



Productivity Improvement of Oyster Mushroom Cultivation by Utilizing Temperature Control on Baglog Steamer in Industrial Farming Area

Peningkatan Produktivitas Budidaya Jamur Tiram dengan Pemanfaatan Kontrol Suhu pada *Steamer Baglog* di Daerah Pertanian Industrial

Muh Asnoer Laagu^{*1}, Vivi Nur'anini Sutimi², Gamma Aditya Rahardi³, Wahyu Muldayani⁴, Widyono Hadi⁵, Widjonarko⁶

^{1,2,3,4,5,6}Teknik Elektro, Universitas Jember, Indonesia

E-Mail: asnoer@unej.ac.id

Makalah: Diterima 03 Desember 2023; Diperbaiki 26 Januari 2024; Disetujui 07 Februari 2024
Corresponding Author: Muh Asnoer Laagu

Abstrak

Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan 2 musim yang memiliki kelebihan tanah subur sehingga menjadi faktor dalam bidang pertanian. Keanekaragaman hayati menjadi potensi besar dalam kesejahteraan manusia salah satunya yaitu budidaya ragam jenis jamur. Jamur memiliki nilai ekonomis yang tinggi namun dalam proses budidayanya masih tergolong sulit. Budidaya yang dilakukan masih menggunakan alat konvensional sehingga dalam proses produksi masih berlangsung lama dan sulit. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem kerja steamer baglog jamur hitam dengan metode fuzzy untuk mengontrol suhu. Sistem yang dibuat dengan mengatur besar kecillnya api agar segera mencapai suhu ideal yang 100°C dan mempertahankan suhu tersebut hingga mencapai waktu yang ditentukan. Penggunaan steamer baglog jamur menggunakan metode fuzzy sangat efektif dalam proses sterilisasi baglog dimana eror yang dihasilkan sebesar 0,02% tanpa terjadi overshoot dan mampu meminimalisir bahan bakar. Sehingga pertumbuhan miesselium bibit jamur menggunakan steamer baglog dengan metode fuzzy memiliki bobot lebih besar dalam waktu pertumbuhan 4 minggu yakni sebesar 1,9 ons. Implementasi dari alat ini merupakan bagian dari kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan pada kelompok petani jamur di Kab. Jember. Metode konvensional menunjukkan kegagalan pertumbuhan akibat proses sterilisasi yang tidak sempurna, sedangkan dengan sistem otomatisasi didapatkan hasil pertumbuhan yang sangat baik.

Keyword: Pertanian industrial, baglog jamur, steamer, metode fuzzy, kontrol suhu

Abstract

Indonesia is a tropical country with two seasons, which has an excess of fertile soil, so it becomes a factor in agriculture. Biodiversity has excellent potential for human welfare, including the cultivation of various types of mushrooms. Mushrooms have high economic value, but the cultivation process is still relatively complicated. Cultivation is still carried out using conventional tools, so the production process is still long and challenging. This study aims to build a black mushroom baglog steamer working system with a fuzzy method to control temperature. A system is made by adjusting the fire's size so that it immediately reaches the ideal temperature of 100 °C and maintains that temperature until it reaches the specified time. Mushroom baglog steamers using the fuzzy method are very effective in the baglog sterilization process, where the resulting error is 0.02% without overshoot and can minimize fuel. The growth of mushroom seed mycelium using a baglog steamer with the fuzzy method has a greater weight in a 4-week growth time of 1.9 ounces. Implementing this system is part of community service activities by mushroom farmer groups in the Jember District. The conventional methods show growth failure due to imperfect sterilization processes, whereas excellent growth results are obtained with the automated system.

Keywords: Industrial agriculture, baglog mushroom, steamer, fuzzy method, temperature control

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan curah hujan yang diterima rata-rata besar dari 50mm atau dasarian (10 hari) dan suhu rata-rata mencapai 27°C. Sedangkan musim kemarau, curah hujan rata-rata kurang dari 50mm atau dasarian (10 hari) dan suhu rata-rata 36°C. Untuk suhu pada ruangan normal antara 24°C-26°C, sedangkan suhu pada ruangan dingin dibawah 20°C dan suhu pada ruangan panas diatas 30°C. Dengan faktor tersebut memiliki kelebihan yaitu tanah yang subur sehingga menjadi faktor pendukung dalam bidang pertanian, perkebunan dan keanekaragaman hayati.

