



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN: 2085-2614; e ISSN : 2528-2654
Journal homepage: <https://jurnal.usk.ac.id/RTP>



Rancang Bangun *Smart Steamer* untuk Monitoring Alat Sterilisasi Baglog Jamur Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Anri Kurniawan^{1*}, M Muhibbuddin², Dede Setiadi¹

¹Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, Indonesia.

²Magister Agronomi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, Indonesia.

*E-mail: a.kurniawan@unupurwokerto.ac.id

Abstrak

Jamur adalah organisme yang termasuk ke dalam fungi yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan terutama untuk pangan yang populer dengan potensi bisnis yang menjanjikan. Proses sterilisasi baglog merupakan faktor paling penting dalam budidaya jamur, harus dilakukan pengukusan pada suhu 120°C selama 5-8 jam. Monitoring suhu dapat dilakukan menggunakan *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan dilakukan dari jarak jauh dengan nilai yang presisi. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat pengukus dalam proses sterilisasi dengan kapasitas 700 baglog, membuat sistem monitoring suhu yang dapat diakses melalui *smartphone*, dan menguji coba pada proses sterilisasi baglog. Metode penelitian menggunakan rancang bangun terdiri dari tahapan perancangan *steamer* pengukus baglog jamur, perancangan sistem monitoring suhu, uji *error* (%), uji peningkatan suhu, pengumpulan dan analisis data. *Smart steamer* merupakan alat sterilisasi baglog jamur pada suhu 100°C dan dioptimalkan pada suhu 120°C. Kapasitas *steamer* 700 baglog dengan dimensi 100 x 60 x 110 cm dengan pembakaran gas LPG 3 kg yang menghabiskan 5 buah selama proses pengukusan. Sistem monitoring terdiri dari sensor suhu *termokopel type K*, Mikrokontroler ESP32, LCD I2C yang terhubung ke aplikasi *blynk* melalui *Internet of Things* (IoT). Proses sterilisasi pada jam pertama suhu 30°C dan meningkat tiap jamnya menjadi 75°C, 90°C, 105°C dan 120°C di jam kelima dengan rata-rata daya 12,78 kW dan dipertahankan sampai jam 8 hingga 8.00 kW. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan *steamer* dapat memaksimalkan proses sterilisasi baglog yang biasanya hanya 300 menjadi 700 baglog. Selain itu suhu boiler dapat dimaksimalkan pada suhu 120°C secara optimal dalam memastikan baglog dalam keadaan steril.

Kata Kunci: Baglog, IoT, jamur, *smart steamer*.

Design of Smart Steamer for Monitoring Mushroom Baglog Sterilizer Based on Internet of Things (IoT)

Anri Kurniawan^{1*}, M Muhibbuddin², Dede Setiadi¹

¹ Department of Agricultural and Biosystem Engineering, Nahdlatul Ulama University, Purwokerto, Indonesia

²Departement of Agronomi, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia

*E-mail: a.kurniawan@unupurwokerto.ac.id

Abstract

Mushrooms are fungi with significant economic value, particularly as a popular food commodity with promising business potential. The sterilization of baglogs is the most crucial step in mushroom cultivation, requiring steaming at a temperature of 120°C for 5–8 hours. Temperature monitoring can be implemented using the Internet of Things (IoT), allowing remote observation with high precision. This study aims to design a steaming device for the sterilization process with a capacity of 700 baglogs, develop a temperature monitoring system accessible via smartphone, and conduct trials on baglog sterilization. The research method employed is a design-based approach, comprising the development of a mushroom baglog steamer, the design of a temperature monitoring system, error testing (in percentage), temperature rise testing, and data collection and analysis. The smart steamer is a sterilization tool that operates at a temperature of 100°C and is optimized to reach 120°C. The steamer has a capacity of 700 baglogs, with dimensions of 100 × 60 × 110 cm, and uses five 3-kg LPG gas cylinders during the steaming process. The monitoring system consists of a K-type thermocouple sensor, an ESP32 microcontroller, and an I2C LCD, all connected to the Blynk application via the IoT platform. During the sterilization process, the temperature begins at 30°C in the first hour and increases each hour to 75°C, 90°C, 105°C, and finally reaches 120°C in the fifth hour, with an average power consumption of 12.78 kW, maintained until the eighth hour at 8.00 kW. Based on the results, it is concluded that the use of the smart steamer significantly improves the sterilization capacity from 300 to 700 baglogs. Additionally, the boiler temperature can be effectively optimized to 120°C, ensuring the baglogs are thoroughly sterilized.

