

Pengendalian Temperatur dan Kelembaban dalam Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus sp*) Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Control Temperature and Humidity in Oyster Mushroom (*Pleurotus sp*) House Automatically Using Microcontroller

Sri Waluyo*, Ribut Eko Wahyono, Budianto Lanya, Mareli Telaumbanua

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung 35145, Indonesia

*Email: sri.waluyo@fp.unila.ac.id

Tanggal submisi: 7 November 2017; Tanggal penerimaan: 31 Juli 2018

ABSTRAK

Jamur tiram tumbuh baik pada temperatur 16 – 30 °C dan kelembaban relatif 80 – 95%. Pengkondisian lingkungan melalui penyemprotan air dalam kumbung jamur secara manual pada pagi dan sore hari sebagai upaya pengendalian temperatur dan kelembaban kurang efektif dan kejerihan kerja tinggi. Penggunaan teknologi pada budidaya jamur mampu membantu dalam pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali otomatis untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tiram. Penelitian berlokasi di ketinggian 125 mdpl. Sistem kendali otomatis dengan setpoint temperatur 25 – 30 °C dan kelembaban 80 – 95% yang diujikan pada kumbung jamur dengan dimensi 4 × 2 × 2 m berkapasitas 600 *baglog* jamur. Hasil uji kinerja menunjukkan bahwa temperatur dan kelembaban harian tanpa pengendalian yaitu sebesar 24,10 – 35,19 °C dan 64,28 – 99,90%. Sedangkan temperatur dan kelembaban harian dengan pengendalian yaitu sebesar 25,10 – 30,09 °C dan 80,84 – 99,90%.

Kata kunci: Kelembaban; mikrokontroler; jamur tiram; temperatur

ABSTRACT

Oyster mushroom can grow properly at temperatures of 16–30 °C and relative humidity of 80–95%. Environment conditioning by spraying of water in mushroom house manually in the morning and evening as the temperature and humidity controlling is less effective and highly bothersome. Using of technology can controlling temperature and humidity in a mushroom house automatically. This research aims to design an automatic control system to control temperature and humidity in oyster mushroom house. Research is located at an altitude of 125 meters above sea level. Automatic control system with a setting point temperature of 25 – 30 °C and humidity of 80 – 95% was tested at mushroom house with dimensions of 4 × 2 × 2 m with a capacity of 600 *baglog* mushrooms. The results show that the performance of daily temperature and humidity without control is respectively 24.10 to 35.19 °C and 64.28 to 99.90%. While the temperature and humidity with the control system are 25.10 to 30.09 °C and 80.84 to 99.90%, respectively.

Keywords: Humidity; microcontroller; oyster mushroom; temperature

PENDAHULUAN

Jamur tiram (*Pleurotus sp*) merupakan komoditas pangan yang sangat diminati masyarakat, selain karena kandungan nutrisinya yang tinggi, jamur tiram dapat diolah dalam berbagai ragam makanan, seperti oseng-oseng dan keripik (Daryani, 1999). Jamur tiram dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan dengan rentang temperatur 16 – 30 °C dan kelembaban 80 – 95% (Daryani, 1999; Oei & Nieuwenhuijzen, 2005; Widyastuti & Tjokrokusumo, 2008; Ginting dkk., 2013; Suhardiyanto, 2009). Untuk menjaga agar kondisi temperatur dan kelembaban lingkungan sesuai untuk budidaya jamur dan tanaman terlindung dari gangguan luar seperti serangan angin, serangan hama, curah hujan yang tinggi, dan intensitas sinar yang terlalu tinggi, maka umumnya budidaya jamur tiram dilakukan dalam kumbung jamur (rumah jamur). Pada budidaya jamur tiram konvensional, untuk menjaga temperatur dan kelembaban biasanya dilakukan dengan cara penyemprotan air menggunakan *hand sprayer* pada pagi dan sore hari (Suharjo, 2015). Cara ini tentu saja memiliki kejerihan kerja yang tinggi dan dimungkinkan efektifitasnya tidak maksimal. Upaya pengendalian temperatur dan kelembaban udara dalam kumbung jamur diperlukan untuk menjaga pertumbuhan jamur tiram optimum (Suryani dan Hermawanda, 2014). Dengan perkembangan teknologi mikrokontroler di bidang pertanian maka pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur dapat dilakukan secara otomatis.

Terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang sistem otomatis diantaranya Duzic dan Dumic (2017) telah merancang sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor kadar lengas. Selanjutnya, Devika dkk. (2017) tentang rancangan sistem pemberian air otomatis untuk tanaman menggunakan arduino. Penelitian terkait otomatisasi menggunakan mikrokontroler telah dilakukan oleh Telaumbanua dkk. (2014) mengenai pengendalian iklim mikro tanaman sawi dalam *greenhouse*. Dalam tahap lanjutannya, sistem kendali tersebut dikembangkan untuk mendukung sistem dalam perancangan model pertumbuhan sawi dengan konsep *precision farming* (Mareli dkk., 2016). Sedangkan penelitian lain dilakukan oleh Higuitta & Cordova (2013) tentang pengendalian temperatur kumbung jamur dengan logika *fuzzy*. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Juworo dkk. (2013) tentang rancang bangun dan tata letak instrumentasi terkendali untuk menjaga temperatur > 29 °C dan kelembaban < 90%. Karsid dkk. (2015) juga telah melakukan penelitian terkait aplikasi kontrol otomatis temperatur dan kelembaban udara untuk meningkatkan

produktivitas jamur merang. Pengendalian iklim mikro jamur dilakukan tanpa melalui budidaya tanaman jamur. Penelitian lainnya dilakukan oleh Anisum, dkk. (2016) yang mempelajari tentang distribusi temperatur dan kelembaban udara dalam kumbung jamur menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk optimalisasi tata letak sensor dalam sistem kendali otomatis yang akan dibuat. Penelitian pengembangan sistem pengukuran iklim mikro di *greenhouse* untuk tanaman dengan pengiriman nirkabel pernah dilakukan oleh Shiring dkk. (2017). Penelitian lainnya dilakukan oleh Marzuki & Ying (2017) tentang pengukuran suhu, kelembaban, konsentrasi karbon dioksida, intensitas cahaya di kumbung jamur menggunakan sistem *Internet of Thing*.

Rangkaian penelitian tersebut dijadikan acuan dalam perancangan alat dalam penelitian pengendalian suhu dan kelembaban di kumbung jamur merang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem kendali otomatis untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tiram berdasarkan perubahan nilai temperatur dan kelembaban ruang berbasis mikrokontroler. Pengambilan data dilakukan mulai dari awal pertumbuhan miselium jamur hingga pemanenan jamur. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi petani untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur..

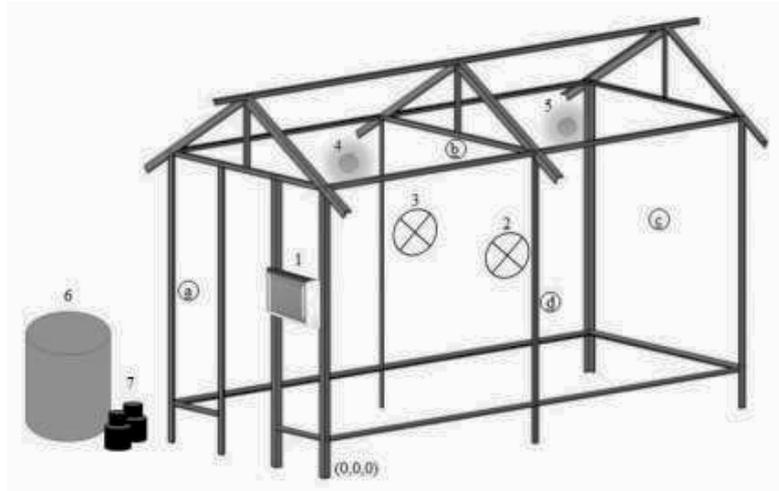
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian dilaksanakan di kumbung jamur Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung dengan ketinggian lokasi berada pada 125 mdpl. Dimensi kumbung jamur yang digunakan adalah panjang 400 cm, lebar 200 cm, dan tinggi 200 cm. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu termometer, higrometer, pompa air (merk sanyo 125 watt), exhaust fan daya 50 w, lampu pijar 100 w, bak air, mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3, sensor DHT22 (AM2032), *Real Time Clock* (RTC), *Liquid Crystal Display* (LCD), *SD card module*, *relay module*, pipa paralon ¼ inch, *nozzle*, selang, *baglog* jamur, dan kumbung jamur untuk budidaya jamur. Sensor suhu DHT22 dikalibrasi dengan memodifikasi suhu di dalam box menggunakan *hairdryer* yang telah terintegrasi dengan termometer.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: tahap perancangan, tahap perakitan, tahap pemrograman, tahap kalibrasi alat, tahap pengujian hasil perancangan, dan tahap analisis data. Tahap perancangan dilakukan



