

**ALAT PENGERING KOPI BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MENINGKATKAN KINERJA
DALAM PROSES PENGERINGAN KOPI
ARDUINO UNO BASED COFFEE DRYING TOOL TO IMPROVE PERFORMANCE IN THE
COFFEE DRYING PROCESS**

Agus Hariadi¹, Supriono, ST., MT², Dr. Ida Ayu Sri Adnyani, ST., M. eng³

¹Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

Jl.Majapahit no. 62, Mataram, Lombok, NTB, Indonesia

¹hariadiagus678@gmail.com, ²supriono@unram.ac.id, ³adnyani@unram.ac.id,

ABSTRAK

Pengeringan merupakan hal yang penting dalam pengolahan biji kopi untuk menyesuaikan kualitas dan tingkat kekeringan kopi. Akan tetapi karena proses pengeringan biji kopi masih dilakukan secara alami dengan cara dijemur di bawah sinar matahari langsung yang membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga menghambat proses produksi kopi. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan inovasi alat pengering biji kopi berbasis arduino uno untuk meningkatkan kinerja dalam proses pengeringan yang dapat memudahkan petani kopi dalam melakukan proses pengeringan. Alat ini dilengkapi dengan sensor AHT10 untuk memonitoring suhu, Keypad 4 x 4 yang berfungsi memberikan atau input data suhu sesuai dengan izin, sensor Load Cell yang digunakan untuk mengukur berat biji kopi yang akan dikeringkan dengan kapasitas 1 kg dan LCD 16 x 2 untuk menampilkan data. Alat ini mampu mengeringkan biji kopi yang sudah dikuliti hingga mendapatkan kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia 12% dengan suhu diatur yaitu, suhu 35°C selama 11 jam, suhu 37°C selama 9 jam dan suhu 40°C selama 8 jam, sehingga alat ini mampu membantu para petani kopi untuk mengefisiensikan waktu dan tenaga dalam melakukan proses pengeringan biji kopi
Kata Kunci : Biji Kopi, AHT10, Keypad 4 x 4, Load Cell, LCD 16 x 2

ABSTRACT

Drying is important in processing coffee beans to adjust the quality and dryness of the coffee. However, because the process of drying coffee beans is still done naturally by drying it in direct sunlight, it takes quite a long time, which hampers the coffee production process. This research aims to introduce an Arduino Uno-based coffee bean dryer innovation to improve performance in the drying process which can make it easier for coffee farmers to carry out the drying process. This tool is equipped with an AHT10 sensor for monitoring temperature, Keypad 4 x 4 which functions to provide or input temperature data according to what is being cooled, a Load Cell sensor used to measure the weight of coffee beans to be dried with a capacity of 1 kg and a 16 x 2 LCD for displaying data. This tool is capable of drying coffee beans that have been hulled until they reach a water content according to the Indonesian National Standard of 12% with a set temperature of 35°C for 11 hours, a temperature of 37°C for 9 hours and a temperature of 40°C for 8 hours, so this tool is able to help coffee farmers to save time and energy in carrying out the process of drying coffee beans.

Keywords: Coffee Beans, AHT10, Keypad 4 x 4, Load Cell, LCD 16 x 2

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas sektor perkebunan yang cukup strategis di Indonesia. Bahan baku kopi memberikan kontribusi bagi perekonomian Indonesia, khususnya di Desa Senaru. Produksi kopi Senaru terus terhambat oleh rendahnya kualitas biji kopi yang dihasilkan sehingga mempengaruhi perkembangan produksi kopi akhir. Hal ini disebabkan penanganan yang kurang tepat antara pasca panen

fermentasi, pencucian, pengeringan dan penyangraian. (Hakim, dkk. 2023)

Senaru merupakan salah satu desa yang berada di bawah kaki Gunung Rinjani dan masuk dalam kecamatan Bayan, kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat. Desa yang memiliki berbagai keindahan panorama alam dengan penduduk berjumlah sekitar 7.092 jiwa ini ditetapkan sebagai salah satu desa wisata diantara 99 desa wisata yang ditetapkan

sebagai program unggulan guna mewujudkan NTB sejahtera dan mandiri.