Keywords: Baglog, IoT, mushroom, smart steamer.

PENDAHULUAN

Jamur adalah organisme yang termasuk ke dalam fungi yang memiliki nilai ekonomi yang signifikan terutama untuk pangan yang populer dengan potensi bisnis yang menjanjikan. Berbagai macam jamur yang sering ditemui dan dibudidayakan secara intensif diantaranya jamur tiram cokelat (*Pleurotus pulmonarius*), jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), jamur kuping (*Auricularia auricula*), jamur merang (*Volvariella volvacea*) dan jamur kancing (*Agaricus bisporus*). Jamur kaya akan komposisi gizi yang tinggi seperti protein, vitamin dan serat yang bermanfaat untuk kesehatan (Kurniawan, Lestari, *et al.*, 2024).

Budidaya jamur memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan budidaya tanaman, seperti tidak membutuhkan lahan yang luas, dapat dilakukan dengan berbagai skala dan tidak tergantung pada musim sehingga bisa panen sepanjang tahun. Jamur tiram

putih merupakan jamur paling populer mengingat jumlah kebutuhan akan jenis jamur ini sangat tinggi yaitu sekitar 47.753 ton pada tahun 2020 (Yusianto, 2020). Kebutuhan akan jamur biasanya diperuntukkan untuk usaha jamur *crispy*, pasar, hotel, dan *restaurant* yang tingkat permintaan cukup tinggi.

Pada budidaya jamur, media tanam adalah bahan dasar tempat jamur tumbuh dan berkembang. Media tanam ini menyediakan nutrisi yang dibutuhkan jamur untuk menghasilkan tubuh buah yang lezat dan berkualitas tinggi. Media tanam yang paling populer digunakan pada budidaya jamur adalah *baglog* (Sakinah Ismail & Masek, 2021). *Baglog* merupakan substrat buatan yang dikemas dalam kantong plastik berbentuk silinder. Komposisi substrat *baglog* umumnya terdiri dari bahan seperti serbuk kayu atau serbuk gergaji, ditambah dengan sumber nutrisi seperti dedak atau bekatul (Mulyanto *et al.*, 2024). Pembuatan *baglog* menggunakan plastik *polypropylene* (PP) agar memudahkan pengangkutan dan proses sterilisasi.

Proses daya tumbuh jamur terdapat beberapa tahapan yang penting, proses awal setelah pembuatan *baglog* adalah proses sterilisasi *baglog*. Sterilisasi bertujuan untuk mengeliminasi mikroorganisme kontaminasi yang dapat mengganggu pertumbuhan *miselium* jamur tiram. Proses sterilisasi menggunakan alat pengukus (*steamer*) *baglog* penting untuk menjaga kualitas media tanam jamur dengan suhu optimal 120⁰C selama 5-8 jam. Namun, banyak petani jamur yang masih menggunakan pengukusan konvensional yang kurang efisien dan memiliki kendala dalam mengontrol suhu serta kelembaban. Hal ini menyebabkan sterilisasi tidak optimal adalah suhu kurang dari 100⁰C yang meningkatkan risiko kontaminasi *baglog* sebelum proses inokulasi dan inkubasi (Kusumaningrum & Ananda, 2021).

Seiring berjalannya waktu muncul beberapa teknologi dalam sterilisasi jamur, mesin *steamer* *baglog* untuk sterilisasi jamur dengan kapasitas yang besar. Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring suhu pengukusan dapat dimanfaatkan untuk menjaga kualitas *baglog* agar meningkatkan produksi jamur. *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep integrasi antara perangkat fisik seperti sensor untuk bertukar data yang terhubung melalui jaringan internet. IoT dapat diterapkan dalam monitoring suhu selama 4-6 jam dapat diakses melalui internet secara *real-time* menggunakan *smartphone* (Wibowo & Prasetya, 2021). Sensor suhu yang dapat diimplementasikan pada suhu adalah termokopel tipe K yang bisa membaca -200⁰C hingga 1.260⁰C yang tidak bisa digunakan oleh sensor lain seperti DHT11 ataupun DHT22 (Aini *et al.*, 2024)

