

# RANCANG BANGUN ALAT MONITORING SUHU MENGGUNAKAN SENSOR DS18B20 DAN PENGADUK OTOMATIS PADA PROSES FERMENTASI KAKAO

Maulana Fahar Maheswara<sup>1\*</sup>, Sri Purwiyanti<sup>1</sup>, Sumadi<sup>1</sup>, Emir Nasrullah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No 1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141; +62 721 702767

Riwayat artikel:

Received: 3 Juni 2023

Accepted: 10 Juli 2023

Published: 1 Agustus 2023

## Keywords:

Cocoa, Fermentation, Temperature, Monitoring

## Correspondent Email:

maulanafahar24@gmail.com

© 2023 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting bagi perekonomian Indonesia. Fermentasi kakao merupakan proses pasca panen dari komoditas kakao, proses fermentasi membutuhkan waktu antara 3 sampai dengan 6 hari. Fermentasi kakao pasca panen akan menghasilkan cita rasa dan aroma yang lebih optimal pada olahan kakao seperti coklat batang dan juga olahan kakao lainnya. Pada proses fermentasi tersebut suhu fermentasi kakao akan bervariasi dimana perubahan suhu ini disebabkan oleh mikroorganisme yang ada pada kakao. Pemantauan suhu selama proses fermentasi sangat penting untuk menghasilkan kakao bermutu tinggi. Pengadukan biji kakao juga penting untuk memastikan fermentasi berlangsung secara merata. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat yang dapat mengukur dan mencatat serta juga melakukan pengadukan secara otomatis pada proses fermentasi kakao. Pada penelitian ini digunakan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu, MicroSD dan thingspeak sebagai pencatat data dan juga relay sebagai kontrol otomatis pengadukan fermentasi kakao. Setelah dilakukan penelitian diketahui bahwa alat ini berhasil melakukan pengadukan dan pencatatan secara otomatis dan juga dapat memberikan notifikasi telegram pada saat terjadi pengadukan. Dari hasil pemantauan fermentasi yang dilakukan selama 5 hari diketahui bahwa suhu selama proses fermentasi antara 29,2°C sampai dengan 42,8°C dengan error pembacaan sensor sebesar 0.4%.

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the important plantation commodities for the Indonesian economy. Cocoa fermentation is a post-harvest process for cocoa beans, which typically takes between 3 to 6 days. Post-harvest cocoa fermentation enhances the flavor and aroma of cocoa products such as chocolate bars and other cocoa-based products. The fermentation temperature of cocoa beans varies during the process, influenced by the microorganisms present in the cocoa. Monitoring the temperature during the fermentation process is crucial to produce high-quality cocoa. Stirring the cocoa beans is also important to ensure even fermentation. In this study, a device was developed to measure, record, and automatically stir cocoa during the fermentation process. The DS18B20 sensor was used to measure temperature, MicroSD and ThingSpeak were used for data logging, and a relay was used for the automatic control of cocoa stirring. The research showed that the device successfully performed automatic stirring and recording, and it also provided Telegram notifications during the stirring process. Based on the fermentation monitoring conducted for 5 days, the temperature during the fermentation process ranged from 29.2°C to 42.8°C, with a sensor reading error of 0.4%.

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 Indonesia menghasilkan 659.776 ton kakao angka ini menjadikan negara

Indonesia sebagai penghasil kakao ke-3 terbesar di dunia setelah Pantai Gading dengan 2.034.000 ton dan juga Ghana sebanyak 883.652 ton kakao [1]. Tentu saja dengan data

tersebut kakao mempunyai potensi yang sangat besar bagi Indonesia, tercatat juga sebesar 1,51 juta hektar perkebunan di Indonesia merupakan perkebunan kakao, dan Provinsi Lampung sendiri mempunyai 78.989 Ha perkebunan kakao atau sebanyak 8% penghasilan kakao Indonesia berasal dari Provinsi Lampung [2]. Akan tetapi dengan besarnya produksi kakao yang terlihat dari data-data tersebut tidak diimbangi oleh kualitas kakao yang dihasilkan karena salah satunya adalah kesalahan dalam pemrosesan biji kakao menjadi olahan kakao.

