

Pengendali Suhu Fermentasi Tempe Berbasis NodeMCU dan Sensor DHT 22

Arief Setiawan¹, Yosi Apriani^{2*}, Zulkiffli Saleh³, Feby Ardianto⁴

Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang
Jl. Jendral Ahmad Yani Palembang
²yosi_apriani@um-palembang.ac.id

Intisari — Bagi pengusaha tempe, kontrol suhu sangat penting karena, secara historis, fermentasi kedelai menjadi tempe sering kali mengalami kegagalan, yang dapat menurunkan hasil produksi tempe karena cuaca dan suhu yang tidak mendukung. Perangkat yang memiliki setpoint suhu 33°C, 35°C, atau 37°C diperlukan untuk mengatur suhu dalam proses fermentasi tempe dalam upaya menjaga stabilitas suhu. Utilitas ini beroperasi sesuai dengan panduan Nodemcu ESP32. Lampu akan menyala jika suhu di bawah titik setel; jika di atas titik setel, lampu akan mati dan kipas akan menyala. Aplikasi Blynk memungkinkan untuk menampilkan data kontrol suhu, yang memfasilitasi pemahaman pengguna secara otomatis tentang proses fermentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang alat pengatur suhu untuk proses fermentasi tempe yang dilengkapi dengan sensor DHT22 dan modul Nodemcu ESP 32. Penelitian ini menggunakan metodologi yang dimulai dengan tahap berikut yaitu perancangan dan pembuatan alat, dilanjutkan dengan pengujian alat, dan pengolahan hasil penelitian. Hasil percobaan kontrol suhu menunjukkan bahwa proses fermentasi tempe dapat berhasil dikontrol pada beberapa setpoint, termasuk 33 °C setelah 25 jam jamur bisa tumbuh, dan konsumsi daya nyala lampu 19 jam yaitu 15976,6 Wh.

Kata Kunci — Fermentasi tempe, Nodemcu ESP 32, DHT 22, Blynk

Abstract — Temperature control is important for tempeh entrepreneurs because, historically, the fermentation of soybeans into tempeh has often failed, which can reduce tempeh production due to unfavorable weather and temperature. A device with a temperature setpoint of 33°C, 35°C, or 37°C is required to regulate the temperature in the tempeh fermentation process in an effort to maintain temperature stability. This utility operates according to the Nodemcu ESP32 manual. The light will turn on if the temperature is below the set point; if it is above the set point, the light will turn off and the fan will turn on. The Blynk application makes it possible to display temperature control data, which facilitates the user's automatic understanding of the fermentation process. The purpose of this research is to design a temperature control device for the tempeh fermentation process equipped with a DHT22 sensor and a Nodemcu ESP 32 module. This research uses a methodology that begins with the following stages, namely the design and manufacture of the device, followed by testing the device, and processing the research results. The results of the temperature control experiment show that the tempeh fermentation process can be successfully controlled at several setpoints, including 33 °C after 25 hours of mold can grow, and the power consumption of a 19-hour lamp is 15976.6 Wh.

Keywords — Fermentation of tempeh, Nodemcu ESP 32, DHT 22, Blynk.

I. PENDAHULUAN

Melakukan sebuah usaha bukan suatu hal yang mudah seorang yang menjalankan berbisnis sangatlah penuh resiko baik dalam hal kerugian akan modal usaha dan baik itu tentang kerusakan dalam barang yang dibuat. Proses pembuatan tempe yang bersumber dari kacang kedelai yang dalam proses pembuatannya dibutuhkan ketelitian dan kebersihan agar hasilnya terjaga bagus dan dapat dikonsumsi. Tahapan yang terpenting dalam proses pembuatan tempe yang dapat menentukan kualitas dari tempe adalah pada saat proses fermentasi dan peragian pada tempe. Permasalahan mengenai hal tersebut

penulis temukan pada pengusaha tempe yang bernama toto di Kecamatan Seberang Ulu 2 kota Palembang adalah dimana pada saat fermentasi kedelai menjadi tempe pada proses ini sangatlah penting menjaga temperatur suhu dan kelembaban yang terganggu. Maka dari itu seiring kemajuan teknologi untuk menjaga agar suhu tetap terjaga dalam fermentasi berlangsung dengan menggunakan sensor dan mikrokontroler, sensor DHT 22 dan NodeMCU [1].

II. PENELITIAN TERKAIT

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Berdasarkan penelitian

sebelumnya yang dilakukan oleh [2] dengan judul “Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Pada Fermentasi Tempe”. Dari hasil penelitian tersebut penggunaan Arduino memiliki kelemahan yang dimana seperti harus memiliki komponen tambahan dan tidak bisa terkoneksi ke wifi.

Penelitian selanjutnya juga dilakukan oleh [3] Dengan judul “ Automatic Room Temperature Regulator For Making Tempe For Based On Arduino With Fuzzy Logic Method. Dari hasil penelitian yang dilakukan pengatur suhu ruangan otomatis untuk pembuatan tempe berbasis Arduino dengan metode logika *fuzzy* ini, dengan tingkat keberhasilan *precision* 65% akan tetapi memiliki kelemahan dikarenakan sifat logika *fuzzy* yang tidak tepat dikarenakan sistem dirancang untuk data dan input yang tidak akurat, maka sistem metode ini harus diuji dan divalidasi untuk mencegah hasil yang tidak akurat.

Menurut [4] menyatakan dari penelitiannya dengan judul “ Sistem kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Proses Fermentasi Tempe Dengan Metode PID” hasil dari penelitiannya dimana suhu diharapkan dapat bekerja pada suhu steady state antara 25°C-35°C, dan mengatur udara lembab pada 30%-80%, waktu fermentasi hanya membutuhkan waktu 18-20 jam sistem pengendali suhu dengan metod PID ini yaitu kontrol metode PID% error steady state menunjukan hasil yang baik dibanding tanpa PID dengan error 0%.