Berdasarkan beberapa sumber pada penelitian sebelumnya yang dilakukan penelitian seperti pada jamur putih (Kaidi *et al.*, 2019), (Singh *et al.*, 2020) dan (Azman *et al.*, 2023). Teknologi IoT yang diaplikasikan untuk monitoring suhu (Kurniawan *et al.*, 2021), (Lestari *et al.*, 2024) dan (Patil *et al.*, 2024). Teknologi IoT juga diaplikasi pada mesin pengukus (Kusumaningrum & Ananda, 2021), (Fauziyah *et al.*, 2022), dan (Surya & Mukhaiyar, 2023). Monitoring suhu pada alat sterilisasi sudah diimplementasikan ke Masyarakat seperti pada *baglog* jamur tiram (Kurniawan, Farisi, *et al.*, 2024). Berdasarkan referensi di atas sehingga monitoring suhu pada alat sterilisasi *baglog* dapat dilakukan dengan pemanfaatan *internet of things* (IoT). Modifikasi *steamer* yang terkoneksi ke internet diharapkan mampu mendapatkan nilai suhu yang lebih akurat pada proses sterilisasi sehingga membuat lebih efisien dan efektif. Proses sterilisasi yang efisien dalam penggunaan gas menghemat dalam proses budidaya jamur secara keseluruhan.

Tujuan penelitian ini adalah 1). Merancang alat pengukus dalam proses *sterilisasi* dengan kapasitas 700 *baglog*. 2). Membuat sistem monitoring suhu pada alat pengukus *baglog smart steamer* yang dapat diakses melalui *smartphone*. 3) Menguji coba *performance smart steamer* pada proses sterilisasi *baglog*.

METODE PENELITIAN

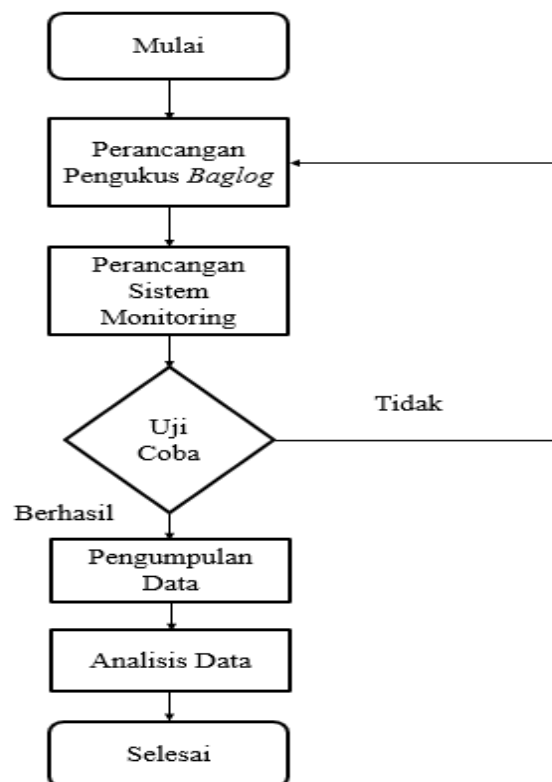
Alat dan Bahan

Bahan penelitian terdiri dari 700 *baglog* jamur yang sebelumnya sudah dilakukan percetakan dengan plastik PP. Selain itu gas LPG ukuran 3 Kg sebagai bahan bakar pada tungku serta air untuk *boiler* kapasitas 200 liter.

Peralatan yang digunakan adalah pengukus jamur yang terdiri dari *boiler*, dan tungku gas. Peralatan elektronik terdiri dari sensor suhu termokopel, mikrokontroler ESP32, LCD I2C dan Power Supply tersambung ke USB type B ke adaptor yang terhubung ke sumber listrik. Adapun alat ukur yang digunakan termometer oven, *hygrometer* dan *timer*. Sedangkan *software* yang digunakan adalah aplikasi *coding* Arduino IDE dan aplikasi pengaya *Blynk IoT* dengan peralatan tambahan Laptop Lenovo LOQ.

Tahapan Penelitian

Proses tahapan penelitian terdiri dari perancangan pengukus *baglog*, perancangan sistem monitoring suhu, uji coba, pengambilan data dan analisis data.