Pengeringan bisa dilakukan di bawah sinar matahari atau menggunakan mesin pengering. Namun, dalam kondisi cuaca yang tidak memungkinkan pengeringan di bawah sinar matahari langsung, pengeringan mungkin tidak dapat diselesaikan. Artinya sinar matahari tidak selalu mendukung pengeringan dan pengeringan biji kopi tidak selalu dapat dilakukan sesuai prosesnya. Menghasilkan biji kopi yang berkualitas memerlukan pengolahan pasca panen yang tepat, terutama pelaksanaan setiap tahapan yang benar. Proses pengeringan merupakan tahapan proses yang paling penting karena dapat menentukan kualitas tidak mudah rusak selama penyimpanan. (Sihombing, & Kirana, 2022)

Proses pengeringan biji kopi secara alami memiliki banyak kekurangan dikarenakan waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan membutuhkan waktu yang cukup lama, karena suhu pengeringan masih bergantung pada kondisi cuaca. Maka dari itu, proses pengeringan secara buatan dikerjakan dengan menggunakan bantuan mesin pemanas yang terdiri atas beberapa sistem mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol sistem secara otomatis. Metode ini bisa dilakukan saat cuaca mendung atau hujan. Walaupun membutuhkan biaya yang tidak sedikit, tetapi pengeringan dengan bantuan mesin ini dapat meningkatkan kinerja dan mempersingkat waktu pada proses pengeringan.

Oleh karena itu, pengembangan alat pengering kopi dengan menggunakan mikrokontroler Aduino Uno dapat menjadi solusi dari permasalahan pengeringan biji kopi. Hal ini dapat membantu para petani atau pengusaha kopi yang masih menggunakan proses penjemuran manual dengan memodifikasi sistem pengeringan biji kopi berbasis mikrokontroler.

Penentuan berat biji kopi dengan kadar air 0% dan 12%

- a. Penurunan kadar air biji kopi tiap 60 menit.

$$W_f = \frac{w_b - w_{ko}}{w_b} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

W_f = Kadar air biji kopi (%)

W_b = Berat awal biji kopi (gram)

W_{ko} = berat akhir biji kopi (gram)

- b. Berat biji kopi dengan kadar air 0% (W_{ko})

Kadar air awal biji kopi (w_i) = 30%

Berat biji kopi (W_k) = 100 gram

Berat biji kopi dengan kadar air 0% dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$W_{ko} = [W_k - (W_k \times w_i)] \quad (2)$$

$$W_{ko} = [100 - (100 \times 30\%)]$$

$$W_{ko} = 70 \text{ gram}$$

- c. Berat biji kopi dengan kadar air 12% dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$w_f = (W_k - W_{ko}) / W_k \times 100\% \quad (3)$$

$$12/100 = (W_k - 70) / W_k \times 100\%$$

$$12 W_k = 100 W_k - 7000$$

$$88 W_k = 7000$$

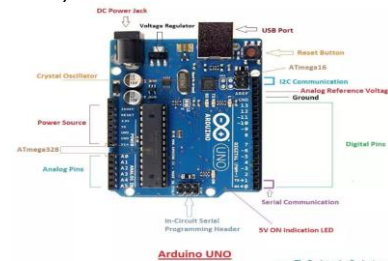
$$W_k = 79.54 \text{ gram}$$

Ketika berat biji kopi sudah mendekati angka 79.54 gram, maka proses pengeringan sudah mencapai kadar air yang sesuai yaitu sebesar 12% dengan kadar air awal 30%. (Gultom, dkk, 2019)

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah mikrokontroler berbasis ATmega328, seperti yang terlihat pada gambar Arduino UNO memiliki 14 pin digital IO (Input/Output), 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM dan memiliki 6 pin input analog. (Aulia, R., dkk, 2021)



Gambar 2.1 Arduino UNO

b. sensor AHT-10

AHT-10 adalah sensor suhu dan kelembaban, yang dapat diakses

menggunakan komunikasi I2C Sehingga untuk pengkabelannya lebih simple, dan tingkat pembacaan datanya lebih akurat. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Komunikasi I2C meliputi data *serial* (SDA) dan serial *clock* (SCL) yang membawa informasi data antara mikrokontroler dan sensornya.