Menurut [5] menyebutkan dalam penelitiannya menggunakan sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban alat ini bekerja dengan kontrol mikrokontroler arduino Uno menggunakan logika fuzzy apabila suhu ruangan lebih rendah daripada setpoint maka lampu akan menyala jika suhu lebih tinggi maka lampu akan mati hasil fermentasi tempe dengan alat ini membutuhkan waktu tercepat 22jam dengan suhu 35°C dan untuk paling lama membutuhkan waktu 45 jam dengan suhu 39°C.

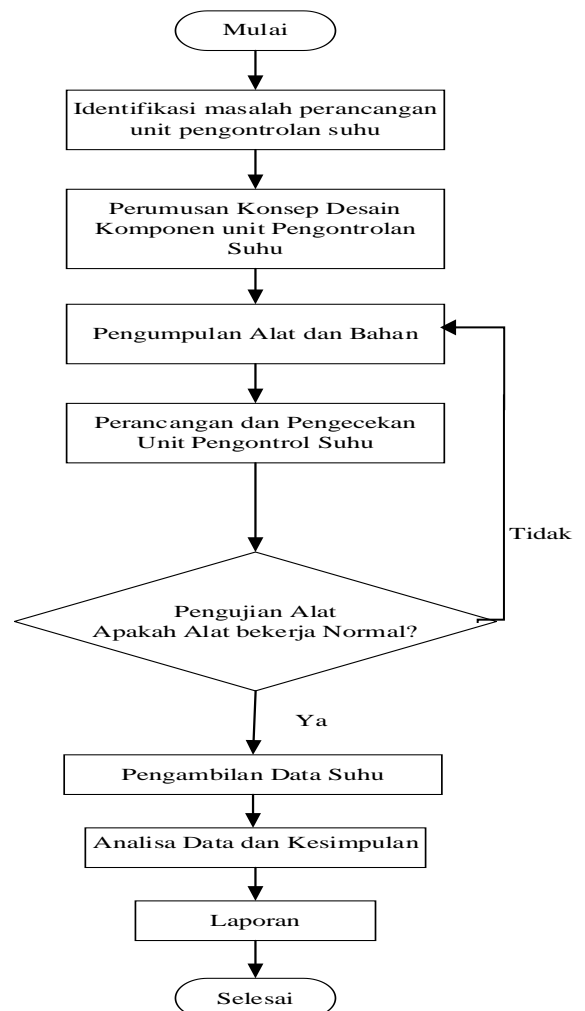
Menurut [6] dalam penelitian yang dilakukan menggunakan mikrokontroller ESP8266 sebagai pengontrol suhu dan untuk kelembaban menggunakan DHT 11 hasil

pengujian yang dilakukan menggunakan sistem kontrol otomatis lebih cepat 16 jam dari pada cara konvensional.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada waktu dan bertempat di di jalan Ki Aanwar mangku Sentosa pada usaha tempe Toto. Pada perancangan alat Rancang Bangun Prototype Pengendalian Suhu Fermentasi Tempe Berbasis NodeMCU Dan Sensor DHT 22 Pada Usaha Tempe Kecamatan Seberang Ulu 2”. Pembuatan alat ini dilaksanakan dalam waktu selama 3 (tiga) bulan.

A. Flowchart Penelitian



Gbr.1 Diagram Flowchart Penelitian

B. Alat dan Bahan Penelitian

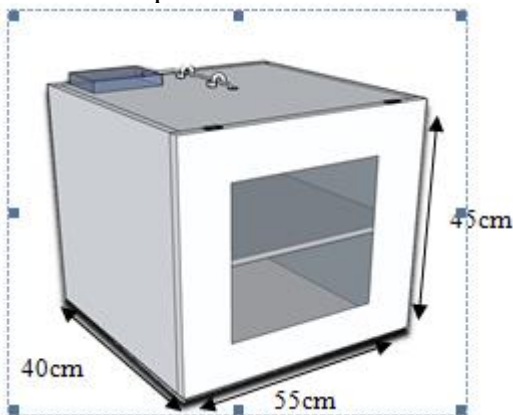
1. Tang kombinasi
2. Obeng
3. Bor listrik

4. Tang amper
5. Mikrokontroller NodeMCU
6. Sensor DHT 22
7. Saklar on/off
8. Kipas DC 12 V
9. Lampu pijar
10. Kabel jumper
11. Adaptor 12V 1A
12. Adaptor 9V 1A

C. Perancangan Alat

Perancangan pada alat pengendalian suhu fermentasi tempe berbasis Nodemcu dan sensor DHT 22 dimulai dengan melakukan menentukan skema desain box yang digunakan untuk melakukan pemasangan komponen dan sebagai tempat pengendalian suhu pada saat fermentasi tempe berlangsung.

Perakitan komponen yang bertujuan untuk menghubungkan semua komponen mikrokontroller dan semua sensor agar komponen satu sama lain dapat terkoneksi. Dengan suplai energi listrik PLN. Selanjutnya melakukan pemrograman pada NodeMCU sebagai alat pengendalian suhu, guna pemrograman pada NodeMCU adalah sebagai pengendalian suhu dan menampilkan data yang telah dibaca oleh sensor DHT 22 yang nantinya data tersebut bisa ditampilkan melalui *smartphone* pada aplikasi *Blynk* dengan terkoneksi jaringan Wifi, dan data tersebut juga bisa ditampilkan secara langsung dengan melihat pada *LCD display* lengkap dengan indikator serta kondisi dalam fermentasi tempe.

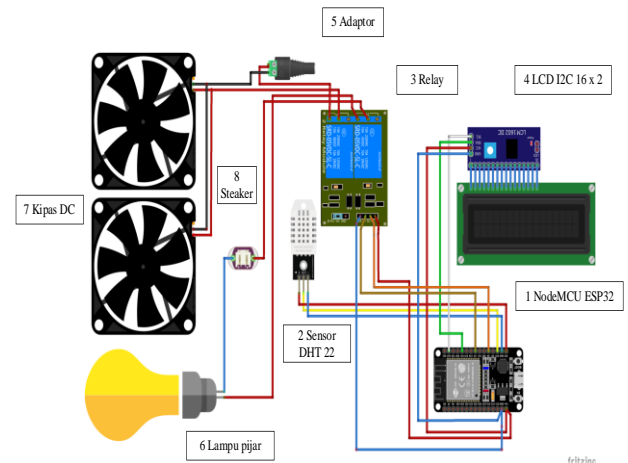


Gbr.2 Desain Box pengendalian Suhu

D. Cara Kerja Rangkaian Alat

Pada alat ini sumber daya listrik yang dipakai dalam alat ini tenaga listrik dari PLN yang dihubungkan melalui adaptor untuk

mengubah tegangan 220 menjadi 9 Volt DC untuk menghidupkan mikrokontroller dan adaptor 12 Volt DC untuk menghidupkan kipas dan untuk lampu langsung dihubungkan ke listrik PLN dengan menggunakan steaker.