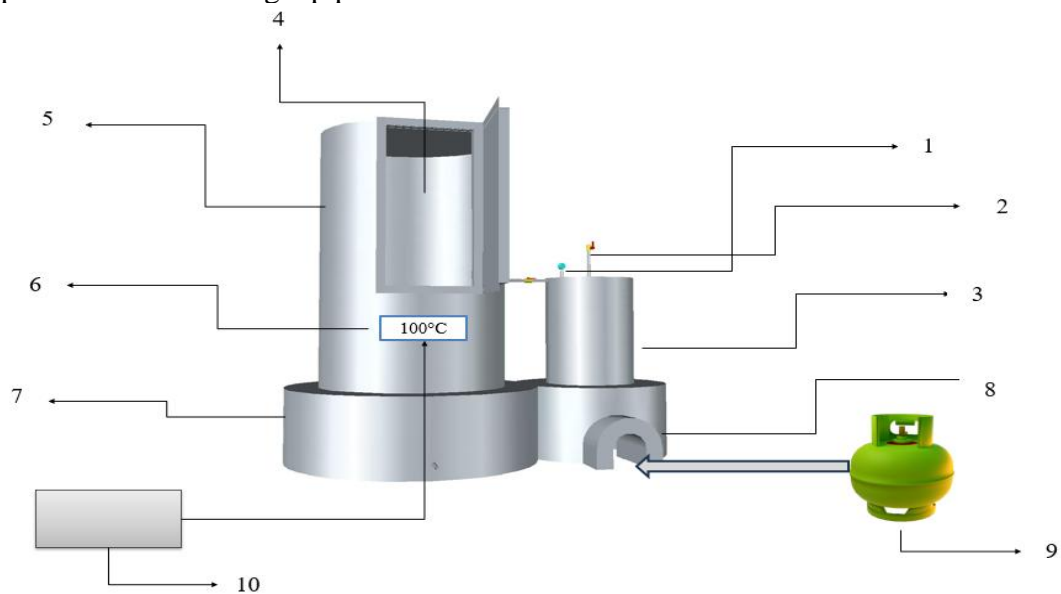


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perancangan Pengukus *Baglog*

Proses perancangan terdiri dari 3 tahapan, oven pengukus, *boiler* pengukus dan tungku untuk pembakaran dengan ukuran tinggi 174 cm dan diameter 108 cm yang dilengkapi 4 rak bertingkat. *Boiler* memiliki kapasitas 700 *baglog* dengan ukuran tinggi 89 cm dan diameter 57cm dengan kapasitas air 200 liter. Tungku pembakaran *boiler*

menggunakan gas LPG ukuran 3 Kg (Zhang *et al.*, 2022). Komponen pengukus *baglog* dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 2.

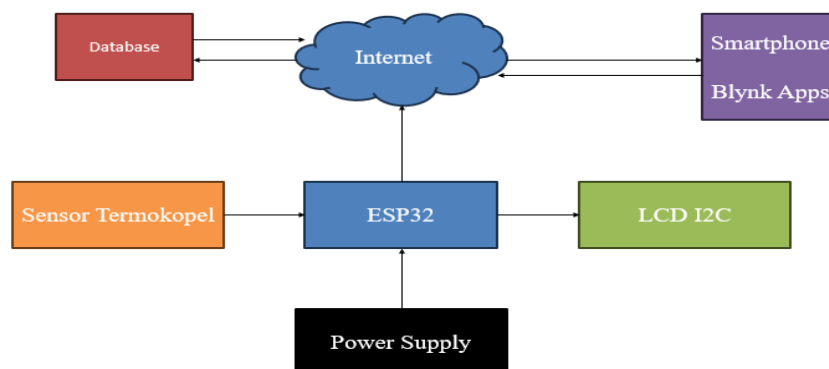


Keterangan Gambar: 1). Termometer *Boiler*, 2). *Manometer*, 3). *Boiler*, 4). Tempat *Baglog*, 5). *Steamer*, 6). Sistem Monitoring, 7). Blok *Steamer*, 8). Tungku, 9). Gas LPG, 10). *Power Supply*