Keterangan:

a, b, c, d = Sensor DHT22

1 = Mainboard

2 = Kipas *exhaust*

3 = Kipas *inhaust*

4, 5 = Lampu pijar

6 = Drum air

7 = Pompa air

Gambar 1. Tata letak komponen sistem kendali

dengan menganalisis perancangan bagian-bagian dari sistem kendali serta merancang tata letak penempatan sensor, alat kendali dan aktuator dalam kumbung jamur. Perancangan dilakukan dengan membagi sistem kendali menjadi beberapa bagian yaitu bagian penginderaan, bagian pengolah data, dan bagian aktuator. Tata letak komponen sistem kendali diilustrasikan sebagaimana Gambar 1.

Tahap perakitan dibagi menjadi beberapa sub-tahapan yaitu: simulasi alat dan perakitan perangkat keras. Simulasi alat dilakukan dengan merangkai komponen elektronik yang diperlukan secara visual pada perangkat lunak *proteus design*. Tahap pemrograman dilakukan pada simulasi alat untuk melihat kinerja alat secara visual. Perakitan perangkat keras dilakukan dengan merakit perangkat keras elektronika sesuai hasil simulasi alat.

Pemrograman sistem kendali dilakukan pada alat yang telah dirakit sebelumnya. Pemrograman dilakukan pada mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Arduino IDE versi 1.6.7. Pemrograman yang dilakukan berfungsi untuk mengaktifkan fungsi mikrokontroler. Alur pemrograman meliputi perintah pengambilan data oleh sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler, menyimpan data dalam SD card dan mengambil keputusan dan meneruskan pada *relay module*.

Tahap kalibrasi sensor dilakukan dengan menguji alat kendali pada lingkungan terkondisi menggunakan box dan *hairdryer* pada rentang temperatur 20 – 50 °C dan kelembaban 60 – 90%. Kalibrasi sensor kelembaban

dengan menggunakan box yang berisi es dan air panas yang dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan luaran alat kendali dan kalibrator. Kalibrator yang digunakan yaitu termometer air raksa, *thermohygrometer* analog dan *thermohygrometer* digital. Data hasil kalibrasi dianalisis menggunakan metode regresi linier setiap perubahan 5 °C mulai dari rentang 20 – 50 °C. Persamaan hasil analisis regresi dimasukkan dalam pemrograman sebagai faktor koreksi pengukuran sensor.

Sistem kendali diuji pada kumbung jamur dengan dimensi 400 × 200 × 200 cm pada tiga tahap pengujian yang berbeda. Tahap 1 dilakukan dengan pengukuran temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tanpa pengendalian selama 3 hari, tahap 2 dilakukan dengan aplikasi pengendalian temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tanpa diberikan beban jamur tiram selama 3 hari, dan tahap 3 dilakukan dengan aplikasi pengendalian dalam kumbung jamur yang berisi jamur tiram sebanyak 600 *baglog* selama 7 hari. Jumlah 600 *baglog* pada kumbung jamur membuat kumbung jamur terisi 85% dari total potensi jamur yang dapat diletakkan di dalamnya. Data disimpan pada SD card untuk analisis. Data hasil pengukuran disimpan pada SD card berformat *.txt, dengan interval penyimpanan data 10 menit. Data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dalam bentuk grafik dan tabel dengan interval data tiap jam. Sistem kendali bekerja dengan mengaktifkan *exhaust fan* dan nozzle melakukan pengkabutan air saat suhu

berada di atas setting point. Saat kelembaban berada di bawah setting point, maka sistem kendali menyalakan lampu pijar dan nozzle melakukan pengkabutan air hingga berada pada *setting point*. Dalam hal ini, pompa pengabut berfungsi untuk menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban pada kumbung jamur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Sistem Kendali