Gambar 2.2 AHT-10

c. Real Time Clock (RTC)

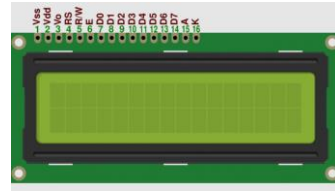
Real Time Clock (RTC) merupakan *chip IC* yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada modul terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal.



Gambar 2.3 Real Time Clock

d. LCD 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan output sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun lcd terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (*polarizing filter*) Layar lcd merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya.



Gambar 2.4 LCD 16 x 2

e. Relay

Relay itu adalah saklar untuk menghidupkan atau mematikan sebuah perangkat elektronika dengan memanfaatkan masukan dari output sebuah komponen elektronika lainnya.



Gambar 2.5 Relay

f. Heater

Heater merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses Joule Heating. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen (Meriadi, dkk, 2018).

Heater digunakan untuk fermentasi kopi karena fermentasi adalah proses yang melibatkan penguraian mikroorganisme terhadap biji kopi yang telah dipetik. Pada tahap fermentasi, suhu dan kondisi lingkungan harus diatur dengan hati-hati untuk menciptakan kondisi yang optimal bagi mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi. Elemen pemanas digunakan untuk menjaga suhu fermentasi kopi agar tetap stabil.



Gambar 2.6 Heater

g. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler. Perangkat lunak ini merupakan algoritma kerja dari alat berupa daftar program yang disematkan pada mikrokontroler. Kompiler kemudian mengubah kode sumber yang dihasilkan menjadi bahasa mesin yang dapat dipahami oleh mikrokontroler.



Gambar 2.7 Arduino IDE

h. Catu Daya / Power Supply

Catu daya (Power Supply) adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban Listrik. Secara umum prinsip rangkaian catu daya terdiri atas komponen utama yaitu; transformator, dioda dan kondensator.

Dalam pembuatan rangkaian catu daya selain menggunakan komponen utama juga diperlukan komponen pendukung agar rangkaian berfungsi dengan baik Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Gambar 1 menunjukkan perbedaan antara tegangan (a) DC dan (b) AC.

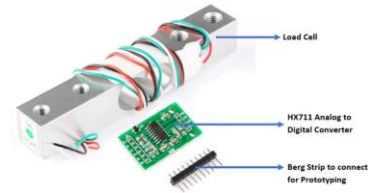


Gambar 2.8 Power Supply

i. Load Cell

Load cell adalah komponen yang digunakan dalam timbangan dan sistem penimbangan, dan merupakan sensor yang

mendeteksi berat benda pada timbangan atau dalam sistem. Spesifikasi sel beban menjelaskan detail sel beban termasuk jenis, kapasitas, keterbacaan, akurasi, dan lainnya. (Trisanto, A., 2018)



Gambar 2.9 Load Cell

j. Keypad

Keypad 4 x 4 digunakan sebagai suatu input pada beberapa peralatan yang berbasis mikrokontroler. Keypad sesungguhnya terdiri dari sejumlah saklar, terhubung sebagai baris dan kolom. Agar mikrokontroler dapat melakukan scan keypad, maka port mengeluarkan salah satu bit dari 3 bit yang terhubung pada kolom dengan logika low (0) dan selanjutnya membaca 4 bit pada baris untuk menguji jika ada tombol yang ditekan pada kolom tersebut.



Gambar 2.10 Keypad 4 x 4

k. Kipas DC

Kipas adalah mengatur volume panas udara agar ruangan yang tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Pada umumnya kipas angin dimanfaatkan untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), atau pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas).



Gambar 2.11 Kipas

I. Buzzer

Buzzer adalah jenis perangkat yang menghasilkan nada atau kebisingan tertentu ketika menerima sinyal atau input dari mikrokontroler Arduino. Tergantung pada program yang berjalan pada mikrokontroler, suara yang dihasilkan dapat berupa nada tunggal atau pola suara tertentu.