Gambar 2. *Smart Steamer*

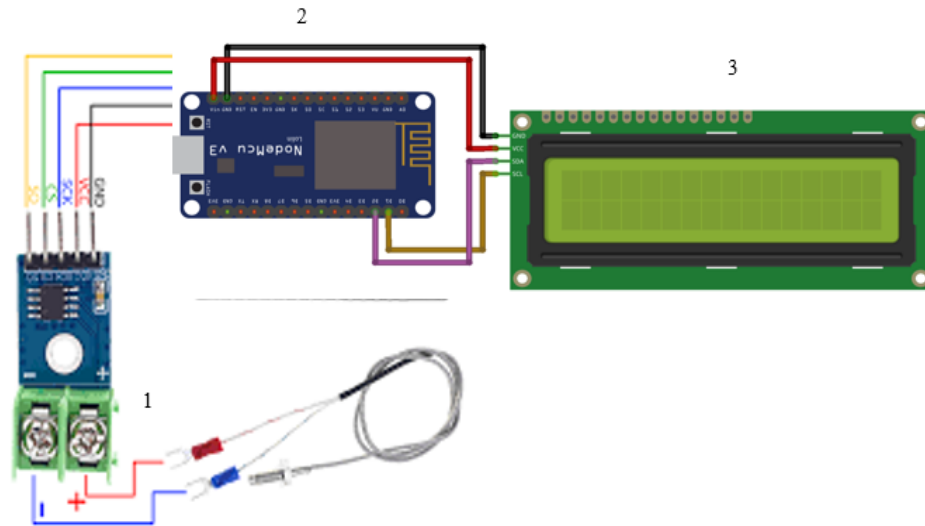
Perancangan Sistem Monitoring

Proses perancangan sistem monitoring terdiri dari sensor termokopel untuk monitoring suhu yang ada dalam *steamer*. Data suhu kemudian diolah di mikrokontroler ESP32 yang ditampilkan pada LCD I2C yang juga mengirimkan ke aplikasi *blynk* melalui jaringan internet (Soekarno *et al.*, 2024). Selain itu ESP32 menyimpan *database* data suhu pada *microSD* yang terpasang dan juga disimpan dalam *Cloud*.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

Adapun proses inisiasi dilakukan menggunakan *Arduino IDE* yang terdiri dari sensor termokopel, ESP32, LCD I2C yang ditransfer ke *blynk* dalam sebuah *coding* menggunakan WIFI dari mikrokontroler.



Gambar 4. 1). Sensor Termokopel, 2). ESP32 dan 3). LCD

Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam pengukur jumlah *error* pada uji coba proses sterilisasi, juga menghitung peningkatan suhu yang terjadi pada *steamer*, dan kebutuhan gas LPG. Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel 2017 untuk menganalisis *performance* dari mesin pengukus dalam bentuk grafik. Rumus daya rata-rata yang digunakan pada *smart steamer* menggunakan rumus 1.

$$P_{rata} = \frac{E_{LPG}}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan *Prata* adalah daya rata-rata (watt), *Elpj* adalah energi total pembakaran LPJ (*Joule*) dan *t* adalah waktu pemanasan (d).

HASIL DAN PEMBAHASAN

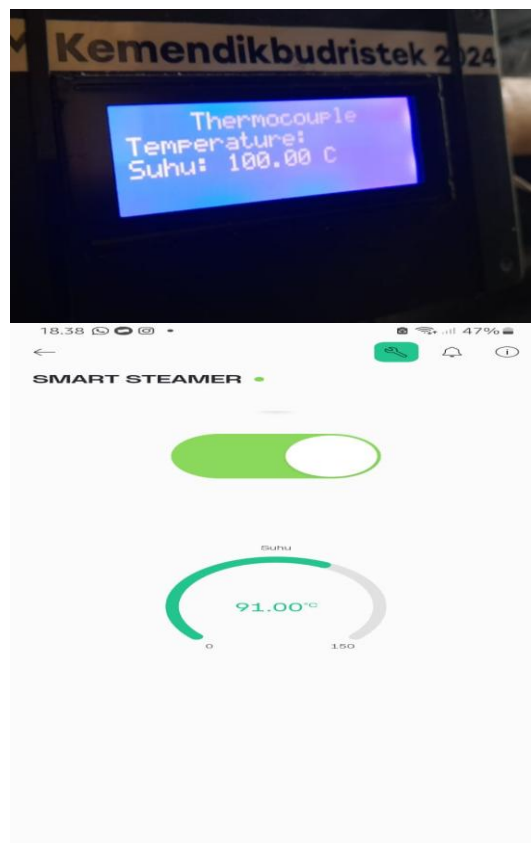
Smart Steamer adalah alat sterilisasi *baglog* jamur sebelum proses inokulasi menggunakan mesin boiler air panas untuk menjaga suhu 100°C dan dioptimalkan pada suhu 120°C. Komponen utama antara lain tungku pembakaran, *Steamer* tempat pengukus yang nantinya dialirkan ke rak *baglog*. Komponen *Smart Steamer* adalah tungku pembakaran, tong air panas (*boiler*) dan *steamer*. Spesifikasi teknis *steamer* memiliki kapasitas 700 *baglog* dengan dimensi 100 x 60 x 110 cm dengan material *stainless steel* dengan pembakar tungku dengan gas LPG 3 kg.