Bidang pertanian dan keanekaragaman hayati merupakan kombinasi yang sangat bagus dalam menerapkan budidaya tanaman jenis jamur. Salah satu faktor penting dalam keberhasilan budidaya jenis jamur tiram adalah pada proses sterilisasi baglog jamur tiram [1]. Proses sterilisasi dilakukan pada suhu 100°C. Suhu tersebut dikatakan ideal dari segi mematikan sebagian mikroba patogen namun juga tidak mengurangi nutrisi yang ada pada media tersebut [2]. Suhu tersebut juga dipertahankan selama kurang lebih 6 sampai 8 jam untuk memastikan kematangan menyeluruh pada baglog, tetapi rata-rata khususnya para pembudidaya jamur skala kecil atau rumahan masih menggunakan alat dari drum bekas untuk mensterilisasi baglog jamur tersebut [3]. Penggunaan sistem boiler yang lebih efektif masih dikatakan belum menjangkau pembudidaya skala kecil atau rumahan oleh karena itu mereka masih menggunakan sistem konvensional tersebut yang bisa dikatakan masih kurang efektif, pengontrol suhu masih dilakukan manual dengan memutar valve regulator untuk mengatur besar kecilnya api, hanya menggunakan insting untuk mengetahui tepatnya suhu yang ada pada drum tersebut, tekanan uap yang dihasilkan jika ditutup rapat dan tidak terkontrol dapat membahayakan karena bila tekanan uap sangat tinggi dan drum tersebut tertutup rapat maka akan terjadi ledakan [4].

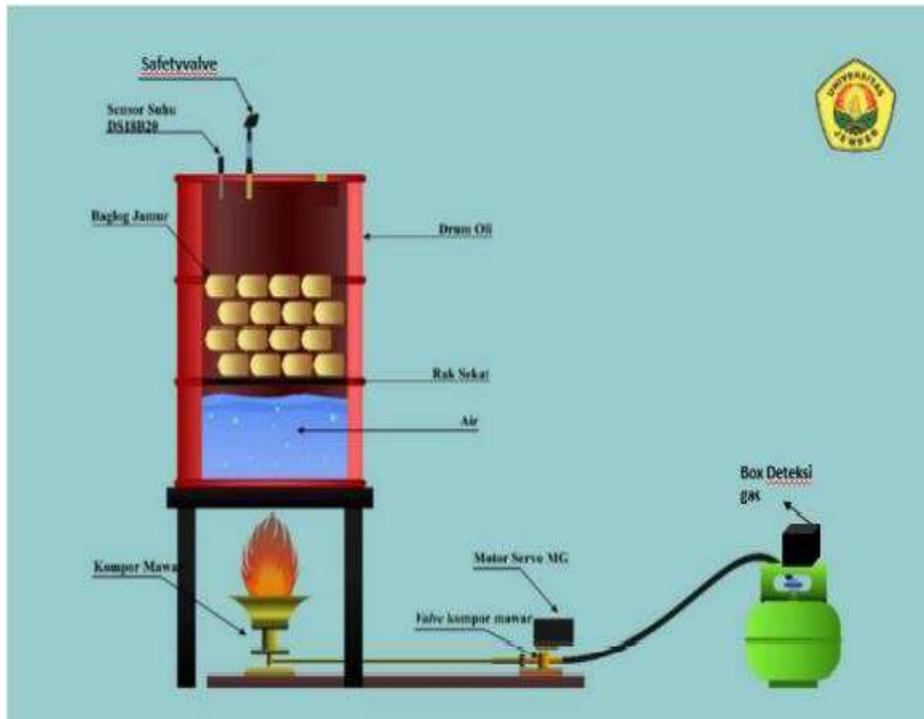
Beberapa metode sebelumnya yang telah dilakukan [5] dengan cara membangun sistem kontrol steamer baglog jamur tiram dengan metode fuzzy. Kontrol Fuzzy merupakan logika fuzzy yang mempertahankan struktur linier yang sama dari bagian proporsional, integral, dan turunan tetapi memiliki koefisien konstan serta keuntungan kontrol yang diatur sendiri, pengontrolan ini menyajikan tanggapan yang lebih baik, kesederhanaan implementasi dan penerapan yang luas, namun tidak mudah untuk menentukan nilai pengaturan yang baik dan sesuai. Logika fuzzy menambahkan penalaran manusia kedalam inferensial mekanismenya. Nantinya kestabilan suhu dan kecepatan respon sistem pada Baglog jamur tiram diatur menggunakan kontrol Fuzzy yang dapat meningkatkan lebih lanjut kinerja respon transien dan steady state. Keunggulan dalam menggunakan kontrol logika fuzzy adalah dalam merancang membership function dengan benar dan rule base. Kelebihan logika fuzzy ada pada kemampuan penalaran secara bahasa. Sehingga, dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematis yang kompleks dari objek yang dikendalikan [6].