Fungsi utama Arduino Buzzer adalah untuk memberikan umpan balik audio dalam proyek yang melibatkan mikrokontroler. Buzzer juga dapat digunakan sebagai perangkat peringatan atau tampilan, memungkinkan pengguna memperoleh informasi tanpa melihat layar atau tampilan visual.



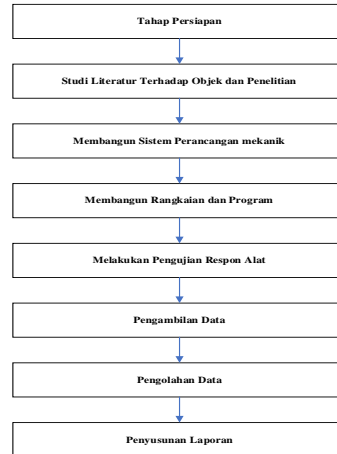
Gambar 2.12 Buzzer

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan Rancang bangun alat pengering kopi dengan 3 kali percobaan. Percobaan 1 yaitu fermentasi kopi dengan suhu 35°C dan waktu 12 jam, Percobaan 2 yaitu fermentasi kopi dengan suhu 37°C dan waktu 10 jam, Percobaan 3 yaitu fermentasi kopi dengan suhu 40°C dan waktu 9 jam. Jenis biji kopi yang digunakan yaitu kopi robusta dengan biji kopi yang sudah dipisahkan dari kulit luarnya. Proses pengeringan biji kopi ini ditujukan untuk melihat perbandingan cita rasa dari ketiga percobaan tersebut dan untuk mendapatkan kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar 12 %.

3.1 Langkah Penelitian

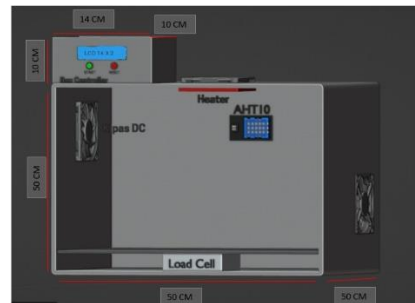
Dalam menyelesaikan tugas akhir diperlukan prosedur penelitian, dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



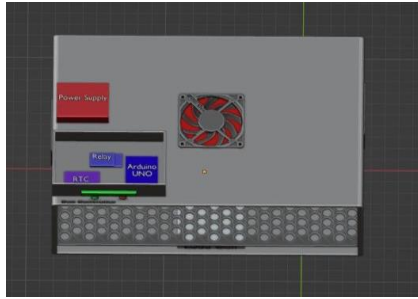
Gambar 3.1 Langkah Penelitian

3.2 Perangkat Lunak (Software)

Merancang alat pengering biji kopi berbasis Mikrokontroler Arduino Uno memerlukan suatu observasi untuk melihat perkembangan dalam pengujian alat. Pada penelitian ini Sensor AHT-10 atau sensor suhu dan kelembapan digunakan untuk mendeteksi berapa suhu dan kelembapan biji kopi saat diproses dari awal sampai akhir pengeringan dengan bantuan heater sebagai pemanas atau pengeringnya. Perangkat keras atau hardware yang digunakan dalam pembuatan alat ini terdiri dari: Arduino Uno ATmega328, Sensor AHT-10, LCD, Heater, Relay, Catu Daya atau Power Supply.



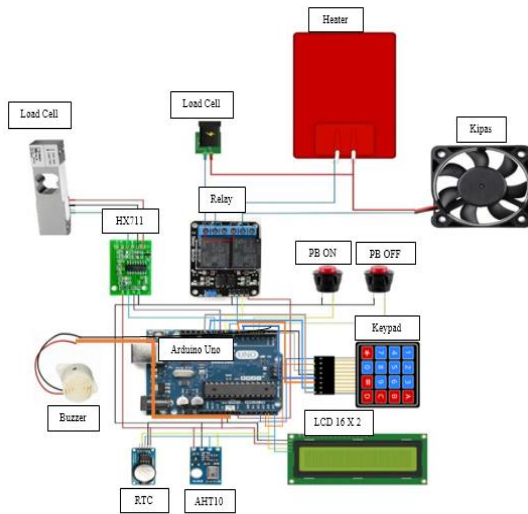
Gambar 3.2 Perancangan sistem Mekanik tampak depan