Alat sterilisasi *baglog* jamur yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan oleh pembudidaya jamur untuk monitoring dari jarak jauh. Pembudidaya jamur dapat mengetahui kondisi *steamer* yang bisa bekerja selama 8 jam hanya melalui *smartphone* tanpa perlu diawasi secara terus menerus.



Gambar 5. a) *Smart Steamer*, b) Sensor termokopel

Sedangkan rangkaian elektronika terdiri dari sensor suhu termokopel *type K* (*input*) dan mikrokontroler ESP32 (*Proses*) dan LCD. ESP32 akan mengirimkan data ke *blynk* yang nantinya akan ditampilkan pada *smartphone* yang dapat diakses oleh pembudidaya jamur. Tampilan pada LCD menampilkan suhu pembacaan dari sensor termokopel yang menempel di *steamer* juga dapat dilihat pada aplikasi *blynk* yang diberi nama “*Smart Steamer*”. Pada proses monitoring suhu menggunakan sensor termokopel *type K* memiliki rentan -200°C sampai dengan $+1.372^{\circ}\text{C}$ yang tahan terhadap suhu tinggi seperti pada *smart steamer* yang mencapai 120°C . Sensor ini paling tepat jika dibandingkan sensor suhu dan kelembaban DHT11 atau DHT22 yang tidak cocok untuk suhu di atas 80°C . Sensor termokopel dicolok pada bagian depan *steamer* sehingga dapat membaca suhu yang ada di dalam ruang sterilisasi *baglog* yang terhubung dengan kabel panjang ke LCD seperti pada Gambar 5 bagian b yang tandai merah.



Gambar 6. Tampilan Suhu pada LCD dan Aplikasi *Smart Steamer*

Proses selanjutnya adalah uji coba sensor termokopel apakah berjalan dengan baik atau tidak dengan dibandingkan dengan termometer oven sebagai pembanding. Termometer oven yang menempel pada alat pengukus menunjukkan suhu yang dibandingkan dengan tampilan LCD yang didapat dari nilai sensor termokopel, dilakukan sebanyak 10 kali pada suhu naik tiap 10°C. Persentase *error* yang rendah menentukan bahwa sensor termokopel dapat diimplementasikan pada *steamer baglog*.

Tabel 1. Uji Coba Sensor Termokopel

No.	Termometer oven (°C)	Sensor Termokopel (°C)	Selisih	Error (%)
1	30	29	1	0,03
2	40	39	-1	0,03
3	50	50	0	0,00
4	60	58	2	0,03
5	70	69	1	0,01
6	80	79	-1	0,01
7	90	88	2	0,02
8	100	99	1	0,01
9	110	106	-4	0,04
10	120	115	5	0,04

Proses uji coba dilakukan 1 kali dan menghasilkan data yang baik yang dihitung pada proses sterilisasi sebenarnya dan hasilkan *error* 0,01% sampai dengan 0,04%. Data tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor termokopel dapat diimplementasikan untuk proses *smart steamer*.

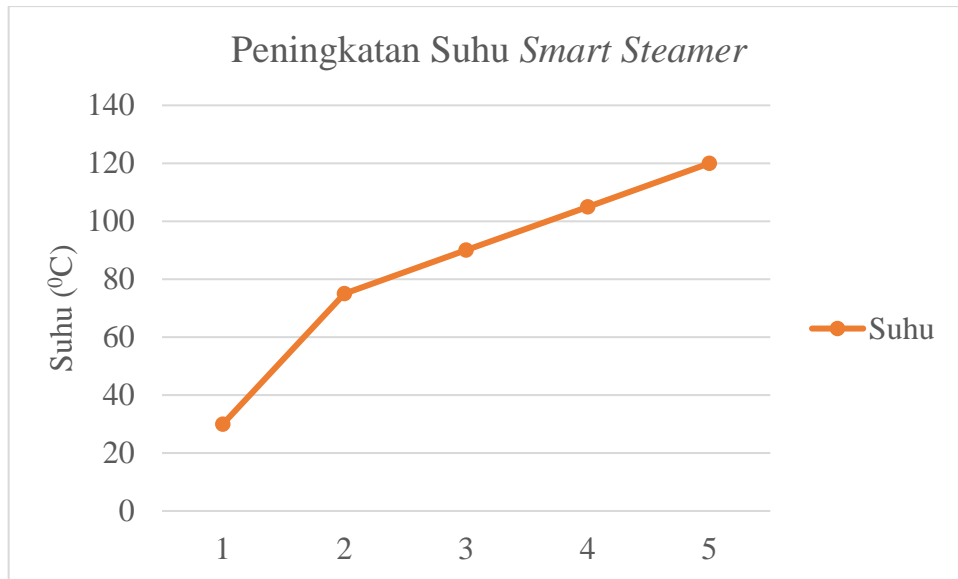
Pengujian dilakukan untuk melihat kondisi suhu yang ditampilkan pada LCD pengukus *baglog* dibandingkan dengan indikator gas LPJ yang sudah kosong. Parameter uji coba adalah kenaikan suhu (°C) dan penggunaan gas LPG 3 kg berdasarkan waktu proses sterilisasi.