Gbr.3 Perancangan Hardware

Selanjutnya energi listrik di salurkan ke saklar SPST sebagai saklar pengaman dan pemutus dan penghubung rangkaian instalasi, kemudian aliran listrik disalurkan ke NodeMCU yang nantinya pada NodeMCU akan beroperasi sebagai pengatur dalam melakukan sebuah perintah untuk sensor DHT 22 sensor tersebut akan menerima sinyal perintah dan akan mendeteksi suhu yang telah di atur pada NodeMCU.

Jika sensor mendeteksi suhu di bawah setpoint yang ada pada NodeMCU maka relay akan menghidupkan lampu pijar tersebut begitupun sebaliknya relay akan menghidupkan kipas untuk menstabilkan Kembali suhu pada saat proses fermentasi berlangsung. suhu yang terdeteksi sensor dapat dilihat pada *smartphone* yang terkoneksi Wifi melalui aplikasi *Blynk* dan dapat dilihat langsung melalui LCD dengan tampilan manual dan terdapat indikator lampu dan kipas yang menyala pada saat pengendalian suhu jika suhu tersebut terganggu.

E. Prosedur Pengujian

Proses pengujian alat ini dilakukan di Pengusaha Tempe Toto di Kecamatan Seberang Ulu 2.

Adapun prosedur dari pengujian alat ini:

1. Melakukan persiapan pada alat-alat yang akan digunakan untuk dilakukan pengujian
2. Melakukan pengaturan pengendalian suhu pada saat proses fermentasi tempe
3. Menyiapkan catatan untuk mencatat data hasil dari pengendalian suhu fermentasi tempe
4. Menganalisa data hasil pengujian pengendalian suhu fermentasi tempe

Adapun tujuan dari pengujian alat pengendalian suhu fermentasi tempe:

1. Melakukan pengujian terhadap sensor DHT 22 dengan setpoint suhu
 - a. 33°C
 - b. 35°C
 - c. 37°C
2. Melakukan Pengujian pada relay apakah lampu dan kipas menyala dengan suhu yang telah diatur.
3. Melakukan Pengujian pada aplikasi blynk.

F. Proses Pengolahan Data

Terdapat beberapa Langkah dalam pengolahan data yang digunakan yaitu :

1) Pengujian Beberapa Setpoint Suhu

Pengujian ini untuk mengetahui berapa lamanya waktu proses fermentasi untuk menjadikan tempe matang penuh jamur.

2) Perhitungan Konsumsi Daya

Pada alat bekerja dalam melakukan pengendalian suhu saat fermentasi berlangsung yaitu pada awal tempe mentah hingga menjamur banyak membutuhkan konsumsi daya untuk mengetahuinya dapat dicari menggunakan rumus persamaan daya berikut:

$$P = V \cdot I \cdot t \quad (1)$$

Dimana:

P = Daya aktif

V = Tegangan

I = Arus

t = waktu (Joule)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Perancangan pada alat ini terdapat spesifikasi yang berkaitan pada pengendalian suhu dalam proses fermentasi tempe terhadap mikrokontroller NodeMCU dan sensor DHT 22 yang telah diatur dengan beberapa setpoint sebelumnya Adapun spesifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam perakitan alat pengendalian suhu proses fermentasi tempe sebagai berikut:

1) Spesifikasi Sensor DHT 22

Tabel.1 Spesifikasi Sensor DHT 22

Spesifikasi	Keterangan
Type	DHT 22
Input voltage	3,3-6 VDC
Communication system	Serial (single-Wire Two way)
Range temperature	-40°C - 80°C
Range humidity	0%-100% RH
Accuracy	±2°C (suhu) ±5% RH (kelembaban)
Pin VCC (+)	Tegangan input (5V)
Pin GND (-)	Ground
Data	Data output serial

2) Spesifikasi Mikrokontroller NodeMCU

Tabel.2 Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi	Keterangan
Type	ESP-WROOM-32 Module
Input voltage	7,12 v
Operation voltage	3,3 v
ADC Pin	6
DAC Pin	2
UART	3
SPI	2
Flash memory	4 MB
SRAM	520 KB
Clock speed	240 MHz
WiFi	IEEE 802 11 b/g/n/e/i

Berikut ini merupakan gambaran hasil dari perancangan alat pengendalian suhu proses fermentasi tempe.



Gbr.4 Alat Pengendalian Suhu Fermentasi Tempe

B. Hasil Pengujian Alat

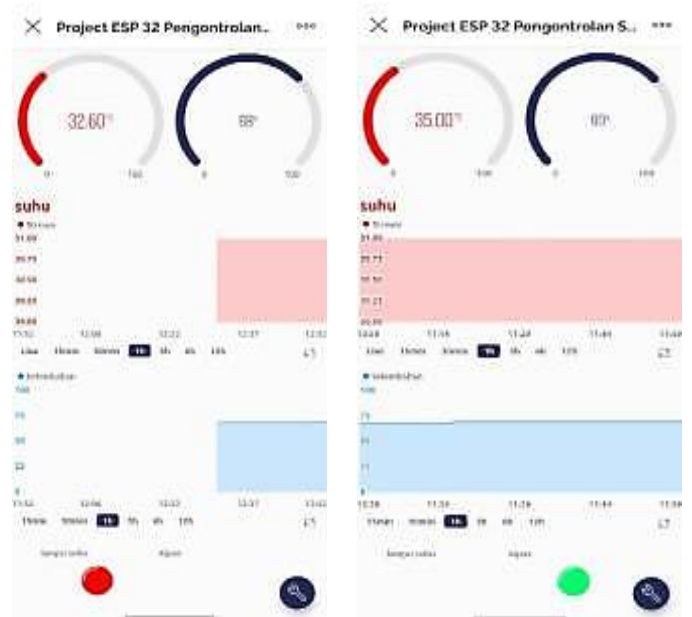
Langkah awal dalam pengujian pada alat ini dengan memasukkan tiga buah tempe mentah yang telah diberi campuran ragi. Selanjutnya tetapkan *setpoint* yang akan digunakan dalam proses pengendalian suhu dalam proses fermentasi tempe, maka alat akan bekerja secara otomatis untuk mengontrol suhu tempe tersebut yang sebelumnya terdeteksi suhu tempe dibawah set point. Maka alat akan bekerja untuk membuat suhu tempe tersebut tetap terjaga hingga tempe matang penuh jamur.