Gambar 3.3 Perancangan sistem Mekanik tampak atas

3.3 Perangkat Keras (*Hardware*)

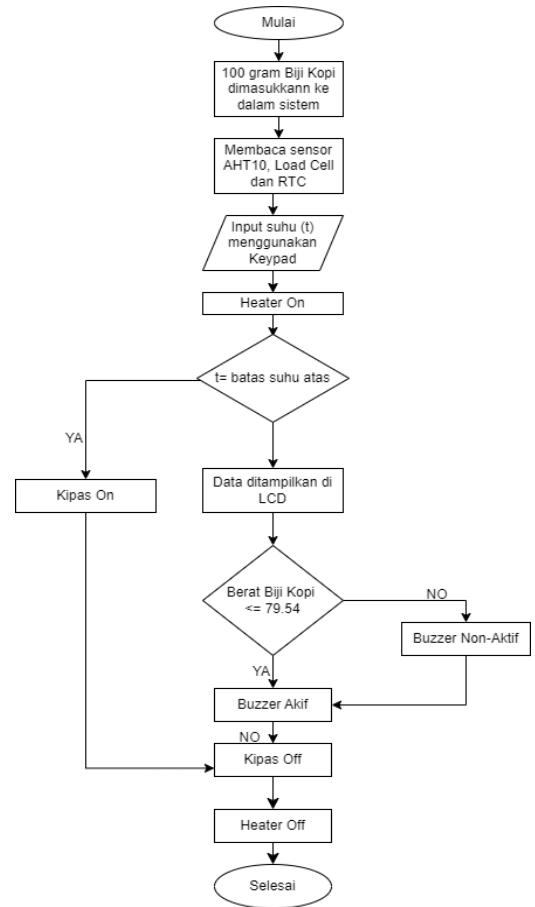
Sebelum menguraikan prosedur kerja Arduino Uno, terlebih dahulu penulis akan memaparkan tentang diagram rangkaian dari pembuatan rancangan untuk mengeringkan biji kopi berbasis mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 3.4 Rangkaian Perangkat Keras

3.4 Diagram Alir (Flowchart) Program

Dibutuhkan Perancangan Proses yang bertujuan agar penelitian dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 3.9 Flowchart Perancangan Proses Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Pertama (35°C)

Percobaan pertama dengan biji kopi 100 gram di masukkan ke dalam alat yang dirancang dengan suhu 35°C, pada percobaan ini didapatkan kadar air 12 % dari pengurangan berat pada biji kopi sebesar 79.54 gram pada waktu 12 jam. Pada suhu 35°C ini, proses pengeringan yang cukup lambat dapat mempertahankan sebagian besar karakter aslinya, mikroorganisme yang mungkin aktif lebih lambat dapat mempertahankan keasaman yang lebih tinggi dan aroma yang lebih kompleks karena reaksi kimia yang lebih lambat. Hasil pengeringan biji kopi pada percobaan pertama dapat dilihat pada gambar berikut:



Tabel 4.1 Pengeringan biji kopi seberat 100 gram dengan suhu 35°C

Waktu (jam)	Kelembaban (%)	berat akhir (g)	Penurunan kadar air (%)	kadar air (%)
1	64.6	100	0	30
2	58.5	97.38	2.62	28.11
3	56.3	93.87	6.13	25.42
4	54.9	91.24	8.76	23.27
5	50.2	90.19	9.81	22.38
6	66.4	88.24	11.76	20.67
7	58.5	85.4	14.6	18.03
8	59.0	83.22	16.78	15.88
9	58.3	82.4	17.6	15.04
10	60.4	80.22	19.78	12.73