Hasil utama dari rancang bangun sistem kendali dalam penelitian ini adalah berupa alat kendali (Gambar 2) yang terdiri dari mikrokontroler (Arduino Mega 2560 dengan kapasitas memori flash 2560 Kb), sensor temperatur dan kelembaban (DHT22), penampil data (LCD), *data logger* (SD card module dan RTC) serta *relay module*. Alat kendali ini merupakan *mainboard* yang berfungsi sebagai pusat kendali aktuatur dalam sistem kendali.

Mikrokontroler merupakan otak pada pusat kendali yang berfungsi untuk mengendalikan seluruh komponen yang telah dirangkai. Pada umumnya, mikrokontroler bekerja pada rentang tegangan kerja 5 – 12 volt. Namun dalam penelitian ini ditambahkan *power bank* 5000 mAh 5 volt sebagai daya cadangan apabila terjadi pemadaman listrik. Penambahan *power bank* tidak menyebabkan permasalahan pada rangkaian walaupun tegangan *power bank* hanya 5 volt karena mikrokontroler dapat bekerja pada tegangan 5 volt.

Sensor DHT22 berfungsi untuk mengukur besaran temperatur dan kelembaban. Dalam penelitian ini digunakan tiga sensor yang diletakkan dalam kumbung

jamur pada titik yang berbeda yang dianggap mewakili keadaan dalam kumbung jamur serta satu sensor yang diletakkan di luar kumbung jamur sebagai data pembandingan antara keadaan di dalam dan di luar kumbung jamur. Dalam perangkaiannya, sensor DHT22 dihubungkan dengan kapasitor 33µF sebagai penstabil karena menggunakan kabel 7 meter sebagai konektor antara sensor dan mikrokontroler.

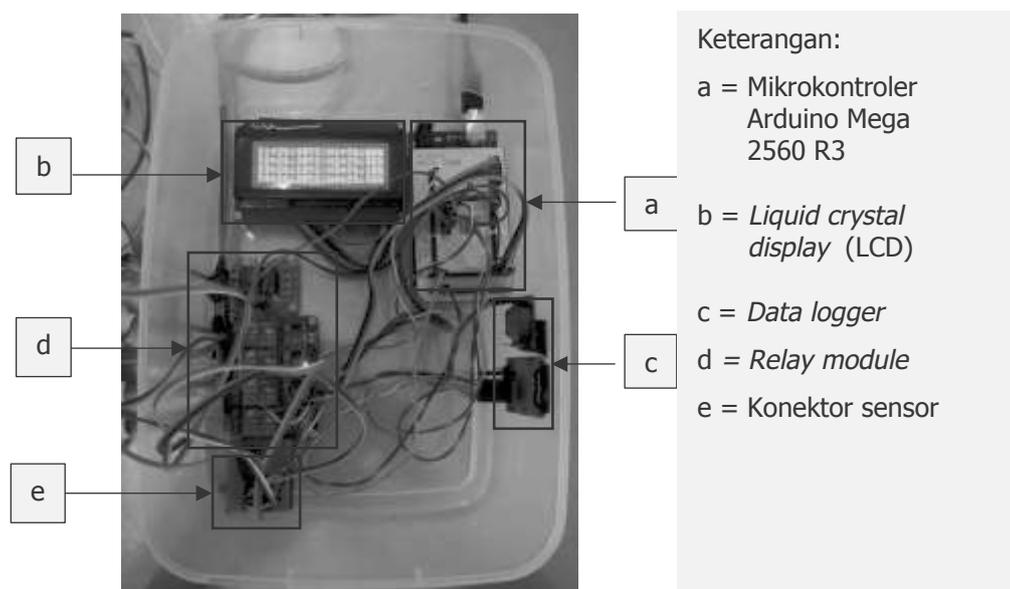
Liquid Crystal Display (LCD) yang digunakan dalam penelitian ini adalah LCD tipe alfanumerik ukuran 20 × 4 yang berfungsi untuk menampilkan data temperatur dan kelembaban. Data yang ditampilkan oleh LCD merupakan data *real time* hasil pengolahan mikrokontroler. Penampilan data ini berguna untuk mengetahui keadaan temperatur dan kelembaban di dalam dan di luar kumbung jamur secara *real time* oleh operator.