Pembuatan alat ini melakukan pengembangan steamer konvensional dan pengembangan metode dari penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya menggunakan metode PID maka dikembangkan menggunakan metode fuzzy yang bertujuan untuk meningkatkan kestabilan dan menuju rise time dengan waktu yang lebih cepat. Penelitian ini ditujukan untuk para pembudidaya jamur tiram skala kecil atau rumahan agar dapat digunakan secara efisien dan tidak membahayakan.

Proses pelaksanaan kegiatan masyarakat ini dimulai dengan melakukan kerjasama bersama mitra pemilik kumbung jamur untuk mendapatkan hasil jamur yang lebih baik. Hasil yang diharapkan adalah para petani memperoleh hasil panen jamur yang lebih baik dilakukan pembuatan sistem kontrol yang mengatur suhu jamur. Tahapan proses kegiatan pengabdian masyarakat dimulai dengan *feasibility study* untuk memastikan bagaimana kondisi para kelompok petani jamur yang masih menggunakan proses konvensional. Setelah *feasibility study* kaku dilanjutkan dengan perancangan alat, pengujian kemudian proses implementasi alat kepada kelompok petani jamur di Kab. Jember.

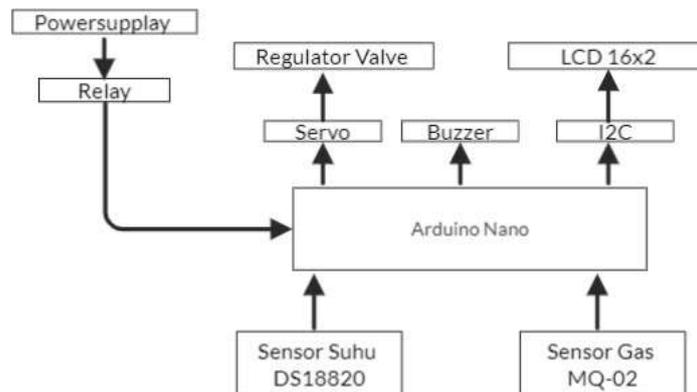
2. Metode

Metode perancangan alat ini meliputi pembuatan desain alat, perancangan sistem alat, perancangan sistem elektronika steamer jamur tiram, sistem kontrol suhu steamer dengan metode fuzzy [7]. Pembuatan alat steamer menggunakan bahan drum bekas yang dimodifikasi dengan pengendali suhu ditambahkan sebuah sensor dan aktuatur untuk membuat sistem pengendali beserta sistem deteksi kebocoran tabung gas [8].



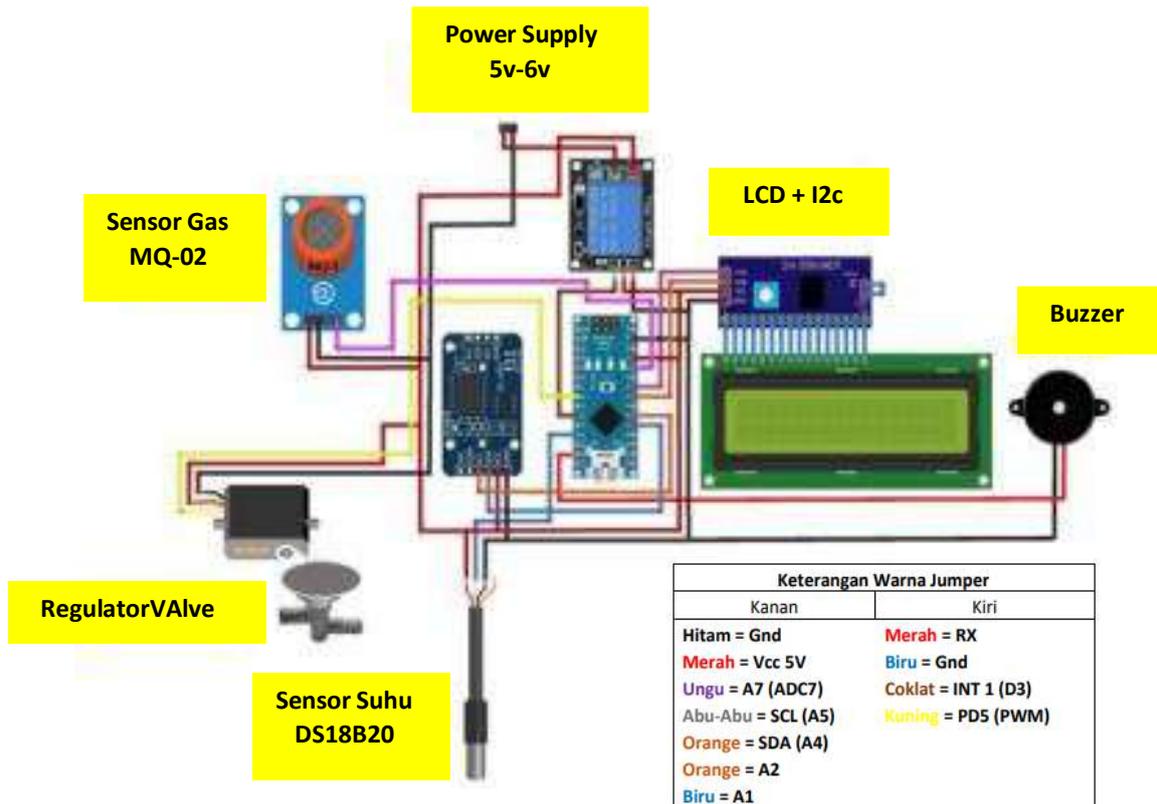
Gambar 2.1 Skematik Design Mekanikal Steamer Baglog Jamur