Waktu (jam)	Kelembaban (%)	berat akhir (g)	Penurunan kadar air (%)	kadar air (%)
1	86.2	100	0	30
2	72.2	98.36	1.64	28.83
3	63.4	97.99	2.01	28.56
4	62.8	96.82	3.18	27.70
5	74.2	94.64	5.36	26.03
6	71.1	90.05	9.95	22.26
7	65	88.84	11.16	21.20
8	61.5	87.3	12.7	19.81
9	68.7	85.65	14.35	18.27
10	73.7	83.34	16.66	16.00
11	73.5	82.36	17.64	15.00
12	74.12	80.41	19.19	12.94

Percobaan Kedua (37°C)

percobaan kedua dengan biji kopi 100 gram di masukkan ke dalam alat yang dirancang dengan suhu 37°C, pada percobaan ini didapatkan kadar air 12 % dari pengurangan berat pada biji kopi sebesar 79.54 gram pada waktu 10 jam. Pada pengeringan biji kopi dengan suhu 37°C, dapat memberikan keseimbangan antara keasaman yang cukup tinggi.



Tabel 4.2 Pengeringan biji kopi seberat 100 gram dengan suhu 37°C

Percobaan Ketiga (40°C)

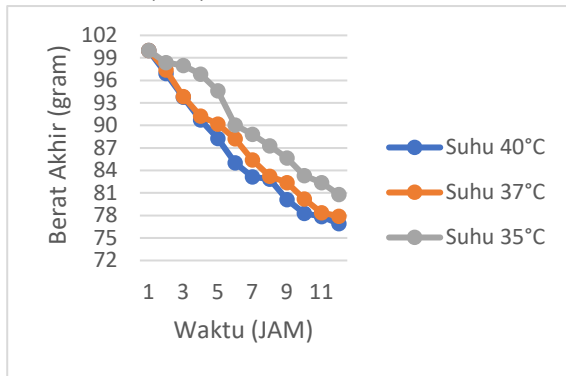
Percobaan ketiga dengan biji kopi 100 gram di masukkan ke dalam alat yang dirancang dengan suhu 40°C, pada percobaan ini didapatkan kadar air 12 % dari pengurangan berat pada biji kopi sebesar 79.54 gram pada waktu 9 jam. Pada suhu 40°C ini, proses pengeringan biji kopi lebih cepat akan tetapi dapat merusak beberapa senyawa yang dapat memberikan karakteristik pada kopinya, dengan suhu yang lebih tinggi dapat mempengaruhi senyawa yang ada pada tingkat keasaman yang lebih rendah dan aromanya yang kurang kompleks karena reaksi kimia yang lebih cepat. Hasil pengeringan biji kopi pada percobaan pertama dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 4.3 Pengeringan biji kopi seberat 100 gram dengan suhu 40°C

Waktu (jam)	Kelembaban (%)	berat akhir (g)	Penurunan kadar air (%)	kadar air (%)
1	59.8	100	0	30
2	60.0	96.92	3.08	27.77
3	58.7	93.78	6.22	25.35
4	59.1	90.75	9.25	22.86
5	59.7	88.28	11.72	20.70
6	59.3	85.03	14.97	17.67
7	59.0	83.13	16.87	15.79
8	58.9	82.83	17.17	15.48
9	61.4	80.12	19.88	12.63

Berdasarkan Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 pada proses fermentasi,

