengontrol suhu. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman python dan android. Bahasa python merupakan bahasa yang saat ini sedang berkembang pesat yang didukung oleh banyak sistem operasi diantaranya windows, linux, mac os, palm, symbian dan lain-lain.

Selanjutnya setelah berhasil dalam membangun sebuah sistem tentunya diperlukan pengujian perangkat lunak dalam suatu sistem informasi, dimana dengan melakukan suatu pengujian akan ditemukan kesalahan atau *error* yang muncul dari sistem perangkat lunak tersebut. Dengan demikian tentunya seorang programmer akan bisa mengetahui dan apa yang harus dikerjakan selanjutnya [9].

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode seperti pada Gambar 1, Langkah-langkah yang terdapat pada penelitian ini adalah: *Functional Design*, *Technical Design Hardware*, *Technical Design Software*.



Gambar 1. Metode Penelitian

### 2.1 Functional Design

Pada Gambar 1 dapat dilihat tahap awal dalam metode penelitian ini yaitu *Functional Design*. Sistem yang akan dibuat berfungsi untuk monitoring suhu dan kelembaban pada lingkungan tumbuhnya jamur. Perangkat yang digunakan Raspberry Pi dengan ditambahkan sensor suhu dan kelembaban DHT 11 yang dipasang pada *port IO*. Apabila suhu tinggi dan kelembaban kurang sistem akan menyemprotkan air secara otomatis. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan efek pada suhu dan kelembaban yang sesuai dengan kebutuhan jamur sehingga menghasilkan panen yang maksimal.

### 2.2 Technical Design

#### 2.2.1 Technical Design Hardware

Perancangan teknis perangkat keras terhadap sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2. Alat yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembaban DHT-11, Raspberry Pi, Relay, Router DLink dan *smartphone*.



Gambar 2. Design Teknis Sistem

Sensor suhu dan kelembaban DHT-11 akan membaca besaran suhu dan kelembaban disekitar sensor kemudian data diteruskan kepada Raspberry Pi untuk disimpan kedalam basisdata. Raspberry Pi ini berfungsi sebagai Aktuator yang menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Hasil dari

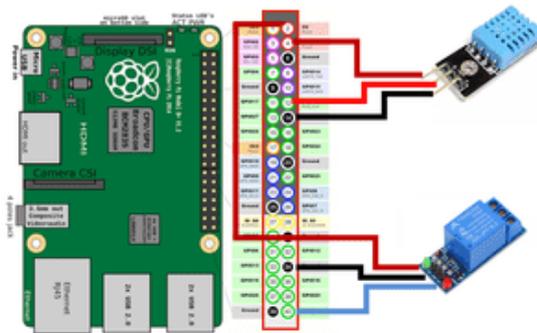
pembacaan sensor ini kemudian diolah oleh program untuk menyalakan pompa air untuk menurunkan suhu apabila terlalu panas menggunakan pemutus arus berupa relay. Pada Raspberry Pi juga dipasang web server sehingga data yang tersimpan dalam basis data Sqlite juga dapat dilihat dengan media lain lewat jaringan Wifi ke *smartphone*. Desain perangkat pengkabelan dari sistem dapat dilihat pada Gambar 3. Sensor DHT-11 terhubung dengan Raspberry dengan konfigurasi pada tabel 1 dan tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 1. Pengkabelan Sensor DHT-11

Sensor DHT-11	Raspberry Pi 3
Plus (+)	Pin No 4 (+5V)
Out	Pin No 12 (GPIO 18)
Minus (-)	Pin No 14 (Ground)

Tabel 2. Pengkabelan Relay

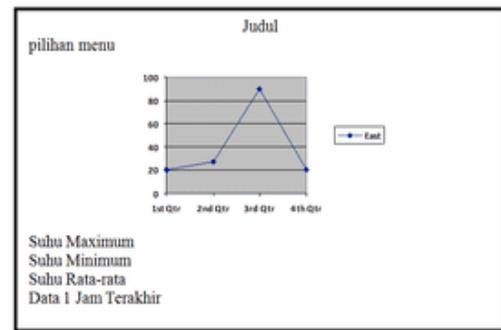
1-Channel-Relay-Module	Raspberry Pi 3
Vcc (+)	Pin No 2 (+5V)
In	Pin No 40 (GPIO 21)
Gnd (-)	Pin No 34 (Ground)