Untuk mengetahui sistem alur kerja dari alat steamer jamur ini dapat dilihat pada blo diagram sistem berikut ini:



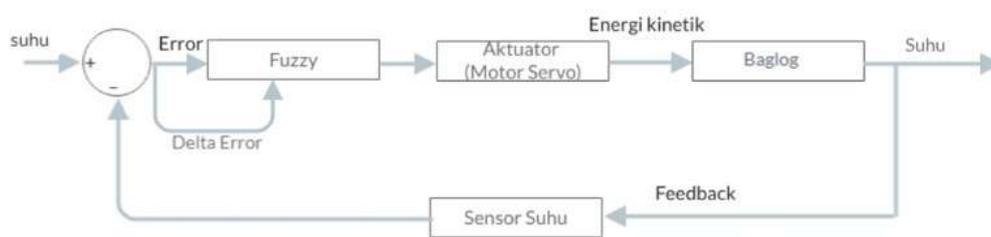
Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok diatas merupakan alur kerja sistem keseluruhan dimana terdapat input berupa sensor suhu DS18B20 dan sensor gas MQ-02, sensor-sensor tersebut akan mendeteksi kondisi berdasarkan fungsinya yang kemudian output dari sensor akan di proses pada mikrokontroller arduino nano, output dari arduino nano akan menjalankan beberapa komponen seperti aktuator motor servo, motor servo tersebut akan menggerakkan valvegulator kompor untuk mengatur besar kecilnya api dan akan terus di proses secara loop tertutup dengan feedback sensor suhu DS18B20, ouput selanjutnya berupa Buzzer, buzzer akan memeberi tanda berupa suara ketika proses sterilisasi selesai dan sauara ketika mendeteksi adanya kebocoran tabung gas, LCD 16x2 akan menampilkan kondisi suhu dan tekanan secara realtime beserta tampilan bila terjadi kebocoran tabung gas [9].



Gambar 2.3 Diagram blok system elektronika pada steamer jamur tiram

Wiring system ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler, Arduino nano dihubungkan pada berbagai komponen salah satunya komponen input meliputi sensor suhu DS18B20 waterproof dan sensor Gas MQ-02, sensor suhu DS18B20 pin data Gambar 4 Diagram Blok Sistem Elektronika Pada Steamer Jamur Tiram 33 dihubungkan dengan pin digital D9 arduino nano, sedangkan sensor Gas MQ-02 keluaran berupa analog, pin analog sensor tekanan dihubungkan pada pin A7 arduino nano dan kedua sensor ini diberi tegangan sebesar 5v oleh Arduino nano, selanjutnya komponen aktuator yang berupa motor servo MG996R servo dihubungkan pada pin digital D5 arduino nano namun sumber tegangan yang digunakan pada servo berasal dari powersupply 5V 6A, selanjutnya RTC sebagai timer pewaktu jalannya system RTC ini mempunyai beberapa pin diantaranya SDA dan SCL pin SDA dihubungkan dengan pin A1 sedangkan SC dengan pin A2 arduino nano dan terakhir adalah komponen output yang berupa LCD16x2 dan Buzzer, LCD16x2 memaki I2C untuk menghemat penggunaan pin yang adaj ika menggunakan I2C keluaran hanya berupa SCL,SDA,GND dan VCC yang artinya tidak banyak pin yang dipakai , SCL dihubungkan pada pin A5 sedangkan SDA dihubPIDungkan pada pin A4 arduino nano dan untuk Buzzer pin positive dihubungkan pada pin digital D11 arduino nano.