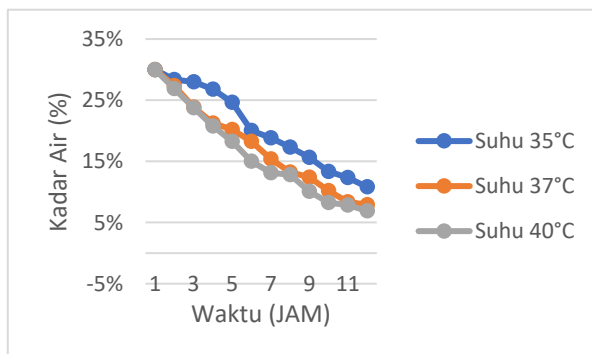
perbandingan berat akhir biji kopi terhadap waktu pada suhu yang divariasikan untuk mencapai kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan berat biji kopi terhadap waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dianalisa bahwa untuk mencapai berat biji kopi sebesar 79.54 atau kadar air 12% dilakukan tiga kali percobaan dengan suhu masing-masing 35°C, 37°C dan 40°C. Pada kondisi suhu 35°C untuk mencapai berat 79.54 gram didapatkan diwaktu 11 jam, Pada kondisi suhu 37°C untuk mencapai berat 79.54 gram didapatkan diwaktu 9 jam, Pada kondisi suhu 340°C untuk mencapai berat 79.54 gram didapatkan diwaktu 8 jam. Semakin besar suhu yang digunakan untuk proses pengeringan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai berat 79.54 atau kadar air 12% semakin cepat. (Gultom dkk, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 pada proses pengeringan, perbandingan kadar air biji kopi terhadap waktu pada suhu yang divariasikan untuk mencapai kadar air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Perubahan kadar air pada biji kopi ini dibagi berdasarkan hasil perubahan berat pada biji kopi pada setiap waktu pengujian.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Kadar Air Terhadap Waktu

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dianalisa bahwa untuk mencapai kadar air sesuai standar yaitu sebesar 12% dilakukan tiga kali percobaan dengan suhu masing-masing 35°C, 37°C dan 40°C. Pada kondisi suhu 35°C untuk mencapai kadar air 12% didapatkan diwaktu 11 jam, Pada kondisi suhu 37°C untuk mencapai kadar air 12% didapatkan diwaktu 9 jam, Pada kondisi suhu 35°C untuk mencapai kadar air 12% didapatkan diwaktu 8 jam. Semakin besar suhu yang digunakan untuk proses pengeringan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air 12% semakin cepat. (Gultom dkk, 2019)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Pengujian Alat fermentasi yang dilakukan yaitu dengan 3 kali percobaan dengan suhu masing-masing 35°C, 37°C dan 40°C dan dalam jangka waktu yang sama yaitu selama 12 jam, hal tersebut dimaksudkan untuk melihat keadaan dan kondisi terbaik pada biji kopi yaitu dengan mendapatkan kadar air sebesar 10%-12%, yang mana pada suhu 35 didapatkan kadar air sebesar 12% pada waktu 12 jam. Pada suhu 37 didapatkan kondisi terbaik pada waktu 9 jam. Pada suhu 40 didapatkan kondisi terbaik pada waktu 8 jam.
2. Pengaruh lama fermentasi terhadap bakteri (mikroorganisme), air, dan Tingkat keasaman (pH) yaitu proses pengeringan yang cukup lambat dapat mempertahankan sebagian besar karakter aslinya, mikroorganisme yang mungkin aktif lebih lambat dapat mempertahankan keasaman yang lebih tinggi dan aroma yang lebih kompleks karena reaksi kimia yang lebih lambat. Jika dibandingkan dengan proses pengeringan yang cepat mikroorganisme yang terkandung pada biji kopi juga aktif

- lebih cepat sehingga Tingkat keasaman yang dihasilkan yaitu lebih rendah.
3. Sistem monitoring fermentasi kopi yang telah dirancang berbentuk box persegi dengan ukuran 50 cm yang dilengkapi dengan sistem mikrokontroler seperti, Arduino uno, sensor AHT-10, Keypad 4x4, Buzzer, sensor Load Cell, RTC dan LCD. Fermentasi dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan masing-masing waktu selama 12 jam, yang artinya alat ini dapat meningkatkan hasil bijikopi lebih efisien dibandingkan dengan sistem manual.
 4. waktu selama 12 jam, yang artinya alat ini dapat meningkatkan hasil bijikopi lebih efisien dibandingkan dengan sistem manual.

SARAN

Pada penelitian ini, untuk mengukur perubahan kadar air pada biji kopi didasarkan pada perubahan berat biji kopi untuk dihitung menggunakan perumusan. Pengukuran seperti ini tidak sepenuhnya akurat, karena berat bukan satu satunya patokan untuk mengetahui kadar air. Untuk penelitian berikutnya, dibutuhkan alat Moisture Meter agar diketahui besar kandungan kadar air yang lebih akurat.