Data logger merupakan rangkaian yang terdiri dari SD card module yang berfungsi sebagai penyimpan data dan RTC sebagai pencacah waktu. RTC yang digunakan dalam penelitian ini merupakan RTC tipe DS1307 dengan daya cadangan berupa baterai CR2032 bertegangan 3 volt. Sedangkan SD card yang digunakan sebagai memori penyimpanan menggunakan SD card dengan kapasitas 2 GB.

Relay module yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 5 relay dalam 2 modul terpisah. Penggunaan *relay module* berfungsi untuk mengendalikan aktuatur berupa *exhaust fan*, pompa air, dan lampu pijar.

Hasil Kalibrasi Alat Kendali

Kalibrasi yang dilakukan bertujuan untuk verifikasi dasar dalam proses pengukuran oleh sensor. Kalibrasi



Gambar 2. Alat kendali otomatis

Tabel 1. Hubungan termometer dengan sensor temperatur dalam nilai korelasi.

| Sensor temperatur | Koefisien korelasi (r) | Persamaan regresi |
|-------------------|------------------------|------------------------|
| Sensor 1 | 0,99 | $y = 0,9957x + 0,0848$ |
| Sensor 2 | 0,99 | $y = 1,013x - 0,44$ |
| Sensor 3 | 0,99 | $y = 0,9896x + 0,5701$ |
| Sensor 4 | 0,99 | $y = 0,9839x + 0,5841$ |

Tabel 2. Hubungan termohygro meter dengan sensor kelembaban dalam nilai korelasi

| Sensor kelembaban | Koefisien korelasi (r) | Persamaan regresi |
|-------------------|------------------------|------------------------|
| Sensor 1 | 0,99 | $y = 1,0482x - 0,9149$ |
| Sensor 2 | 0,98 | $y = 0,8781x + 9,2349$ |
| Sensor 3 | 0,99 | $y = 1,009x + 2,4926$ |
| Sensor 4 | 0,99 | $y = 0,938x + 3,8886$ |

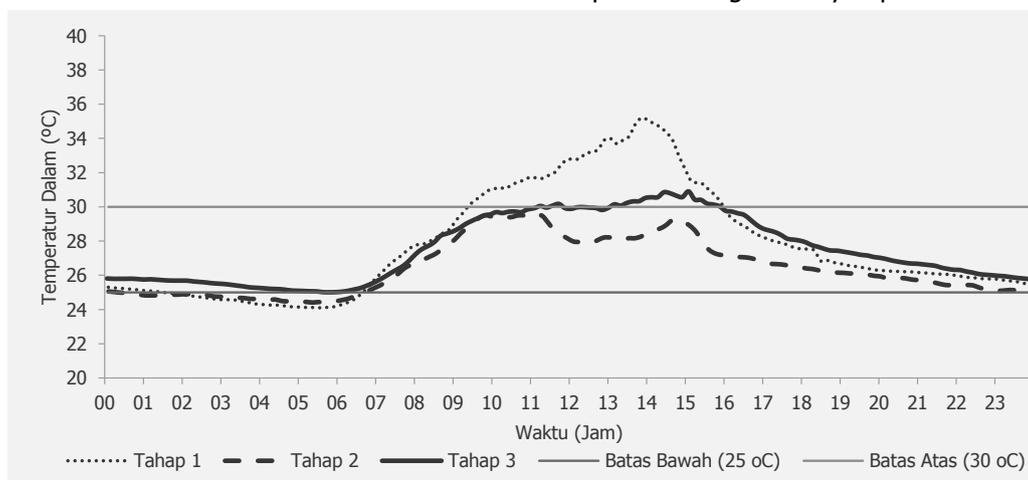
dilakukan dengan membandingkan sensor DHT22 pada alat kendali dengan kalibrator. Data rerata tiga ulangan masing-masing sensor DHT22 dari alat kendali dibandingkan dengan hasil rerata dari kalibrator. Hasil yang didapatkan dari perbandingan sensor DHT22 dan kalibrator berupa nilai koefisien korelasi (r) dan persamaan regresi yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2. Dari nilai koefisien korelasi alat kendali menunjukkan hasil yang baik karena nilai koefisien korelasi masing-masing sensor rata-rata sebesar 99% untuk temperatur dan 98% untuk kelembaban.