Gbr.5 Proses Pengendalian Suhu Proses Fermentasi Tempe Mentah



Gbr.6 Hasil Fermentasi Tempe Yang Telah Melewati Pengendalian Suhu



Gbr 7 Tampilan Aplikasi Blynk

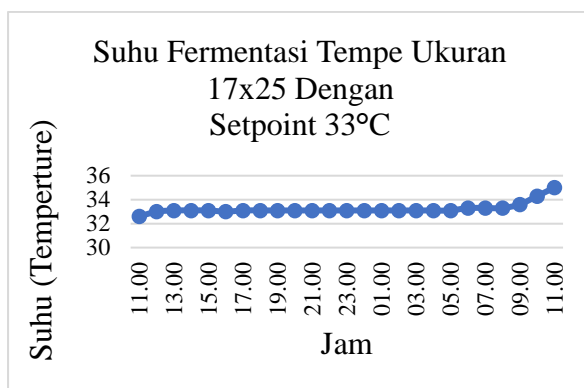


Gbr 8 Tampilan Aplikasi Blynk



Gbr 9 Tampilan Aplikasi Blynk

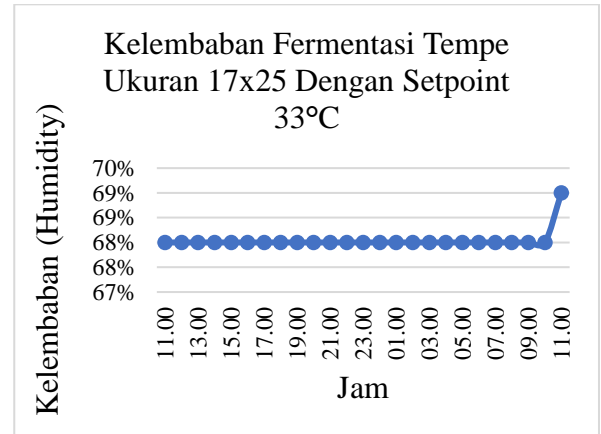
Pada gambar 7,8 dan 9 berdasarkan hasil pengujian pada aplikasi blynk yang ada pada *smartphone*. Ketika alat pengontrol suhu dihidupkan maka suhu otomatis tampil pada aplikasi blynk dengan menampilkan range suhu dan kelembaban yang telah dideteksi oleh sensor dengan setpoint suhu 33°C, 35°C, 37°C ditandai pada indikator berupa lampu suhu yang menyala dan terdapat juga indikator lampu kipas menyala monitoring pada blynk ini menggunakan 3 buah tempe dengan ukuran 17x25 dengan berat isi 4,5gram sebagai medianya.



Gbr. 10 Grafik suhu fermentasi tempe setpoint 33°C

Pada gambar 10 Grafik diatas dapat dilihat bahwa perbandingan suhu yang terdeteksi oleh sensor mengalami sedikit perubahan saat proses fermentasi tempe berlangsung. Pada jam 12.00 WIB suhu mencapai 33°C dalam keadaan normal pada jam berikutnya suhu

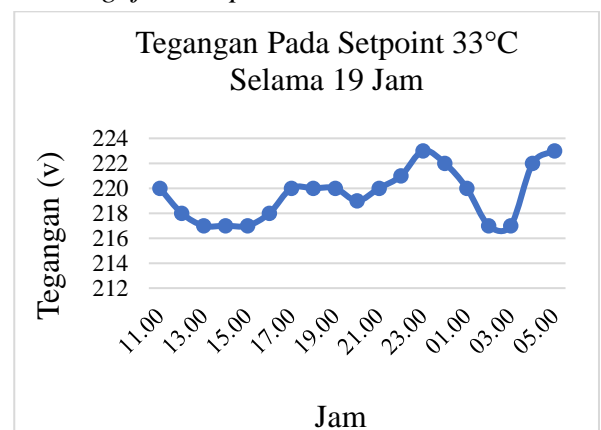
mengalami kenaikan. hingga pada jam 16.00WIB suhu kembali normal dan pada jam selanjutnya mengalami perubahan secara signifikan hingga jam 11.00WIB mengalami peningkatan hingga pengendalian suhu pada fermentasi selesai.



Gbr.11 Grafik Kelembaban fermentasi tempe setpoint 33°C

Dapat diketahui pada gambar Grafik 11 dengan kelembaban yang telah terdeteksi oleh sensor dimana kelembaban pada jam 11.00WIB tidak mengalami perubahan yang menandakan kelembaban berada dalam konstan di 68% baik pada jam berikutnya. Hingga di jam 10.00WIB kelembaban mengalami kenaikan yang cukup cepat dan berakhir di jam 11.00WIB dengan kelembaban 69%.

C. Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Pengujian Setpoint 33°C

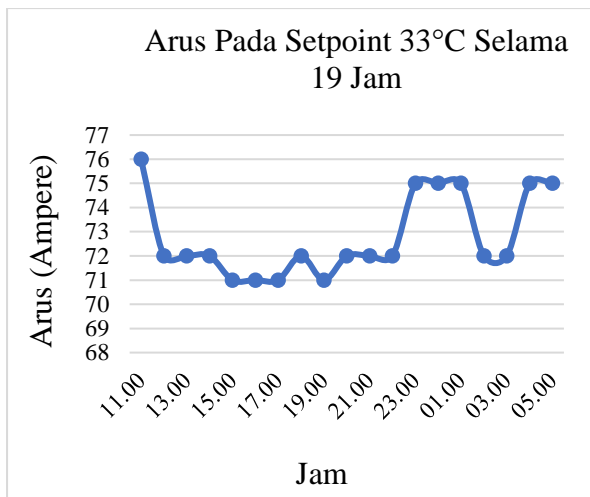


Gbr. 12 Grafik Tegangan Selama 19 Jam

Pada Grafik 12 dapat dilihat pengukuran awal pada jam 11.00WIB tegangan berada di 220 Volt dengan di tandai pada pengendalian

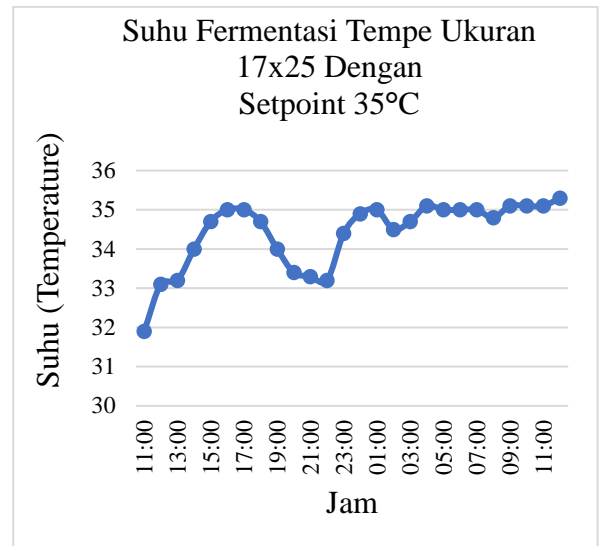
suhu pada proses fermentasi tempe dalam kondisi mentah dan pengukuran di jam berikutnya tegangan mengalami penurunan yang cukup pesat di jam 13.00-15.00 WIB dengan tegangan berada di 223 volt dan fermentasi tempe masih dalam kondisi mentah dari jam sebelumnya tegangan terus mengalami kenaikan hingga di jam 23.00WIB tegangan 223volt.

Fermentasi tempe terjadi perubahan mentah menjadi penjamuran jam sebelumnya tegangan mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu di jam 02.00-03.00WIB tegangan di 217volt dan di jam berikutnya tegangan terus mengalami kenaikan dan di jam 05.00WIB merupakan pengukuran terakhir tegangan 223volt fermentasi kondisi tempe dalam keadaan penjamuran hampir merata.



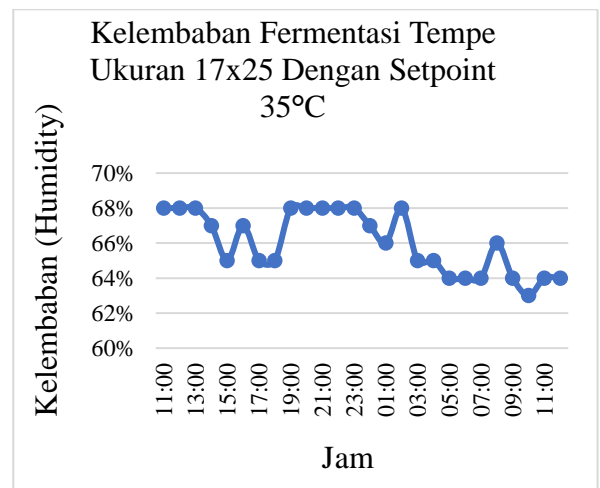
Gbr. 13 Grafik Pengukuran Arus Selama 19 Jam

Pada gambar grafik 13 diatas dapat dilihat terjadi perubahan pada arus mengalami kenaikan disetiap jam. pengukuran arus di jam 11.00WIB yaitu berada di 76 ampere tempe dalam kondisi mentah. di jam berikutnya arus mengalami penurunan jam 12.00WIB jam sebelumnya arus mengalami kenaikan dan penurunan di jam 23.00WIB arus 75 ampere fermentasi tempe awal penjamuran dari jam sebelumnya arus dalam kondisi konstan di jam 02.00-03.00 WIB arus 72 ampere, terus mengalami kenaikan hingga jam 05.00WIB arus di 75 ampere merupakan pengukuran berakhir pengendalian suhu fermentasi tempe kondisi penjamuran hampir merata.



Gbr. 14 Grafik fermentasi tempe Setpoint 35°C

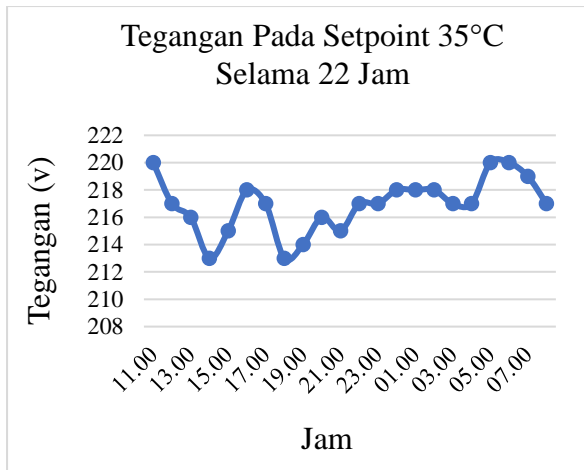
Pada Gambar 14 di atas dapat dilihat perbandingan suhu yang terdeteksi sensor mengalami perubahan selama proses pengendalian berlangsung pada jam 11.00WIB suhu awal terdeteksi yaitu di 31,90°C dan pada jam 16.00-17.00WIB suhu mencapai 35°C, jam berikutnya terjadi perubahan penurunan suhu. Suhu kembali keadaan normal dari jam sebelumnya hingga di jam 12.00WIB dengan mengalami sedikit perubahan dan pengendalian suhu berakhir