Gambar 3. Design Pengkabelan Sistem

### 2.2.2 Technical Design Software

Sistem ini menggunakan web server yang dipasang pada Raspberry Pi agar data yang tersimpan dalam basis data Sqlite dapat dilihat dengan media lain. Monitoring suhu dapat kita lihat melalui media *smartphone* dengan alat Switch Hub untuk mengirimkan data informasi suhu dan kelembaban. Pada aplikasi *smartphone* terdapat menu *setting* yang berfungsi untuk menentukan *ip address* dari Raspberry Pi sebagai *server*. Desain tampilan sistem dapat dilihat pada Gambar 4. Dari gambar *design* tersebut dapat kita lihat ada pilihan menu yang berfungsi untuk menyaring data yang akan ditampilkan, bisa dipilih data 6 jam terakhir, 12 jam terakhir atau 24 jam terakhir. Selain itu dibagian bawah ada data statistik dari suhu yang terekam berupa data maximum, minimum dan rata-rata.



Gambar 4. Design Monitoring suhu dan kelembaban

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

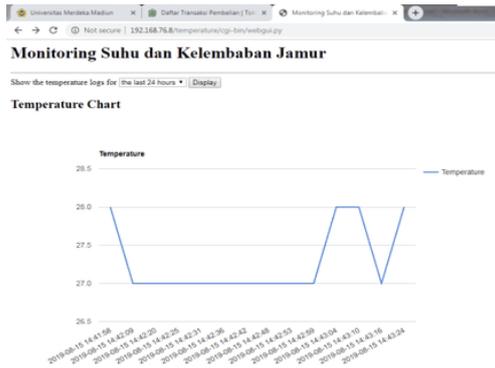
Sistem monitoring suhu dan kelembaban ini digunakan untuk monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan tempat tumbuhnya jamur atau disebut kumbung seperti pada Gambar 5. Pemasangan alat dapat dilihat pada Gambar 6. Sistem monitoring ini menggunakan aplikasi berbasis web yang dipasang pada Raspberry Pi. Aplikasi dapat dilihat menggunakan browser seperti pada Gambar 7 dan Tabel 3. Sistem monitoring ini merupakan implementasi dari perancangan yang sudah dibuat pada bab sebelumnya.



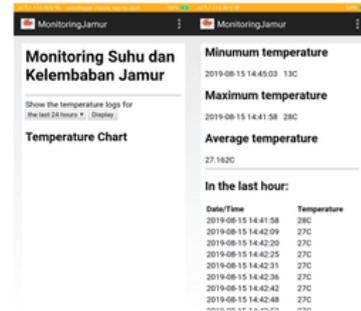
Gambar 5. Tanaman Jamur



Gambar 6. Pemasangan Alat Pada Lahan Jamur



Gambar 7. Monitoring suhu dan kelembaban

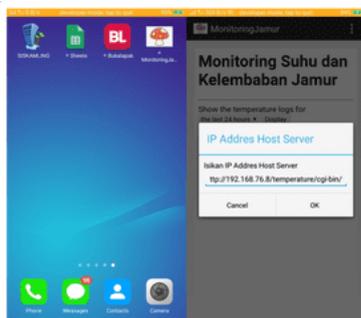


Gambar 9. Tampilan Monitoring Suhu Menggunakan Perangkat Smartphone

Tabel 3. Data Monitoring suhu dan kelembaban

Tanggal	Jam	Temperatur
15-08-2019	14:41:58	28 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:09	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:20	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:25	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:31	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:36	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:42	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:48	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:53	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:42:59	27 <sup>0</sup> C
15-08-2019	14:43:04	28 <sup>0</sup> C

Monitoring selain bisa kita lihat lewat media browser dapat kita lihat juga lewat aplikasi *smartphone*. Pertama kita klik dulu pada icon jamur untuk monitoring suhu, seperti pada Gambar 8. Setelah tampil kita lakukan setting *Ip adres* dengan cara melakukan klik pada menu kanan atas.



Gambar 8. Shortcut Aplikasi dan Setting IP Address Raspberry

Tampilan hasil monitoring suhu dapat kita lihat seperti pada Gambar 9. Dari aplikasi dapat kita ketahui data statistik dari suhu yang kita monitoring yaitu data maximum, minimum dan data rata-rata suhu. Selain itu kita juga bisa lihat data suhu 1 jam terakhir.