VI. REFERENSI

- [1] Albar, R. (2020). "Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Basah Menggunakan Ragi Terhadap Kadar Kafein Pada Kopi Arabika (*Coffea arabica L*) Sebagai Referensi Materi Bioteknologi Di SMPN 13 Takengon (Skripsi)". <https://repository.ar-raniry.ac.id>
- [2] Aulia, R., Fauzan, R.A., dan Lubis, I. (2021). "Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Fan dan DHT11 Berbasis Arduino". 6(1). 30-38. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>
- [3] Bawono, M.R., Sipahutar, P.Y.C., Sari, N.A., & Natasha, F. (2017). "Sistem Keamanan Pada Pintu Menggunakan Keypad dengan Sensor berbasis mikrokontroler". <https://doi:10.13140/RG.2.2.36584.88329>
- [4] Devi, I. *COFFEE HANDBOOK*. <https://www.academia.edu/34227092>
- [5] Dhamayanthie, I. (2022). *Analisis Metode Pengurangan Kadar Air pada Biji Kopi*. 6(2), 12056-12065. <https://iptam.org/index.php/iptam/article/view/4366>. (diakses pada tanggal 22 September 2023 Pukul 10:24 WITA).
- [6] Gultom, S. S. T., Ambarita, H., Gultom, M. S., & Napitupulu, F. H. (2019). "Rancang Bangun dan Pengujian Pengereng Biji Kopi Tenaga Listrik dengan Pemanfaatan Energi Surya". *Jurnal Dinamis*, 7(4).
- [7] Hakim, T., Lardi, S. & Wardana, R.R., (2023). "Budidaya Tanaman Kopi Arabika". <https://www.researchgate.net/publication/368607480>
- [8] Hernadi, W., dan Wicaksono, WF., (2019). "Rancang Bangun Mesin Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler NODEMCU ESP8266". 8(1), 1-7". <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1087/13>
- [9] fratechplus. (2019). *Which is the best Arduino heating element*. <https://infratechplus.com/arduino-heating-element/> (diakses pada tanggal 22 Agustus 2023 Pukul 10:38 WITA).
- [10] Intan, D. (2018). "Kopi Menyihir Dunia". <https://sarasvati.co.id/en/crossover-project/04/dari-afrika-kopi-menyihir-dunia/> diakses pada tanggal 17 Januari 2024 Pukul 14:02 WITA).
- [11] Meriadi., Meliala, M., dan Muhammad. (2018). "Perencanaan dan pembuatan Alat Pengereng Biji Coklat dengan Wadah Putar Menggunakan Pemanas Listrik". 7(2):47-53. <https://doi:10.29103/jee.v7i2.1061>
- [12] Nurlita V. (2023). "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan pH Berbasis IoT pada Proses Permentasi Anaerob Kopi Arabika". <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/116520/>
- [13] Orbit. (2022). "Kipas pendingin sunon 8 cm 12 v colling fan dc 12 volt 8x8x2.5 cm". <https://orbit.co.id/kipas-pendingin-sunon-8cm-12v-cooling-fan-dc-12-volt-8-x-8-x-2-5-cm/> (diakses pada tanggal 24 Agustus 2023 Pukul 17:42 WITA).
- [14] Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266". *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>

- [15]Prabowo, J.C. (2017). "Prototype Konrol Suhu dan Kelembaban pada Gudang Penyimpanan Kopi dengan Komunikasi Wi-fi Berbasis Arduino Uno (Skripsi)". <https://repository.unej.ac.id>
- [16]Silaban, R., Panjaitan, K., Maruli, B., Pakpahan, T., & Siregar, B. (2020). "Efektivitas Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Oven Pengering Terkontrol". 39-44. <http://digilib.unimed.ac.id/41292/>
- [17]Sihombing, S.B., & Kirana, O.I., (2022). "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno". 1(1), 8–15. <https://doi.org/10.55123>
- [18]Trisanto, A., Nasrullah, E., Sumadi dan Prakasa, A. (2018). "Pembuatan Alat Pengering Kopi Otomatis berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560". 1. 130-133. <https://eng.unila.ac.id>