Pada pengolahan biji kakao sebelum menjadi olahan kakao seperti coklat batang maupun es krim coklat, terdapat suatu proses pasca pemanenan biji kakao yang dapat mempengaruhi kualitas kakao, yaitu proses fermentasi. Proses ini merupakan proses yang penting dalam pengolahan biji kakao dalam proses fermentasi kakao dapat mempengaruhi cita rasa, aroma, warna, dan juga mengurangi rasa pahit dan sepat pada kakao [3]. Jika pengolahan biji kakao tanpa melakukan proses fermentasi tentu saja akan mengurangi mutu dari hasil pengolahan kakao itu sendiri.

Proses fermentasi pada pengolahan kakao harus *dimonitoring* suhunya karena suhu yang optimal sangat penting untuk menghasilkan mutu kakao yang baik. Suhu optimal untuk proses fermentasi biji kakao adalah antara 40°C hingga 60°C dengan lama waktu fermentasi sekitar 3 hingga 6 hari, bergantung pada jenis biji kakao [3].

Selama fermentasi, terjadi perubahan fisik, kimiawi, dan biologi di dalam biji kakao yang akan menumbuhkan cita rasa, aroma, dan warna yang lebih baik. Jika suhu fermentasi tidak dijaga pada kisaran yang optimal, maka mutu kakao yang dihasilkan akan menurun. Pada prosesnya suhu fermentasi kakao akan bervariasi dan cenderung meningkat pada setiap harinya akan tetapi pada saat memasuki akhir dari fermentasi suhu akan mengalami perubahan yang tidak signifikan atau bahkan suhu akan menurun dari suhu optimal pada saat proses fermentasi. Terjadinya perubahan suhu ini disebabkan oleh mikroorganisme yang ada pada kakao.

Oleh karena itu, pemantauan suhu selama proses fermentasi sangat penting untuk menghasilkan kakao bermutu tinggi dan layak dikonsumsi. Selain itu, pengendalian suhu yang tepat pada proses pembalikan atau pengadukan

biji kakao juga penting untuk memastikan fermentasi berlangsung secara merata. Dengan demikian, pemantauan suhu selama proses fermentasi kakao sangat penting untuk menghasilkan produk kakao berkualitas tinggi. [4].

Dalam pelaksanaannya pemantauan suhu fermentasi dilakukan dengan menggunakan termometer dan mencatatnya secara manual sehingga dalam pelaksanaannya dapat terjadi kesalahan yang diperbuat oleh manusia seperti kesalahan dalam penglihatan suhu pada termometer maupun kesalahan dalam penulisan suhu yang sudah dilihat. Untuk menanggulangi hal tersebut maka digunakanlah bantuan teknologi seperti IoT (Internet of Things) sebagai upaya menanggulangi permasalahan tersebut Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Christianto Nathanael Mantiri, B.S. Rahayu Purwanti, Syan Rosyid Adiwinata, yang berasal dari Program Studi Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta melakukan penelitian dengan judul Sistem Pengukur Suhu Model Ruang Fermentasi Biji Kakao Berbasis Arduino. Pada sistem yang dibuat pada penelitian tersebut menggunakan sensor LM 35 dan juga menggunakan mikrokontroler Arduino UNO [3].

Nurfaillah, Salahudin Sheva Maulana Khouw, Sulhaeni, Muhammad Hafiz Ma'ruf Asis, Satria Gunawan Zain, dari Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika, Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Negeri Makasar, melakukan penelitian dengan judul Rancangan Teknologi Alat Fermentasi Kakao. Pada penelitian ini menggunakan box dengan mikrokonroller Arduino UNO dan juga menggunakan sensor Ph dan suhu LM 35 untuk memantau proses fermentasi [5].

Lukito Hasta Pratopo, Ahmad Thoriq, Eko Heri Purwanto, dan Daffa Afian Wiradwinanda dari Department of Agricultural and Biosistem Engineering, Universitas Padjadjaran, dan Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, Ministry of Agriculture melakukan penelitian dengan judul Temperature and pH Monitoring Sistem Design in the Fermentation of Cocoa Beans Based on Android. Pada sistem ini menggunakan

mikrokontroler ESP-32 dan juga menggunakan sensor Ph SKU SEN0161 dan DS18B20 sebagai pengukur suhu [6].