Hasil Uji Kinerja Sistem Kendali

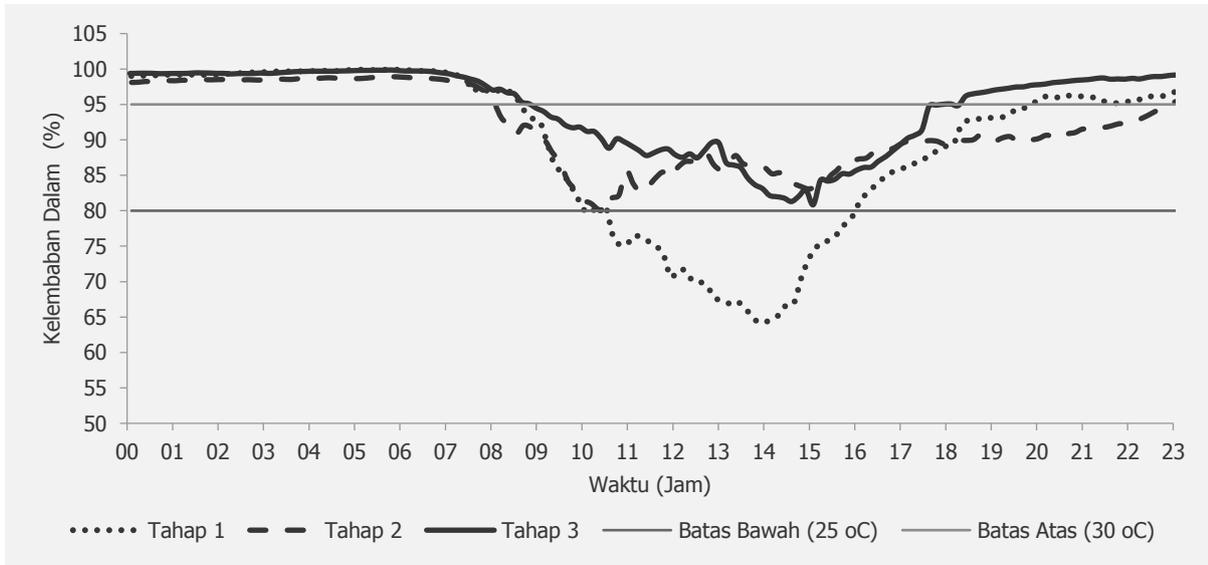
Hasil uji kinerja pada tiga tahap yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan sebaran temperatur dan kelembaban udara dalam kumbung jamur.

Perbandingan ketiga tahap (Gambar 3 dan Gambar 4) menunjukkan bahwa aplikasi sistem kendali dalam kumbung jamur memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap temperatur dan kelembaban udara dalam kumbung jamur sesuai dengan *setpoint*. Dari kedua gambar tampak bahwa tanpa implementasi sistem kendali, temperatur dalam kumbung dapat melampaui maksimum temperatur yang diinginkan demikian pula kelembaban udara dapat berada di bawah kondisi kelembaban udara yang optimum untuk pertumbuhan jamur.