Gbr. 15 Grafik Kelembaban Fermentasi setpoint 35°C

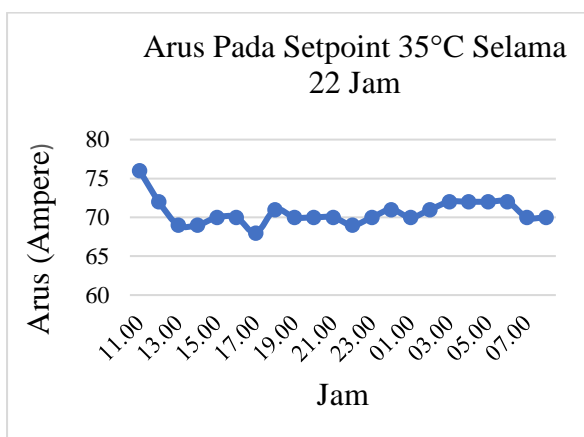
Pada gambar grafik 10 kelembaban yang dideteksi oleh sensor terjadi penurunan kelembaban pada jam 17.00-18.00 WIB pada kelembaban 65% dan kembali normal pada jam 19.00-23.00 WIB berada di 68% jam berikutnya kelembaban mengalami perubahan sedikit kenaikan dan di jam berikutnya terjadi

penurunan terus-menerus pada jam 12.00 WIB 64% penurunan kelembaban berakhir



Gbr 16 Grafik Pengukuran Tegangan selama 22 Jam

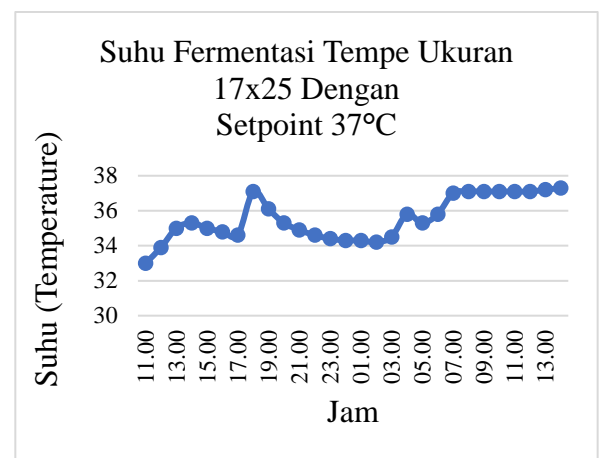
Dapat dilihat pengukuran di jam 11.00WIB dengan tegangan sebesar 220volt, jam berikutnya tegangan terjadi penurunan yang cukup pesat di jam 14.00WIB pada tegangan 213volt proses pengendalian suhu fermentasi tempe dalam keadaan mentah. jam sebelumnya tegangan terus mengalami kenaikan hingga jam 05.00-06.00WIB tegangan 220volt dengan kondisi saat Fermentasi tempe penjamuran belum merata. dari jam sebelumnya tegangan terus mengalami kenaikan di jam 08.00WIB pengukuran berakhir pada proses fermentasi berlangsung di kondisi penjamuran cukup merata.



Gbr. 17 Grafik Pengukuran Arus Selama 22 Jam

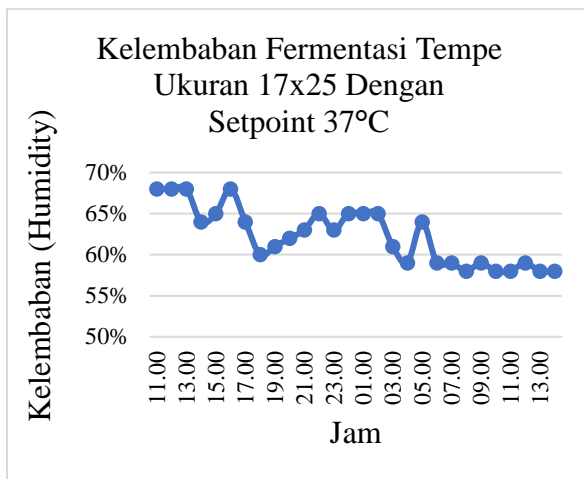
Grafik 17 pengukuran dilakukan di jam 11.00WIB dengan arus 76 *ampere*. jam berikutnya arus mengalami penurunan di jam 13.00WIB di tandai dalam pengendalian suhu proses fermentasi tempe kondisi mentah. Dari

jam sebelumnya arus terus mengalami kenaikan dan penurunan di jam 17.00 WIB arus 68 *ampere* pada saat pengendalian suhu proses fermentasi tempe kondisi berembun dan di jam selanjutnya terus mengalami kenaikan pada jam 03.00-06.00 WIB arus dalam keadaan konstan di 72 *ampere* ditandai pengendalian suhu proses fermentasi tempe di kondisi penjamuran belum merata. Hingga pengukuran selanjutnya di jam 08.00WIB dengan arus 70 *ampere* pengukuran arus berakhir pada pengendalian suhu proses fermentasi tempe dalam kondisi penjamuran hampir merata.



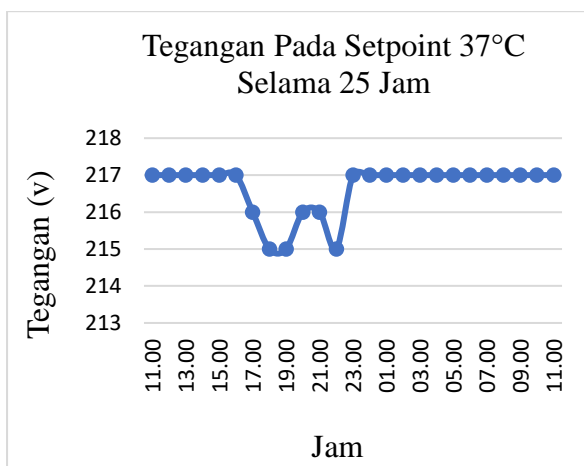
Gbr. 18 Grafik suhu fermentasi tempe Setpoint 37°C

Grafik18 diatas dapat dilihat suhu yang terdeteksi oleh sensor selama pengendalian pada proses fermentasi berlangsung yaitu suhu awal yang terdeteksi oleh sensor pada jam 11,00WIB 33°C dan jam berikutnya terjadi perubahan kenaikan suhu di jam 13.00 WIB pada angka 35°C dari jam tersebut suhu mengalami kenaikan yang cukup *signifikan* di jam 18.00WIB di 37°C setelah terjadi kenaikan di jam sebelumnya suhu kembali mengalami penurunan perlahan dan kenaikan. jam 07.00-12.00WIB suhu keadaan konstan di 37.10°C dan jam 13.00WIB jam tersebut suhu di 37.20°C dan mengalami sedikit kenaikan, jam 14.00WIB berada di 37.30°C pengendalian suhu proses fermentasi tempe berakhir.