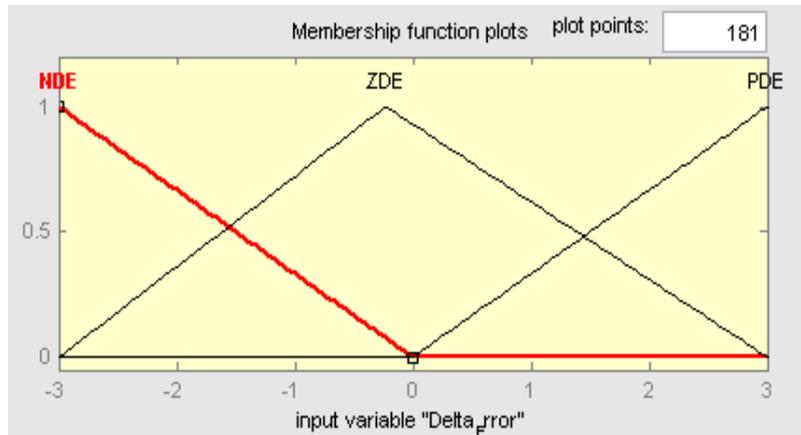


Gambar 2.4 Diagram blok system Kontrol Fuzzy suhu

Tahapan perancangan metode fuzzy pada penelitian ini meliputi pembentukan membership function. Pembentukan membership function ini terlebih dahulu ditentukan besarnya setpoint untuk membuat membership function dan pada proses perhitungan error dan delta error [10]. Untuk besarnya nilai setpoint yang digunakan yaitu 100°C dimana nilai ini merupakan suhu yang dibutuhkan pada baglog jamur. Perancangan sistem kontrol ini bertujuan untuk mengontrol suhu. Kontrol pada sistem ini berdasarkan dari error suhu dan delta error suhu.

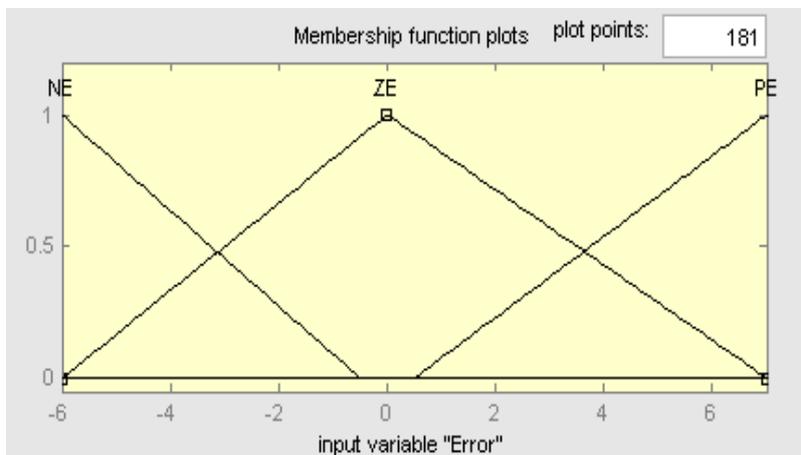
Tahap awal diinisialisasi beberapa variabel yang digunakan yaitu set point suhu (SP Suhu), Error suhu (Error) dan Delta Error suhu (dError). Setelah variable telah di inialisasikan pembacaan suhu oleh sensor bisa

dilakukan. Suhu yang terbaca digunakan untuk memperoleh nilai Error dan dError Suhu. Nilai ini digunakan untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan metode fuzzy logic. Sistem kendali yang digunakan adalah fuzzy logic control metode mamdani. Himpunan fuzzy yang digunakan untuk input dibatasi hanya tiga label yaitu Negative (EN), Zero (EZ), Positive (EP). Dan untuk output juga hanya dibatasi tiga label yaitu Pelan (NS), Sedang (ZS), Cepat (PS). Dengan menggunakan metode Centroid sebagai metode defuzzifikasi. Berikut ini adalah desain membership function untuk input dan output fuzzy [11].



