

RANCANG BANGUN ALAT FERMENTOR KOPI TERKENDALI MENGGUNAKAN ELEMEN PEMANAS BERBASIS ARDUINO UNO

Fadhilah Fasya¹⁾, Trapsilo Prihandono¹⁾, Alex Harijanto¹⁾

¹⁾Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Trapsilo Prihandono
E-mail : fadhilahfasya11@gmail.com

Diterima 26 September 2022, Direvisi 26 Oktober 2022, Disetujui 27 Oktober 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno. Dalam rancang bangun alat ini menggunakan 2 jenis sensor yaitu sensor DS18B20 dan sensor DHT 11. Untuk mengetahui tingkat kevalidan sensor tersebut maka untuk sensor DS18B20 diuji dengan thermometer dan untuk sensor DHT11 diuji dengan hygrometer. Hasil analisis tingkat kevalidan alat untuk sensor DS18B20 didapatkan tingkat kevalidannya sebesar 84,5% dan untuk sensor DHT11 tingkat kevalidannya 91,5%. Dengan demikian rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno adalah sangat valid.

Kata kunci: kopi arabika; fermentasi kopi; arduino uno.

ABSTRACT

This study aims to design a controlled coffee fermenter using an Arduino uno-based heating element. The method in this study uses descriptive quantitative research methods. The research variable used in this study is the design of a controlled coffee fermenter using an Arduino Uno-based heating element. In the design of this tool, 2 types of sensors are used, namely the DS18B20 sensor and the DHT 11 sensor. To determine the level of validity of the sensor, the DS18B20 sensor is tested with a thermometer and the DHT11 sensor is tested with a hygrometer. The results of the analysis of the validity level of the tool for the DS18B20 sensor obtained a validity level of 84.5% and for the DHT11 sensor the validity level is 91.5%. Thus the design of a controlled coffee fermenter using an Arduino uno-based heating element is very valid.

Keywords: arabica coffee; coffee fermentation; arduino uno.

PENDAHULUAN

Kopi yang terkenal di Indonesia ada dua jenis yaitu kopi robusta (*Coffea conephora*) dan kopi arabika (*Coffea Arabica*). Cita rasa yang sedikit asam, memiliki tekstur lebih kasar dan mengandung kadar kafein yang lebih banyak merupakan ciri khas kopi arabika (Winarno dan Darsono, 2019). Komposisi kimia dalam buah kopi berbeda-beda tergantung tingkat kematangan, tanah tanaman kopi, penyimpanan, dan teknik pengolahan (Fikri dkk., 2021). Empat sifat penting yang dimiliki kopi arabika antara lain 1) tumbuh pada ketinggian 800-1500 mdpl dengan suhu area tersebut 15°C -24°C, 2) daerah tanaman kopi memiliki bulan kering 3 bulan/ tahun secara berturut-turut dengan sesekali mendapatkan hujan kiriman, 3) sangat rentan terkena penyakit HV jika ditanam pada daerah dengan

ketinggian dibawah 500m, 4) kopi arabika dapat diproduksi 4,5-5 kw/ha/thn (Mulyara, 2021).

Fermentasi merupakan salah satu proses penting dalam pengolahan biji kopi karena sangat menentukan kualitas hasil akhir biji kopi tersebut. Tujuan proses fermentasi untuk menghilangkan lapisan lendir pada kulit biji kopi dan menimbulkan rasa mild pada cita rasa seduhannya (Afriliana, 2018). Proses fermentasi kopi yang umum dilakukan oleh petani kopi di Indonesia yaitu proses fermentasi kering dan proses fermentasi basah. Proses fermentasi kering dilakukan dengan cara menumpuk buah kopi yang baru saja dipanen kemudian di tutup dengan karung goni dan dibiarkan menyesuaikan suhu sekitar. Sedangkan untuk fermentasi secara basah biasanya dilakukan dengan merendam buah kopi yang baru saja dipanen ke dalam kotak atau kolam dan suhu dibiarkan menyesuaikan