Pada penelitian ini dibuat sebuah rancang bangun alat menggunakan komponen utama yang menjadi pembeda dari penelitian sebelumnya yaitu sensor suhu dengan tipe DS18B20 dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan juga penyimpan data yaitu data logger DS1307 dan data yang dihasilkan juga dapat dilihat pada website platform IoT.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Buah Kakao

Buah Kakao mempunyai nama latin *Theobroma cacao* L, tanaman ini berasal dari hutan-hutan tropis yang berada di Amerika Tengah dan juga bagian utara Amerika Selatan [6]. Buah kakao mempunyai bentuk yang lonjong dengan panjang antara 15-30 cm dan mempunyai lebar 8-10 cm. Pada buah kakao terdiri atas tiga komponen utama buah yaitu kulit buah, plasenta dan yang terakhir yaitu biji buah. Terdapat beberapa jenis buah kakao diantaranya adalah Kakao Criollo, Kakao Foreastero, dan juga Kakao Trinitario [7] [8].

Tumbuhan kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting bagi perekonomian Indonesia. Lampung merupakan salah satu daerah penghasil kakao terbesar di Indonesia, menduduki posisi ke-4 secara nasional dan posisi ke-2 di Sumatera [9].

Pada daerah Lampung sendiri terdapat dua buah jenis tanaman kakao yang sering dijumpai yaitu kakao lindak dan juga kakao mulia. biji kakao lindak memiliki ukuran yang lebih kecil dan bentuk yang lebih bulat atau lonjong dibandingkan dengan biji kakao mulia. Selain itu, warna biji kakao lindak cenderung lebih gelap atau cokelat tua dibandingkan dengan biji kakao mulia yang memiliki warna cokelat yang lebih terang. Biji kakao lindak memiliki kadar air yang lebih tinggi dan kandungan lemak dan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan kakao mulia. Selain itu, kandungan fenolik, yang memiliki peran penting dalam sifat antioksidan dan manfaat kesehatan, juga lebih rendah pada biji kakao lindak. Kakao lindak juga cenderung memiliki aktivitas enzim yang lebih tinggi [10].

### 2.2 Fermentasi Kakao

Pada proses pasca panen kakao pertama kakao akan terlebih dahulu dipecahkan buahnya, lalu dilakukan pengambilan biji kakao untuk selanjutnya akan dilakukan fermentasi [8]. Proses fermentasi ini bertujuan untuk memperoleh biji kakao yang bermutu baik dan memiliki aroma dan juga cita rasa coklat yang khas [7]. Proses fermentasi dilakukan dengan memakan waktu antara 3-6 hari, proses fermentasi ini bisa di lakukan di berbagai media seperti di kotak maupun didiamkan saja pada karung.

### 2.3 ESP-32 DEV KIT V1

ESP-32 Dev KIT V1 yaitu sebuah mikrokontroler yang sudah dilengkapi chip WiFi dan juga Bluetooth, mikrokontroler ini juga merupakan penerus mikrokontroler jenis ESP8266 yang sudah sama sama dilengkapi modul WiFi akan tetapi belum dilengkapi dengan modul Bluetooth pada ESP8266. Dikarenakan mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi sehingga ESP-32 Dev KIT V1 merupakan mikrokontroler yang cocok untuk penerapan IoT (Internet of Things).

### 2.4 Data Logger

Data logger atau yang dikenal dengan perekam data yaitu sebuah perangkat yang dapat mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrument, parameter pengukuran yang biasanya di catat seperti temperature humidity, ketinggian air ataupun yang lainnya. Data Logger yang merupakan produksi Deek Roboot merupakan data logger yang bisa di integrasikan ke arduino ataupun Raspberry Pi.

### 2.5 Hi-Link HLK-5M05

Hi-Link HLK-5M05 adalah sebuah modul power supply AC-DC dengan output tegangan 5V DC yang dapat diintegrasikan pada perangkat elektronik seperti mikrokontroler, *embedded system*, dan perangkat IoT. Modul ini memiliki efisiensi konversi daya yang tinggi dan dilengkapi dengan proteksi terhadap berbagai gangguan listrik, seperti arus pendek, overload, dan overvoltage.