Gambar 2.5 Membership Function Input Error Suhu

Penentuan input error digunakan beberapa kemungkinan yang terjadi untuk besarnya nilai error yang nantinya akan dijadikan sebagai batas terbesar dan juga batas terkecil untuk daerah batas crisp. Dari beberapa nilai error yang terjadi terdapat kemungkinan nilai error tertinggi yaitu 7 yaitu ketika sensor suhu masih membaca pada suhu ruang yakni 28°C. Sedangkan untuk kemungkinan nilai error terkecil adalah -6 ketika pembacaan sensor sebesar 106°C dengan setpoint 100°C. Untuk pemberian label pada membership function dalam input error yaitu menggunakan NE (Negatif Error), ZE (Zero Error) dan PE (Positif Error).



Gambar 2.6 Membership Function Input Delta Error Suhu

Penentuan input delta error digunakan beberapa kemungkinan yang terjadi untuk besarnya nilai delta error yang nantinya dijadikan sebagai batas terbesar dan juga batas terkecil untuk daerah batas crisp. Dari beberapa nilai delta error yang terjadi terdapat kemungkinan nilai delta error tertinggi yaitu 3, sedangkan untuk kemungkinan nilai delta error terkecil adalah -3. Untuk pemberian label pada membership function dalam input error yaitu menggunakan NDE (Negatif Delta Error), ZE (Zero Delta Error) dan PDE (Positif Delta Error).

Perancangan basis aturan fuzzy diproses menggunakan model inferensi mamdani, sedangkan untuk inferensi fuzzy yang digunakan adalah inferensi mamdani dan jenis defuzzification COA (Mean of Maximum).

Tabel 2.1. Rules Output

		Δ e		
		EN	EZ	EP
E	EN	NS	ZS	PS
	EZ	ZS	NS	NS
	EP	ZS	NS	NS

Keterangan : NS : Pelan (sudut 0-60°)

ZS : Sedang (sudut 60°-120°)

PS : Cepat (sudut 120°-200°)

3. Pembahasan dan Implementasi

Pada bagian ini akan disajikan data mengenai pembahasan hasil perancangan alat dan bagaimana implementasi alat tersebut kepada kelompok petani jamur di Kab. Jember

3.1 Pembahasan hasil perancangan alat

Data yang disajikan pada penelitian ini berupa tabel dan penjelasannya. Pengujian yang dilakukan meliputi Pengujian pembacaan suhu pada steamer baglog jamur tiram merupakan pengujian yang dimaksudkan untuk menguji kemampuan steamer dan pembacaan suhu pada steamer baglog jamur konvensional untuk melihat tingkat stabilitas suhu ketika menggunakan steamer dengan metode fuzzy. Pengujian ini dilakukan proses pemasakan baglog jamur tiram pada steamer konvensional dengan aktuator motor servo menggunakan modulasi PWM yang dihubungkan Arduino Nano yang telah ditanamkan logika fuzzy sebagai penggerak valve kompor untuk mengatur besar kecilnya api. Hal ini dilakukan agar kematangan dan sterilisasi pada baglog maksimal dan ideal. Berikut ini adalah hasil pengujian yang telah didapatkan:

Tabel 3.1. Sudut Putaran Motor Servo MG996R

Suhu	Kondisi Servo			Sudut
	<100°C	>100°C	=100°C	
30°C	√			180°
40°C	√			180°
50°C	√			180°
60°C	√			180°
70°C	√			180°
80°C	√			180°
90°C	√			180°
100°C			√	90°

Suhu dalam drum steamer baglog jamur tiram konvensional pada suhu 30°C sampai 90°C atau dalam kondisi kurang dari 100°C, sudut servo berada pada posisi putaran valve kompor paling maksimal guna mempercepat kenaikan suhu pada 100°C. dalam proses kenaikan suhu hingga menuju suhu ideal dibutuhkan waktu ±1 jam dengan kenaikan suhu ±14°C setiap 10 menit. Valve kompor akan mencari sudut yang paling tepat untuk mempertahankan besar kecilnya api agar suhu tetap pada 100°C hingga mencapai waktu yang ditentukan.

Tabel 3.2. Pengujian Sensor Suhu dan Servo Dengan Proses Defuzzyfikasi

Suhu	Defuzzy	Sudut
30°C	116	180°
35°C	117	180°
40°C	117	180°
45°C	116	180°
50°C	116	180°
55°C	117	180°
60°C	116	180°
65°C	117	180°

70°C	117	180°
75°C	117	180°
80°C	117	180°
85°C	116	180°
90°C	95	95°
95°C	95	90°
100°C	90	90°

Pengujian kemudian dilanjutkan dengan melakukan perbandingan hasil respon sistem dari steamer tanpa kontrol Fuzzy sebelumnya dengan steamer yang menggunakan kontrol Fuzzy dengan waktu sterilisasi yang sama.