Gbr. 19 Grafik Kelembaban fermentasi tempe setpoint 37°C

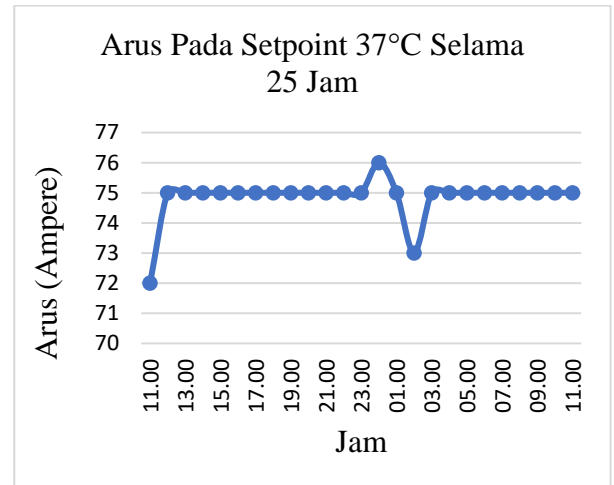
Grafik 19 kelembaban yang terdeteksi oleh sensor saat fermentasi berlangsung yaitu diangka 68% di jam 11.00-12.00WIB selanjutnya terjadi perubahan yaitu penurunan kelembaban pada jam 14.00WIB kelembaban 64% hingga jam berikutnya mengalami kenaikan di jam 16.00WIB di 68% dan jam selanjutnya terjadi penurunan di jam 18,00 WIB di 60% dan kenaikan hingga jam 05.00WIB di 64% kelembaban terus mengalami kenaikan dan penurunan saat jam 14.00WIB di 58% pada jam tersebut pengendalian suhu proses fermentasi tempe berakhir.



Gbr 20 Grafik Pengukuran Tegangan Selama 25 jam

Gambar grafik 20 pengukuran selama 25 jam pada jam 11.00WIB pada tegangan sebesar 217 volt dan jam selanjutnya tegangan berada pada di keadaan konstan dan mengalami sedikit perubahan yaitu terjadi penurunan tegangan di jam 18.00-19.00WIB di angka 215volt pada saat proses fermentasi

berlangsung tempe mengalami kondisi berembun dan di jam berikutnya tegangan terjadi kenaikan dan sesekali terjadi sedikit penurunan dan pada jam 23.00WIB tegangan berada di angka 217volt dalam keadaan konstan pada tegangan tersebut tempe dengan kondisi berembun penuh. hingga di jam 11.00WIB pengukuran tegangan berakhir di angka 217volt kondisi pada tempe dalam keadaan penjamuran merata.



Gbr 21 Grafik Pengukuran Arus Selama 22 Jam

Gambar grafik 21 pengukuran dilakukan pada jam 11.00WIB dengan nilai arus di 72 *ampere* dari jam sebelumnya arus mengalami perubahan terjadi kenaikan arus pada jam 12.00WIB dengan 75 *ampere* dalam proses fermentasi berlangsung dengan kondisi tempe keadaan mentah dan jam berikutnya arus pada pengukuran selanjutnya berada pada keadaan konstan dan hingga di jam 00.00 WIB arus mengalami perubahan terjadi kenaikan pada proses fermentasi berlangsung kondisi tempe dalam keadaan berembun dan sesekali mengalami penurunan di jam 02.00WIB dengan arus di 73 *ampere* dengan di tandai pada proses fermentasi berlangsung kondisi tempe dalam keadaan perumbuhan jamur dari jam sebelumnya arus berada dalam keadaan konstan di angka 75 *ampere* hingga hari berikutnya di jam 11.00WIB pengukuran terhadap arus berakhir dengan kondisi tempe dalam keadaan penjamuran merata.

D. Perhitungan Konsumsi Daya Pengontrolan Suhu Fermentasi Tempe

Mengetahui konsumsi daya pada pemakaian alat pengendalian suhu proses

fermentasi tempe yang dilakukan dengan beberapa setpoint suhu yaitu 33°C, 35°C dan 37°C dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 3 Perhitungan Daya Beberapa Setpoint Suhu

No	Jam	Setpoint °C	Volt (V)	Arus (A)	Jumlah pemakaian Energi (WH)	Lampu (Jam)
1	19	33	219,52	72,78	15976,6	19
2	22	35	216,90	70,63	15319,6	22
3	25	37	216,64	74,84	16213,3	25

Pada set point suhu 33°C

$$P = V \cdot I \cdot t$$

Maka:

$$P = 219,52 \text{ E} \times 72,78 \text{ A} \\ = 15976,6 \text{ WH}$$

Pada setpoint suhu 35°C

Maka:

$$P = 216,90 \text{ E} \times 70,63 \text{ A} \\ = 15319,6 \text{ WH}$$

Pada setpoint suhu 37°C

Maka:

$$P = 216,64 \text{ E} \times 74,84 \text{ A} \\ = 16213,3 \text{ WH}$$

Berdasarkan Tabel 3 perhitungan yang dilakukan dengan beberapa setpoint yang digunakan selama pengendalian suhu pada fermentasi tempe berlangsung yaitu pada setpoint 33°C setpoint tersebut nilai pengukuran tegangan rata-rata yang dikonsumsi yaitu 219,52 Volt sedangkan arus rata-rata yang digunakan 72,78 ampere pada saat alat beroperasi lampu menyala selama 19 jam konsumsi daya selama fermentasi berlangsung yaitu pada 15976,6 WH.