Tabel 2. Uji Coba *Smart Steamer Baglog*

Jam ke	Suhu (°C)	Jumlah Gas 3 Kg
1	30	1
2	75	1
3	90	1
4	105	1
5-8	120	1
Total		5

Proses sterilisasi *baglog* pada jam pertama menghabiskan 1 buah gas LPG dengan suhu tertinggi 30°C, lalu meningkat pada jam ke 2 dengan gas LPG kedua terbaca suhu 75°C. Pada jam ke 3 kembali meningkat menjadi 90°C dan jam ke 4 mencapai 105°C dan menghabiskan 4 buah gas LPG. Proses peningkatan suhu ditingkatkan pada jam berikutnya dengan menggunakan gas LPG ke 5 dan dapat meningkat ke suhu tertinggi yaitu optimal 120°C. Kenaikan suhu sebelum mencapai 100°C dapat terjadi kenaikan 25°C, sedangkan setelah itu menurun 15°C dan akan stagnan pada suhu maksimal 120°C. Pada tekanan atmosfer normal 1 atm, air akan mendidih di 100°C menaikkan suhu uap air maksimal 105°C sehingga membutuhkan tekanan lebih. Energi yang dibutuhkan pada

proses pengukusan 700 *baglog* memiliki beban yang besar sehingga gas LPJ 3 kg tidak kuat menjaga suhu 100°C ke atas dalam waktu lama. Proses selanjutnya tidak bisa dilakukan mengingat *baglog* akan rusak jika dilakukan pengukusan terus menerus dengan suhu tidak meningkat signifikan.



Gambar. 7. Grafik Peningkatan Suhu *Smart Steamer*

Performance smart steamer yang diukur berdasarkan daya rata-rata yang dikeluarkan selama 5 jam pengukusan mendapatkan nilai 12,78 kW terus menurun hingga 8,00 kW pada jam ke delapan. Pengukusan dilakukan maksimal 120°C untuk mencegah *overheat* yang menyebabkan kerusakan material *baglog* yang terbuat dari plastik PP. Selain itu juga menyebabkan *overcook* yang dapat mempengaruhi nutrisi pada *baglog* yang dapat membunuh mikroorganisme yang dibutuhkan pada proses inokulasi. Proses teknologi IoT ini perlu pengembangan untuk kontrol otomatis agar tidak terjadi *overheat* dengan kapasitas gas LPJ lebih besar.