Tabel 3.3. Respon Kontrol Fuzzy Dengan Gangguan

Keadaan	Fuzzy	Respon Balik Fuzzy
Rise Time	2499 detik	623 detik
Peak Time	2507 detik	639 detik
Overshoot	0,02%	0,02%
Error%	0,02%	0,02%

Setelah proses diatas, selanjutnya dilakukan uji waktu serta suhu sterilisasi terhadap kematangan baglog jamur tiram didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.4. Data keluaran Respon Sistem dengan Suhu Berbeda

Keadaan	4 jam	6 jam	8 jam
Rise Time	2378 detik	2392 detik	2398 detik
Peak Time	2457 detik	2475 detik	2483 detik
Overshoot	0,27%	0,32%	0,23%
Eror	0,04%	0,04%	0,04%

Hasil keluaran dari kontrol Fuzzy memiliki perbedaan yang sangat kecil yang diakibatkan oleh pengaruh suhu awal maupun suhu ruang sterilisasi. Maka diperoleh hasil data yang tidak jauh berbeda dan dengan suhu atau setpoint yang sama memiliki nilai kestabilan akhir yang sama.

Tabel 3.5. Data Keluaran Respon Sistem Dengan Suhu Berbeda

Waktu Sterilisasi	Minggu I (cm)	Minggu II (cm)	Minggu III & IV (cm)	Kontaminasi jamur	Berat Jamur dipanen
4 jam	0 cm	0 cm	0 cm	100%	0 ons
6 jam	9 cm	20 cm	22,6 cm	0%	1,9 ons
8 jam	8,3 cm	19,3 cm	22 cm	0%	1,6 ons

Sterilisasi dengan waktu pemasakan selama 4 jam memiliki tingkat kontaminasi yang sangat tinggi sebesar 100% sehingga pertumbuhan miselium dalam terkontaminasi atau gagal. pengujian waktu sterilisasi baglog selama 6 jam dan 8 jam memiliki tingkat kontaminasi sebesar 0% dan pertumbuhan miselium bibit jamur selama 4 minggu atau 1 bulan menghasilkan jamur dengan rata rata berat 1,75 ons. Maka dari hasil penelitian dan pengujian alat steamer baglog jamur konvensional dengan metode fuzzy ini memiliki tingkat efisiensi kestabilan suhu yang baik dan waktu yang cepat dibandingkan dengan steamer baglog jamur konvensional pada umumnya yang membutuhkan waktu sterilisasi selama 8 jam.



Gambar 3.1. Pertumbuhan Jamur pada proses sterilisasi yang kurang baik



Gambar 3.2 Pertumbuhan Jamur 10 hari, 20 hari, dan 40 hari

3.2 Implementasi penggunaan alat steamer kepada kelompok petani jamur

Proses perancangan dan pengujian alat telah selesai dilakukan, selanjutnya adalah implementasi kepada kelompok petani jamur di Kab. Jember. Proses implementasi dilakukan dengan pendekatan *Theory of Change*, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Feasibility study: merupakan kegiatan pra-implementasi yang dilakukan dengan melakukan asesmen awal (need assessment) terhadap kelompok petani jamur di Kab. Jember. Setelah proses need assessment telah dilakukan kemudian dilakukan penggalangan komitmen dari kelompok petani jamur tersebut agar alat yang diimplementasikan bisa dijaga dan digunakan dengan baik.
2. Perancangan dan pengujian alat: kegiatan yang memfokuskan pada perancangan alat steamer baglog, kegiatan ini dilakukan selama hampir 4 bulan lamanya termasuk dengan pengujian dan monitoring.
3. Implementasi: proses implementasi dilakukan langsung ke kelompok pembudidaya jamur dengan melakukan pelatihan penggunaan alat, proses perawatan dan perbaikan apabila terdapat bagian yang tidak berfungsi.



Gambar 3.3. Proses implementasi ke kelompok petani pembudidaya jamur tiram



Gambar 3.4. Kalibrasi gas dan rancangan alat secara keseluruhan

Tabel 3.6. Perbandingan Hasil Pertumbuhan Baglog Jamur Metode Konvensional dan Sistem Otomatisasi

Metode	Minggu I	Minggu II	Minggu III
<i>Konvensional</i>	0 cm	0 cm	0 cm
<i>Otomatisasi</i>	9 cm	20 cm	22,6 cm

Berdasarkan tabel 3.6 menunjukkan terjadinya kegagalan pertumbuhan jamur dengan metode konvensional. Hal ini terjadi karena proses sterilisasi tidak sempurna yang disebabkan oleh ketidakefektifan kontrol suhu konvensional. Berbeda dengan sistem otomatisasi menunjukkan hasil pertumbuhan jamur yang cukup baik, terlihat pertumbuhan yang signifikan dari minggu ke minggu dari minggu.