## 2.6 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sebuah modul sensor yang digunakan sebagai sensor pengukuran suhu. Sensor DS18B20 melakukan pengukuran terhadap energi panas maupun energi dingin yang dihasilkan oleh suatu objek, lalu mengubah energi tersebut menjadi besaran listrik sehingga dapat terbaca pada mikrokontroler

## 2.7 Real Time Clock (RTC)

*Real Time Clock (RTC)* adalah sebuah komponen elektronika yang berbentuk modul yang berfungsi sebagai pewaktu. Pada komponen ini terdapat sebuah baterai yang difungsikan sebagai power supply mandiri sehingga apabila modul ini tidak mendapat sumber daya dari mikrokontroler pewaktu akan tetap berjalan dan tidak terjadi reset waktu pada RTC.

## 2.8 Motor Sanyo P-WH137B

Motor listrik yang digunakan pada penelitian ini yaitu pompa air Sanyo P-WH137B merupakan tipe motor yang memiliki daya 370 watt atau setara dengan 0.5 horsepower (HP). Motor ini dapat berputar dengan kecepatan hingga 2850 rpm (rotasi per menit).

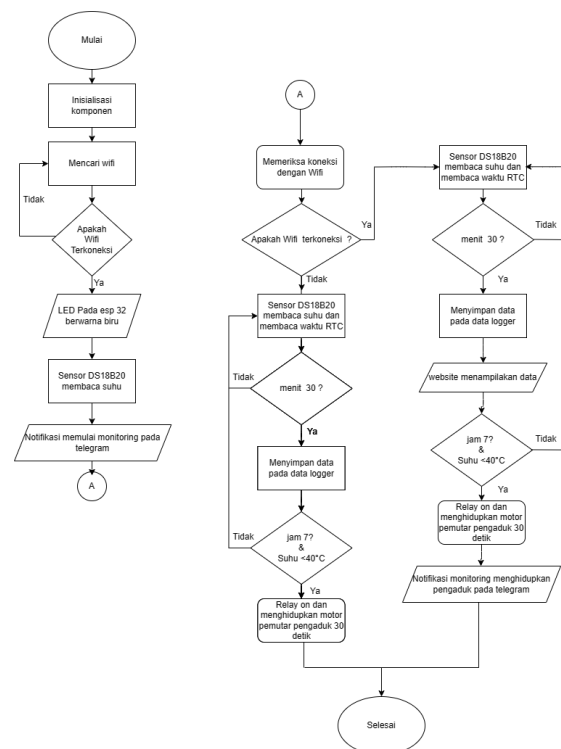
## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Sistem *Monitoring* Fermentasi Kakao.

Perancangan model prototipe dimulai dengan inisiasi port pada sensor dan data logger, dimana setiap komponen diberi nama agar dapat dikenali oleh program yang dibuat. Setelah itu sistem akan mencari koneksi wifi, pada saat wifi telah terbaca oleh alat maka alat akan terhubung ke wifi yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian, sensor suhu DS18B20 membaca suhu, setelah suhu terbaca maka data sensor diproses pada mikrokontroler ESP32 dan akan mengirimkan notifikasi melalui Telegram untuk memulai *monitoring*. Setelah itu, sistem akan memeriksa kembali apakah masih terhubung ke jaringan wifi, jika terhubung maka sistem akan mengambil data suhu setiap satu jam sekali, yaitu pada menit 30, dan data tersebut akan dikirimkan ke platform website IoT dan disimpan dalam data logger. Jika sistem tidak terhubung ke jaringan wifi, data suhu yang

diambil akan tetap tersimpan dalam data logger namun tidak dikirimkan ke platform IoT.

Alat *monitoring* ini juga dilengkapi dengan sistem pengadukan kakao secara otomatis. Ketika RTC membaca waktu dan menunjukkan pukul 7 dan keadaan suhu fermentasi kurang dari 40°C maka sistem akan menghidupkan motor melalui *relay*. Saat kondisi ini terjadi, notifikasi penghidupan motor juga akan diterima oleh Telegram, namun notifikasi hanya akan diberikan apabila sistem terhubung ke wifi. Jika sistem tidak terhubung ke jaringan wifi maka, sistem tetap melakukan pengadukan tanpa mengirimkan notifikasi ke Telegram. Diagram alir sistem prototipe dapat dilihat pada Gambar 1.