Tahapan terakhir adalah pengujian dengan menggunakan metode *Blackbox*. Hasil pengujian dengan metode *Blackbox* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian *Blackbox*

Bagian Yang Diuji	Hasil yang diharapkan	Penilaian
Tahap pemasangan <i>hardware</i>	Menghasilkan hardware yang siap digunakan untuk sistem monitoring	Valid
Tahap instalasi sistem operasi	Menghasilkan sistem operasi yang siap digunakan untuk memasang aplikasi	Valid
Tahap instalasi <i>software</i> pendukung	Menghasilkan <i>software</i> yang siap digunakan untuk memasang aplikasi	Valid
Tahan pembuatan kode program baca sensor	Menghasil data hasil dari pembacaan sensor	Valid
Tahap pembuatan kode program visualisasi Data berbasis <i>Smartphone</i>	Bisa menampilkan data hasil pembacaan sensor pada media <i>smartphone</i>	Valid
Pengujian alat pada kumbang	Alat dapat memonitor suhu dan kelembaban dengan baik dan dapat menghidupkan pompa air saat suhu tinggi	Valid

Setelah sistem ini diterapkan pada budidaya jamur terdapat perbedaan hasil panennya. Karena sistem ini dapat menyemprotkan air secara otomatis bila suhu kumbung lebih dari 27°C. Sebelum ada sistem ini hasil panen pada musim kemarau jauh berkurang atau bahkan gagal panen, karena suhu pada musim kemarau cenderung tinggi. Suhu tinggi ini menyebabkan jamur tidak bisa tumbuh dengan baik. Cara mengatasinya biasanya petani menyemprotkan air secara manual, atau menggunakan alat timer. Tetapi dengan penyemprotan manual atau dengan alat timer seringkali suhunya tidak cukup dingin. Terkadang kelupaan tidak menyemprot karena kesibukan pekerjaan yang lain. Dengan penyemprotan manual bisa jadi terlalu lembab karena tidak mempunyai alat ukur untuk mengetahui tingkat kelembaban kumbung. Setelah ada alat ini hasil panen meningkat terlebih pada musim kemarau, karena kelembaban dan suhu terkontrol dengan baik sesuai dengan kebutuhan jamur.

#### 4. KESIMPULAN

Telah berhasil dikembangkan sebuah aplikasi monitoring suhu dan kelembaban yang menggunakan perangkat lunak Python 3, Apache 2 dan basisdata Sqlite 3. Perangkat keras aplikasi ini menggunakan Raspberry PI versi 3 dan sensor suhu dan kelembaban DHT-11. Hasil dari sensor suhu disimpan kedalam basisdata kemudian ditampilkan datanya dalam bentuk aplikasi smartphone. Aplikasi telah berhasil diuji dengan metode black box dengan hasil pengujian 100 %. Setelah sistem ini diterapkan maka suhu dan kelembaban kumbung dapat terjaga dengan baik. Sehingga hasil panen petani meningkat dua kali lipat bahkan bisa lebih pada musim kemarau.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amelia, F., Ferdinand, J., Maria, K., Waluyan, M. G., & Sari, I. J., 2017. Pengaruh Suhu dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram di Tangerang. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1), 1-6.
- [2] Djarijah, N. Marlina., Djariyah, A. Siregar, 2001. Budi Daya Jamur Tiram. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [3] Iriyanto, S., 2017. Budidaya Jamur Tiram Dan Pengolahan Nya Menjadi Aneka Produk Sebagai Alternatif Berwirausaha. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional (Vol. 1, No. 1)*.
- [4] Lianah, L., Umriana, A., & Aziz, F., 2013. Peningkatan Ekonomi Masyarakat Sriging Patemon Gunungpati Semarang Melalui Budidaya Jamur Tiram. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama untuk Pemberdayaan*, 13(2), 405-422.
- [5] M. Yamin, 2016. Budidaya Jamur Kuping dan Tiram dengan Teknologi Pengendalian Suhu. *Jurnal Pangan*, 19(2), 189-195.
- [6] N. Widyastuti, 2008. Aspek lingkungan sebagai faktor penentu keberhasilan budidaya jamur

tiram (*Pleurotus* sp). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(3).

- [7] P.M. Ajie, Y. Mad, 2012. Pengendalian Suhu Ruang pada Budidaya Jamur Tiram dengan Karung Goni Basah, *Jurnal Keteknik Pertanian IPB*, Vol. 26, No. 2, Oktober 2012.
- [8] Rasta, M., Sunu, P. W., Subagia, I. W. A., & Widana, I. K., 2018. Mekanisasi Budidaya Jamur Tiram Putih Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Petani. *Bhakti Persada Jurnal Aplikasi IPTEKS*, 4(2), 92-99.
- [9] Rouf, A., 2012. Pengujian perangkat lunak dengan menggunakan metode white box dan black box. *HIMSYATECH*, 8(1).
- [10] Sumarto., Rivai, M., & Budiman F., 2017. Sistem Peringatan Dini Deteksi Dan Pemadam Kebakaran Berbasis Raspberry Pi. Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.