4. Kesimpulan

Steamer baglog jamur tiram ini memiliki tingkat kestabilan yang cukup baik dan mampu meminimalisir penggunaan bahan bakar sesuai dengan tingkat suhu yang dibutuhkan saat proses pengukusan baglog yang ideal. Hal ini dibuktikan dengan putaran sudut servo saat suhu sudah mencapai suhu 100°C servo memutar valve kompor untuk mengatur besar kecilnya api sesuai dengan kebutuhan.

Metode fuzzy ini memiliki tingkat efisiensi kestabilan suhu yang baik dan waktu yang cepat dibandingkan dengan steamer baglog jamur konvensional pada umumnya yang membutuhkan waktu sterilisasi selama 8 jam, dapat dilihat pada proses pengukusan dengan set point 100 dengan waktu 6 jam, pertumbuhan jamur terus bertumbuh sejak minggu pertama hingga minggu ke empat dengan berat siap panen sebesar 1,9 ons. Metode konvensional menunjukkan kegagalan pertumbuhan akibat proses sterilisasi yang tidak sempurna, sedangkan dengan sistem otomatisasi didapatkan hasil pertumbuhan yang sangat baik.

5. Acknowledgments

Pengabdian kepada masyarakat ini tidak akan mungkin terlaksana dengan baik tanpa adanya kekompakan tim dalam mendesain dan merancang alat, melakukan pendekatan kepada masyarakat dan mengimplementasikannya. Kami mengucapkan terima kasih kepada kelompok petani pembudidaya jamur tiram ke Kec. Patrang Kab. Jember dan LP2M Universitas Jember yang telah memberikan dukungan baik materi maupun non-materi dalam merancang serta melaksanakan kegiatan ini.

References

[1] Ali Imran, Supriadin, Nune Wire Panji Sakti, Syahrir. (2019). Budidaya Jamur Tiram Di Desa Derek. *Abdi Masyarakat*, 1(1), 55-61

[2] Ibekwe, et al. (2008). Effect of Temperature Changes on the Bacterial and Fungal Succession Patterns during Composting of Some Organic Wastes in Greenhouse

[3] Hermanto. (2017). Modifikasi Steam Boiler Pada Alat Sterilisasi Untuk Minimasi Kontaminan Mikroba Media Tumbuh Jamur (Baglog). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 11(2), 131-138.

[4] Desna, R.D. Puspita, H. Darmasetiawan, Irzaman, Siswadi. (2010). Kajian Proses Sterilisasi Media Jamur Tiram Putih Terhadap Mutu Bibit Yang Dihasilkan, 13(2), 45-48

[5] Dequan, et.al. (2012). Design of Conventional Oyster Mushroom Baglog Steamer Temperature Control System Using FUZZY Method. *Procedia Engineering*, vol. 29, 2012, pp. 257–261.

[6] Mendel, J. M. (2007). Type-2 fuzzy sets and systems: an overview. *IEEE computational intelligence magazine*, 2(1), 20-29.

[7] Kaidi, Totok Dwi Sukmayoga. Yuliatiningsih. (2019). Rancang Bangun Alat Sterilisasi Baglog Sistem Uap Air Pada Jamur Tiram Putih. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat Dan penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember*, 308-312

- [8] Ahmad Sujoko, Mustofa Lutfi, Dwi Purnomo, 2015, “Kajian Sterilisasi Media Tumbuh Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus (L) Fries*) Menggunakan *Steamer* Baglog. Jurnal Keteknikan Pertanian. Universitas Brawijaya
- [9] Hidayat, Nurul. dkk. (2020). Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.6737>, 13(2), 181-186.
- [10] Noor Yulita, dkk. 2016. “Control Temperature on Plant mushroom vegetable sterilization With Fuzzy Logic”. Jurnal SIMETRIS. Fakultas Teknik.
- [11] F. I. Ubaidillah, I. Istiadi, and M. Mukhsim, 2020, “Sistem Pemantauan dan Pengendalian Steamer Jamur Dengan Metode Fuzzy Secara Wireless,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, Vol. 11, No. 1, pp. 223–232, doi: 10.24176/simet.v11i1.3975.
- [12] Chazali, Syammahfuz. 2009. *Usaha Jamur Tiram*. Yogyakarta. PT. Penebar Swadaya.