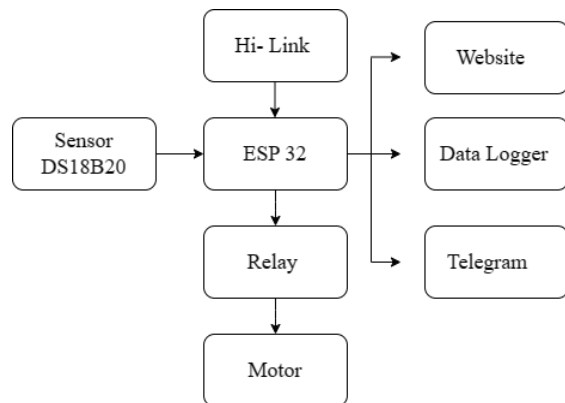


Gambar 1 Diagram Alir Sistem *Monitoring* Fermentasi Kakao

### 3.2 Diagram Blok Alat

Mekanisme kerja dari alat *monitoring* ini adalah dengan menggunakan ESP 32 sebagai controller yang mempunyai sumber daya dari Hi-Link dengan besaran tegangan 5V DC. Sebagai masukannya alat ini dilengkapi dengan sensor DS18B20 sebagai komponen pembaca suhu. Pada alat *monitoring* ini dilengkapi juga data logger sebagai komponen untuk penyimpanan data. Selain disimpan data juga

akan dimunculkan pada website platform IoT yaitu thingspeak dan juga data dapat dikirimkan ke Telegram berupa notifikasi. Di dalam alat ini terdapat *relay* sebagai pengontrol dari motor sebagai penggerak pada pengaduk saat proses fermentasi. Adapun blok diagram alat pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2 Diagram Blok Alat

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

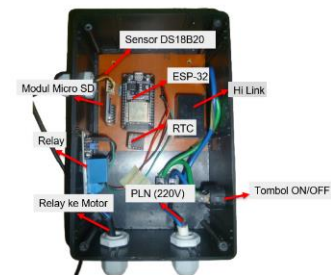
### 4.1 Prinsip Kerja Alat

Perancangan sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data hasil pengukuran dari sensor suhu. Mikrokontroler yang terhubung dengan internet akan mengirimkan data hasil pengukuran yang dibaca oleh sensor ke *Thingspeak* dan Telegram sehingga suhu fermentasi kakao dapat dipantau kondisinya secara jarak jauh. Dalam perancangan komponen sistem fermentasi kakao menggunakan sebuah kotak dengan ukuran tinggi 46 cm, dengan panjang kotak 58 cm dan lebar kotak 43 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3 yang akan diisi kakao siap fermentasi sebanyak 26 kg.



Gambar 3 Hasil Rancangan Alat dan kotak Fermentasi.

Hasil rancangan alat pada penelitian ini yaitu berupa sistem untuk membuat sebuah rangkaian alat yang dapat *memonitoring* dan dapat melakukan pengadukan fermentasi secara otomatis serta dapat menyimpan data dengan aman dan juga menampilkan data perekaman melalui *Thingspeak*. Hasil perancangan alat pemantau dan pengaduk otomatis fermentasi kakao dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Rangkaian Utuh Sistem Pemantau dan Pengaduk Fermentasi Kakao

### 4.2 Pengujian Pengiriman Data

Uji pengiriman data merupakan tahap pengujian pada alat pemantau dan pengaduk otomatis yang bertujuan untuk melihat seberapa baik sistem yang Pada penelitian ini data akan dikirimkan ke thingspeak setiap 1 jam sekali pada setiap harinya. Pengambilan data yang akan didapat adalah sebanyak 119 pada *website* dan 120 data pada *micro SD* yang dapat terlihat rekapitulasinya pada Tabel 1.