Pada setpoint 35°C nilai tegangan rata-rata nya yaitu 216,90 Volt akan tetapi pada arus setpoint ini mengalami perubahan yaitu 70,63 ampere dalam keadaan lampu menyala selama 22 jam dan konsumsi daya yang digunakan pada saat proses fermentasi tempe berlangsung sebesar 15319,6 WH.

Dengan setpoint 37°C nilai tegangan rata-rata yang dihasilkan dalam pengukuran yaitu 216,64 Volt dan nilai arus 74,84 ampere selama alat beroperasi sebagai pengendalian suhu pada fermentasi tempe berlangsung yaitu lampu menyala selama 25 jam dan jumlah

pemakaian daya yang digunakan yaitu 16213,3WH.

E. Hasil Beberapa Pengujian Pengendalian Suhu Pada Proses Fermentasi Tempe

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dalam proses pengendalian suhu fermentasi tempe diatas terdapat beberapa hasil dari pengujian yang bisa disimpulkan melalui tabel dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Pengujian Pengendalian Suhu Pada Proses Fermentasi Tempe

No	Setpoint	Kurun waktu
1	33°C	25jam
2	35°C	26jam
3	37°C	28jam
4	Tidak disetting/tradisional	2 hari

Pada Tabel 4 dapat dilihat dengan beberapa setpoint diatas didapatkan selama pengendalian suhu fermentasi tempe dengan menggunakan setpoint 33°C untuk menjadi tempe matang hanya membutuhkan waktu 25jam dengan setpoint diatas pada alat pengendalian suhu dalam proses fermentasi tempe yang ideal menggunakan suhu 33°C dan pada kelembaban 68-69% dengan pemakain daya yang cukup efisien yaitu sebesar 15976,6 WH.

Jika pada suhu 35°C menjadikan tempe matang lumayan matang menjamur akan tetapi memakan waktu yang cukup lama dengan daya 15319,6 WH dan pada suhu 37°C tempe menjamur dengan sedikit merata dan tingkat kematangan tidak begitu sempurna dan rasa sedikit masam dan juga memerlukan waktu yang lama dengan konsumsi daya listrik 16213,3WH dengan menggunakan setpoint suhu tersebut. untuk tempe tradisional apabila cuaca pada kondisi baik proses fermentasi tempe cara tradisional di kecamatan seberang ulu 2 memerlukan waktu 2-3 hari dengan suhu 36,9°C dengan suhu tersebut di deteksi menggunakan alat thermogun.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian pada alat pengendalian suhu fermentasi tempe dengan menggunakan NodeMCU ESP 32 dan sensor DHT 22 berbasis Iot dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian pertama berdasarkan setpoint 33°C pada pengendalian suhu proses fermentasi tempe terjadi beberapa kondisi yaitu apabila suhu >33°C maka lampu akan mati dan jika suhu >35°C maka kipas akan menyala untuk menstabilkan suhu. Dengan setpoint yang telah ditetapkan sebelumnya, lama waktu pengendalian suhu fermentasi tempe yang masih mentah hingga menjadi matang membutuhkan waktu 25 jam dengan kelembaban 68-69% dengan suhu setpoint 33°C ini merupakan suhu yang ideal yang bisa diugunakan untuk proses fermentasi tempe dikarenakan cukup efisien dan hasil tempe matang sempurna.

2. Pengujian kedua pada pengendalian suhu dengan setpoint 35°C terjadi beberapa kondisi apabila suhu >35°C maka lampu akan mati dan jika suhu >37°C kipas akan menyala untuk menormalkan suhu kembali ke kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya, lama waktu pengendalian suhu fermentasi tempe dengan kondisi tempe mentah hingga matang mebutuhkan waktu selama 26jam dengan kelembaban di 68-58% akan tetapi dengan setpoint 35°C menjadikan tempe matang cukup sempurna dengan sedikit kekurangan pada setpoint ini yaitu memerlukan waktu sedikit lama dari set point 33°C.

3. Pengujian ketiga pada pengendalian suhu dengan setpoint 37°C mengalami beberapa kondisi jika suhu >37°C diatas setpoint maka lampu akan mati dan pada suhu >39°C maka kipas akan menyala untuk mengembalikan suhu pada keadaan normal sesuai dengan setpoint yang digunakan lama waktu dalam pengendalian suhu pada peroses fermentasi tempe ini membutuhkan waktu 28 jam yang pada kondisi mentah hingga matang dengan kelembaban berada di 61-68%. Dengan setpoint 37°C ini hasil tempe matang dengan keadaan penjamuran yang merata tetapi

sedikit mengalami perubahan pada kondisi tempe dengan tekstur lembut dan rasa pada tempe sedikit masam dan kurang efisien karena cukup banyak memakan waktu yang cukup lama.

REFERENSI

- [1] Y. I. Nakhoda, A. Soetedjo, and P. O. S, "Rancang Bangun Alat Proses Fermentasi Kedelai Menggunakan Kendali Suhu dan Kelembapan untuk Produksi Tempe Skala Kecil," *J. Apl. Sains Teknol. Nas.*, vol. 01, no. 01, pp. 14–18, 2020.
- [2] R. P. Yunas and A. B. Pulungan, "Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 103, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.106943.
- [3] M. Hidayah, E. Prihartono, and B. Santoso, "Automatic Room Temperature Regulator for Making Tempe Based on Arduino with Fuzzy Logic Method," *Inf. J. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 5, no. 1, pp. 39–44, 2020, doi: 10.25139/inform.v5i1.1053.
- [4] A. F. Nuroctavia, A. Murtono, and B. Priyadi, "Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Pada Proses Fermentasi Tempe Dengan Metode Pid," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 8, no. 3, p. 261, 2021, doi: 10.33795/elk.v8i3.304.
- [5] B. Darmawan, W. Pradiyanto, I. Made Budi Suksmadana, and S. CH, "Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Pada Fermentasi Tempe," *Pros. SAINTEK LPPM Univ. Mataram*, vol. 4, no. November 2021, pp. 23–24, 2022.
- [6] N. Riski Sinta Sari and A. Widiyanto, "Temperature and Humidity Control System for Tempe Gembus Fermentation Process Based on Internet of Things," *Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2021, doi: 10.1021/cen-v086n012.p034.