Gambar 3 dan Gambar 4 juga menunjukkan perbandingan riwayat perubahan temperatur dan kelembaban udara antara tahap 1, tahap 2, dan tahap 3. Dari profil riwayat temperatur dan kelembaban udara tampak adanya fluktuasi temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur yang mengikuti fluktuasi temperatur luar (25 – 33 °C) dan kelembaban lingkungan luar (35 – 80%). Jika dibandingkan dengan tanpa pengendalian (tahap 1), profil riwayat temperatur dan kelembaban udara secara umum menampilkan konsistensi rentang dalam *set points*. Hasil ini membuktikan bahwa sistem kendali yang diimplementasikan dalam kumbung jamur dapat bekerja sesuai dengan desain penelitian. Namun demikian diperoleh informasi bahwa pada pengujian sistem kendali dalam kumbung jamur yang telah diisi jamur tiram (tahap 3, pengujian dengan beban) menunjukkan adanya lonjakan temperatur di luar *setpoint*. Lonjakan temperatur di atas batas atas *setpoint* pada pukul 13.00 – 16.00 akibat dari intensitas cahaya matahari (± 65000 lux) dan suhu yang tinggi (33 °C) ditambah dengan panas hasil respirasi dari jamur yang dibudidayakan yang menyebabkan tingginya temperatur di dalam kumbung. Upaya penurunan suhu dilakukan dengan penggunaan *inhaust fan* dan *exhaust fan*. Di samping itu, penurunan temperatur dengan menyemprotkan air dalam kumbung



Gambar 3. Perbandingan temperatur pada tiga tahap uji kinerja



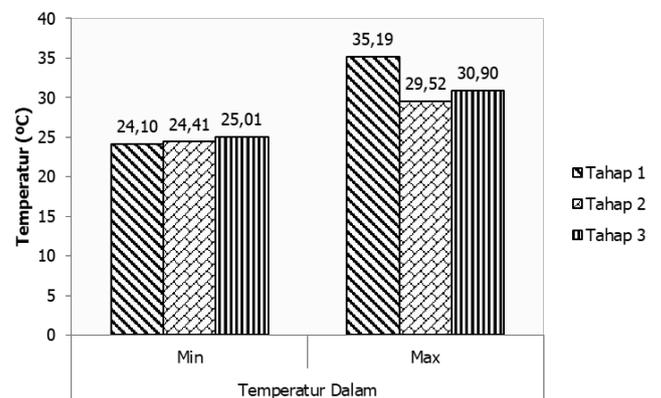
Gambar 4. Perbandingan kelembaban pada tiga tahap uji kinerja.

juga belum mampu menurunkan temperatur pada batas maksimum yang diinginkan. Meskipun demikian, hasil pengamatan menunjukkan, lonjakan temperatur di atas batas atas masih dapat ditoleransi karena jamur tiram masih dapat tumbuh pada temperatur dengan baik.

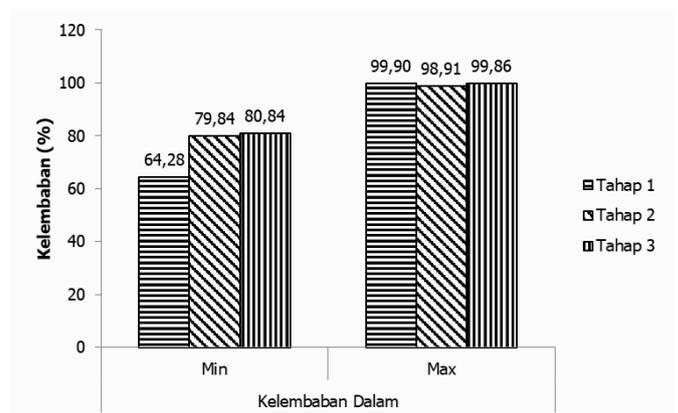
Hasil pengujian sistem kendali dalam kumbung jamur menunjukkan adanya lonjakan kelembaban yang terjadi di luar *setpoint*. Fokus utama pengendalian kelembaban adalah untuk mengendalikan jika kelembaban terlalu rendah di dalam kumbung jamur. Kelembaban di bawah 80% yang terjadi dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan kekeringan pada *baglog* jamur yang akan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan jamur tiram sehingga produktivitas akan menurun (Widyastuti dan Tjokrokusumo, 2008).