Tabel 1 Uji Pengiriman Data

| Tanggal       | Banyak Data yang Tersimpan Data Pada Micro SD | Data pada Thingspeak | Keterangan                |
|---------------|---|----------------------|---------------------------|
| 5 Maret 2023  | 1   | 1                    |                           |
| 6 Maret 2023  | 24  | 23                   | Gangguan Pada Modem Wifi  |
| 7 Maret 2023  | 23  | 23                   | Terjadi Pemadaman Listrik |
| 8 Maret 2023  | 24  | 24                   |                           |
| 9 Maret 2023  | 24  | 24                   |                           |
| 10 Maret 2023 | 24  | 24                   |                           |

### 4.3 Uji Waktu Pengiriman Notifikasi Telegram

Uji waktu pengiriman notifikasi telegram bertujuan untuk mengetahui jeda waktu antara proses nyalanya *relay* pada saat pengadukkan dan munculnya notifikasi pada telegram.

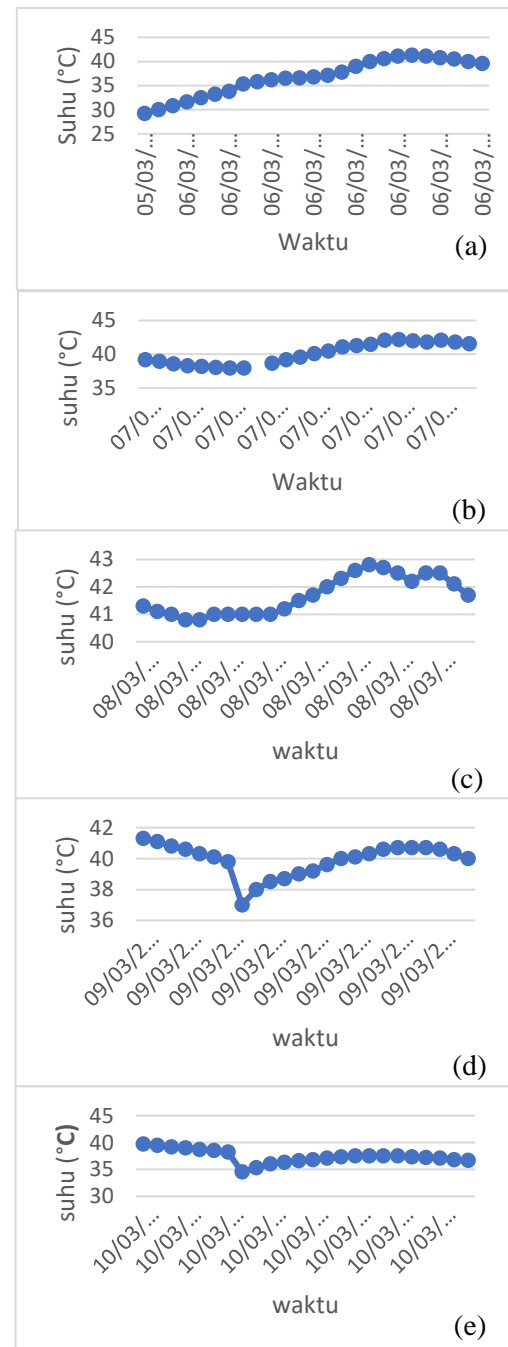
Tabel 2 Hasil Uji Waktu Notifikasi Telegram

| No. | Kondisi <i>Relay</i> | Jeda waktu pengiriman Notifikasi (detik) |
|-----|----------------------|--|
| 1   | On                   | 1  |
| 2   | Off                  | 2  |
| 3   | On                   | 1  |
| 4   | Off                  | 3  |
| 5   | On                   | 2  |
| 6   | Off                  | 3  |
| 7   | On                   | 1  |
| 8   | Off                  | 2  |
| 9   | On                   | 1  |
| 10  | Off                  | 3  |

Berdasarkan Tabel 2 Dapat disimpulkan bahwa, waktu jeda pengiriman notifikasi telegram berada pada 1 sampai 3 detik.