KESIMPULAN

Smart steamer merupakan alat sterilisasi *baglog* jamur pada suhu 100°C dan dioptimalkan pada suhu 120°C selama 5-8 jam. Kapasitas *steamer* 700 *baglog* dengan dimensi 100 x 60 x 110 cm dengan pembakaran menggunakan gas LPJ 3 kg sebanyak 5 buah. Sistem monitoring terdiri dari sensor suhu termokopel, ESP32, LCD I2C yang terhubung ke aplikasi *blynk* melalui *Internet of Things* (IoT). Proses sterilisasi pada jam pertama suhu 30°C dan meningkat tiap jamnya menjadi 75°C, 90°C, 105°C dan 120°C di jam kelima dengan rata-rata daya 12,78 kW dan dipertahankan sampai jam 8 hingga 8.00 kW. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan *steamer* dapat memaksimalkan proses sterilisasi *baglog* yang biasanya hanya 300 menjadi 700 *baglog*. Selain itu suhu *boiler* dapat dimaksimalkan pada suhu 120°C secara optimal dalam memastikan *baglog* dalam keadaan steril.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada DRTPM Kemeristekdikti tahun 2024 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, B. H. K., Samsumar, L. D., & Zaenudin. (2024). Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Pada Oven Tembakau Berbasis IoT Temperature and Humidity Monitoring System for Tobacco Oven Based on IoT. *JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND INFORMATICS ENGINEERING | COSIE*, 03(4), 184–198. <https://doi.org/https://doi.org/10.55537/cosie.v3i4.944>
- Azman, N., Habiburrohman, M., & Nugroho, E. R. (2023). Development of a Remote Straw Mushroom Cultivation System Using IoT Technologies. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, 9(3), 872–894. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v9i3.26280>
- Fauziyah, M., Adhisuwignjo, S., Permatasari, D. A., & Ibrahim, N. A. (2022). Implementation of proportional–integral control in Baglog steamer temperature control. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(5), 2555–2563. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i5.3630>
- Kaidi, Dwi Sukmayoga, T., & Yulianingsih. (2019). Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember Tahun. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian Pranata Laboratorium*, 978–602. <https://publikasi.polije.ac.id/prosiding/article/view/1752>
- Kurniawan, A., Farisi, H., & Dwi Hirma Windriyati, R. (2024). Optimalisasi Produksi Jamur Tiram di UD Agro Jamur Penolih, Kaligondang, Purbalingga. *MALLOMO: Journal of Community Service*, 5(1), 485–493. <https://doi.org/https://doi.org/10.55678/mallomo.v5i1.1697>
- Kurniawan, A., Lestari, H. A., Dwi, R., Windriyati, H., & Setiadi, D. (2024). Monitoring of Champignon (*Agaricus bisporus*) Storage Based Internet of Things (IoT) with Smartphone Android Application. *J-ABET*, 3(1), 27–40. <https://doi.org/https://jurnal.unupurwokerto.ac.id/index.php/j-abet/>
- Kurniawan, A., Ristono, A., & Sulistiadi, S. (2021). Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(4), 468. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i4.468-480>
- Kusumaningrum, N., & Ananda, R. (2021). Sterilizer Chamber Design With Telegram-Based Internet Of Things (IoT) Applications. *Compiler*, 10(2), 89–98. <https://doi.org/10.28989/compiler.v10i2.1111>
- Lestari, H. A., Kurniawan, A., & Yuwono, A. (2024). (IoT) Design of Temperature Monitoring System for Fresh Strawberries in a Refrigerator Based on Internet of Things (IoT). *Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis*, 8(2), 173–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.51852/jaa.v8i2.900>
- Mulyanto, Y., Idifitriani, F., Susanto, E. S., & Sulastris, S. (2024). Implementasi Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) pada Rumah Budidaya Jamur Tiram. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 871–878. <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i2.3404>
- Patil, A. S., Jamadar, B. N., & Kumbhar, S. R. (2024). IoT-Based Continuous Monitoring System for Steam-Turbine Cogeneration Plant in Sugar Industry. *Article in Journal of Technical Education Science*, 46(1), 233–239. <https://doi.org/http://www.isteonline.in/>
- Sakinah Ismail, F., & Masek, A. (2021). Automatic Temperature Control System for Gray Oyster Mushroom Block Steamer. *Research and Innovation in Technical and*

- Vocational and Training RITVET*, 1(2), 57–065.
<https://doi.org/10.30880/ritvet.2021.01.02.007>
- Singh, S., Anand, S., & J, S. S. (2020). Smart Mushroom Cultivation using IoT; Smart Mushroom Cultivation using IoT. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(13), 65–69. www.ijert.org
- Soekarno, S., Dwi Septian, T., Puji Lestari, N., & Nadzirah, R. (2024). Uji Kinerja Multi Seeds Smart Dryer (MSSD) Pada Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). *Rona Teknik Pertanian*, 17(2), 2024. <https://doi.org/https://doi.org/10.17969/rtp.v17i2.34808>
- Surya, A., & Mukhaiyar, R. (2023). Alat Pengatur Suhu Otomatis pada Kompor Gas Berbasis Internet of Things (IoT) dan Sensor Suhu Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 322–331. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.394>
- Wibowo, P., & Prasetya, D. A. (2021). Rancang Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (Internet of Things) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor Thermocouple. *Jurnal Teknik Elektro*, 21(02), 87–94. <https://journals.ums.ac.id/index.php/emitor/article/view/13773>
- Yusianto, R. (2020). IoT-Based Smart Agro-Industrial Technology with Spatial Analysis. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 319–328. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.319>
- Zhang, H., Qiu, M., Yu, X., Wu, Y., & Ma, Y. (2022). Application of Boiler Optimization Monitoring System Based on Embedded Internet of Things. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/9974393>