Keberhasilan sebuah sistem kendali dapat dilihat dari keseimbangan dan kestabilan sebuah sistem untuk mengendalikan lingkungan berdasarkan *setpoint*. Kedekatan nilai sebuah pengendalian terhadap *setpoint* merupakan salah satu keberhasilan sebuah sistem. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem kendali temperatur dalam kumbung jamur. Indikator perancangan adalah sistem kendali mampu menjaga agar temperatur di dalam kumbung berada pada kisaran 28 - 30 °C, dan kelembaban tidak berada di bawah 80%. Dari hasil analisis anova satu arah antara tahap 1 (tanpa pengendalian) dengan tahap 3 (menggunakan pengendalian otomatis) terhadap suhu, diperoleh data nilai $p < 0,05$ yaitu 0,016. Hasil anova satu arah terhadap faktor kelembaban yang dihitung saat aktuator bekerja dari pukul 09.00 - 16.00, diperoleh nilai $p < 0,05$ yaitu 0,0008. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem kendali berdampak pada perubahan

suhu dan kelembaban di dalam kumbung. Perbandingan temperatur minimum dan maksimum serta kelembaban



Gambar 5. Temperatur minimum dan maksimum harian dalam kumbung jamur



Gambar 6. Kelembaban minimum dan maksimum harian dalam kumbung jamur

minimum dan maksimum harian dalam kumbung jamur ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem kendali temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tiram dapat bekerja dalam mengendalikan temperatur dan kelembaban berdasarkan perubahan nilai temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur. Hal ini dibuktikan dengan data rentang temperatur dan kelembaban harian tanpa pengendalian yaitu sebesar 24,10 – 35,19 °C dan 64,28 – 99,90%. Sistem kendali juga mampu menjaga kelengasan tidak turun di bawah 80%. Data rentang temperatur harian dengan pengendalian yaitu sebesar 25,10 – 30,09 °C dan sistem kendali mampu menjaga kelembaban tidak turun di bawah 80%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisum, Bintoro, N., & Geonadi, S. (2016). Analisis distribusi suhu dan kelembaban udara dalam rumah jamur (kumbung) menggunakan computation fluid dynamics (CFD). *Agritech* (36), 64 – 70.
- Daryani, S. (1999). *Pertumbuhan Jamur Kuping (Auricularia auriculae) dan Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus) dalam Rumah Tanaman Dengan Suhu Terkendali*. Institut Pertanian Bogor, Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.
- Ginting, A. R., Herlina, N., & Tyasmoro, S. Y. (2013). Studi pertumbuhan dan produksi jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) pada media tumbuh gergaji kayu sengon dan bagas tebu. *Jurnal Produksi Tanaman*(1), 17 – 24.
- Higuitta, M. E., & Cordova, H. (2013). Perancangan sistem pengendalian suhu kumbung jamur dengan logika fuzzy. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*(1), 1 – 6.
- Juworo, R., Lutfi, M., & Hermanto, M. B. (2013). Rancang bangun dan tata letak instrumen terkendali pada pembudidayaan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*(1), 10 – 18.
- Karsid, Aziz, R., & Apriyanto, H. (2015). Aplikasi kontrol otomatis suhu dan kelembaban untuk peningkatan produktivitas budidaya jamur merang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*(3), 86 – 88.
- Oei, P., & Nieuwenhuijzen, B. v. (2005). *Agrobook 40: Small-scale Mushroom Cultivation Oyster, Shiitake and Wood ear Mushrooms*. Wageningen: Agromisa.
- Suharjo, E. (2015). *Budidaya Jamur Tiram Media Kardus*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Suryani, & Hermawanda, A. (2014). Rekayasa kumbung budidaya jamur tiram di Kabupaten Mesuji Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Inovasi Teknologi Pertanian*, (hal. Hal. 211-217). Bandarlampung. Dipetik Oktober 23, 2014
- Suryani, & Hermawanda, A. (2014). Rekayasa kumbung jamur budidaya jamur tiram di kabupaten mesuji Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Inovasi Teknologi Pertanian*, (hal. 211 - 217). Bandarlampung. Dipetik Oktober 23, 2014
- Telaumbanua, M., Purwanto, B., & Sutiarmo, L. (2014). Rancang bangun aktuator pengendali iklim mikro di dalam greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica rapa var. parachinensis* L.). *Agritech* (34), 213 – 222.
- Widyastuti, N., & Tjokrokusumo, D. (2008). Aspek lingkungan sebagai faktor penentu keberhasilan budidaya jamur tiram (*Pleurotus* sp). *Jurnal Teknologi Lingkungan*(9), 287 – 293.