### 4.4 Hasil Pengujian Suhu Fermentasi Kakao

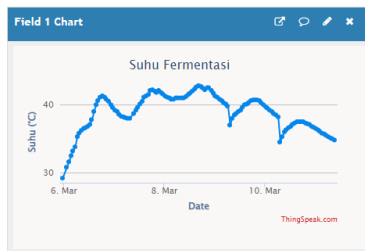
Pengambilan data suhu fermentasi kakao dilakukan pada tanggal 5 Maret 2023 pukul 23:30 hingga tanggal 10 Maret 2023 pukul 23:30. Pengambilan suhu fermentasi ini dilakukan setiap 1 jam sekali. Berdasarkan data-data yang telah terambil didapatkan data-data suhu fermentasi seperti yang terlihat pada Gambar 5 sampai Gambar 9. Pada saat proses fermentasi suhu terendah yang telah tercatat adalah 29.2 °C, dan suhu tertinggi sebesar 42.8°C.



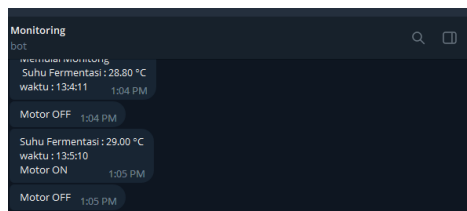
Gambar 5 Data Suhu Pada Hari ke (a) Satu (b) Dua (c) Tiga (d) Empat (e) Lima

Pada data hasil fermentasi juga didapatkan bahwa terjadinya penurunan suhu pada saat memasuki masa akhir dari fermentasi hal ini dikarenakan mikroorganisme yang menjadi penyebab naik turunnya suhu pada saat terjadinya proses fermentasi mengalami penurunan aktifitas pada saat memasuki masa

akhir fermentasi sehingga suhu yang dihasilkan juga ikut terjadi penurunan.



Gambar 6 Tampilan Thingspeak



Gambar 7 Tampilan Notifikasi Telegram

Gambar 6 merupakan tampilan data yang didapat dari pengukuran suhu fermentasi dan terkirim ke *website* thingspeak dan Gambar 7 merupakan tampilan notifikasi berupa pesan pada aplikasi telegram.

## 5. KESIMPULAN

Dari data data hasil pengujian disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini telah terealisasi sebuah alat yang dapat memantau suhu fermentasi kakao dan mengirimkan data suhu tersebut melalui thingspeak dan juga micro SD.
2. Alat pemantau suhu ini berhasil melakukan fungsi otomatis pengadukan dan mengirimkan notifikasi pada saat terjadi pengadukan ke Telegram dengan rata-rata *delay* notifikasi 2 detik .
3. Suhu selama proses fermentasi kakao telah berhasil dilakukan pemantauan suhu dengan rata-rata *error* pembacaan sensor sebesar 0.4%

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Statistik, Badan Pusat, "Statistik Kakao Indonesia," Badan Pusat Statistik, Indonesia, 2020.
- [2] V. A. Dihni, Katadata Media Network, 4 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/10/04/5-negara-penghasil-kakao-terbesar-indonesia-urutan-berapa>.
- [3] P. Rahayu, M. C. Nathanael, "Sistem Pengukur Suhu Model Ruang Fermentasi Biji Kakao Berbasis Arduino," SNTE, 2020.
- [4] H. Sri , B. Nursigit, J. Nugroho, "Fermentasi Isothermal Biji Kakao (*Theobroma cacao*. L)," Agritech, vol. IV, no 364 - 375, 2018.
- [5] Nurfaillah, Z. S. Gunawan, Sulhaeni, "Rancangan Teknologi Alat Fermentasi Kakao," Universitas Negri Makasar, 2018.
- [6] P. L. Hasta, T. Ahmad, P. E. Hari, "Temperature and pH *Monitoring* System Design in the Fermentation," Pelita Perkebunan, vol. 38, 2022.
- [7] S. H. Alvlyan, P. S. Harmesa, I. Tajul, "Perubahan Fisik Dan Kimia Biji Kakao Selama Fermentasi," Jurnal Industri Pertanian (JUSTIN), vol. II, no. 2656-6559, pp. 158-165, 2020.
- [8] R. Sarapang, Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.), Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, 2020.
- [9] Admin Newsletter, "SDGs Unila Center," Universitas Lampung, 21 05 2021. [Online]. Available: <https://sdgcenter.unila.ac.id/kakao-lampung/>. [Accessed 20 04 2023].
- [10] A. R. Wylis, A. Robet, "Karakteristik Sifat fisik dan kimia beberapa jenis biji kakao Lindak di Lampung," Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, vol. III, p. 3, 2011.