suhu sekitar (Ramanda dkk., 2016). Proses fermentasi anaerob dilakukan dengan tidak membutuhkan oksigen. Mikroorganisme anaerob dapat tumbuh di lingkungan dengan tingkat oksigen sedikit. Mikroorganisme ini menggunakan beragam donor elektron organik dan anorganik serta akseptor dalam metabolismenya (Wahyudi, 2016). Proses fermentasi sudah dikenal oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas biji kopi. Akan tetapi pada masa panen, petani tidak memiliki waktu dan tenaga yang cukup untuk melakukan proses fermentasi hasil panennya. Hal ini karena proses fermentasi pada pengolahan buah kopi yang umum dilakukan oleh masyarakat Indonesia yaitu fermentasi kering dan fermentasi basah (Sudarti dkk., 2022).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pada proses fermentasi kopi yaitu suhu, waktu fermentasi, medium (substrat), air, oksigen, dan tingkat keasaman (pH). Suhu selama proses fermentasi yang dilakukan secara basah disarankan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yaitu tidak melebihi 40°C. Suhu tersebut memungkinkan biji kopi arabika ketika dilakukan proses fermentasi meminimalisir terjadinya proses kelembapan yang berlebih pada biji kopi arabika sehingga mengurangi risiko penjamuran. Lamanya pada masa inkubasi fermentasi kopi merupakan indikator utama yang menentukan kualitas kopi. Waktu fermentasi basah yang disarankan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yaitu 36 jam. Jika melebihi waktu yang disarankan maka memungkinkan terjadinya *overferment* atau fermentasi yang berlebihan sehingga memungkinkan biji kopi arabika memiliki tingkat keasaman (pH) yang sangat rendah. Fermentasi yang berlebihan akan menyebabkan aroma dan rasa kopi arabika akan berbeda (Wahyudi dkk., 2016). Fermentor merupakan sebuah alat untuk proses fermentasi yang terbuat dari tong atau tangki, dimana didalamnya terdapat mikroba dalam medium bahan makanan. Medium biakan mengandung sumber karbon, sumber vitamin, sumber protein, dan mineral. Fermentor memiliki alat pemantau yang digunakan untuk memantau suhu selama proses fermentasi dan *valve* digunakan untuk membuang gas fermentasi (Wahyudi, 2016).

Di era kemajuan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin cepat menawarkan berbagai kemudahan hampir ditiap pekerjaan manusia. Berbagai kemajuan teknologi hampir dirasakan oleh seluruh manusia di dunia ini, dengan salah satu contohnya yaitu mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan salah satu keluarga mikroprocessor yang dapat memproses data secara digital

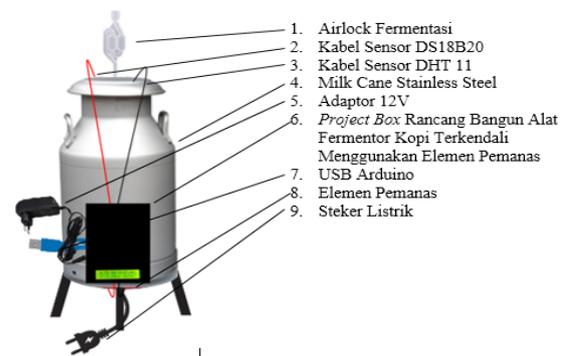
dengan disesuaikan perintah *assembly* yang diberikan. Pemanfaatan mikrokontroler tersebut dapat dijadikan sebagai alat kecerdasan seperti komputer namun dengan biaya yang lebih murah daripada komputer sendiri (Laumal, 2017). Arduino dirancang untuk mempermudah dalam penggunaan perangkat elektronik pada berbagai bidang. Sifat arduino uno yang *open source* dapat diakses oleh semua orang dalam melakukan eksperimen secara gratis dan bebas (Santoso, 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang alat fermentor kopi dengan menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno sebagai alternatif teknologi yang dapat digunakan agar biji kopi yang dihasilkan bermutu baik.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menghasilkan berupa uraian secara deskripsi tentang produk rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel sehingga dapat mengetahui kevalidan rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno.

Alat dan bahan yang digunakan dalam merancang bangun alat fermentor menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno adalah sensor DS18B20, sensor DHT11, Arduino uno, modul RTC (*Real Time Clock*), LCD 16x2, elemen pemanas, relay, *milk can* (wadah susu steril), laptop, *airlock* fermentasi, dan aplikasi Arduino IDE. Desain rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Desain rancang bangun alat fermentor kopi menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

Untuk mengetahui tingkat kevalidan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu air dan sensor DHT11 sebagai sensor tingkat

kelembaban, maka dilakukan kalibrasi menggunakan termometer standar untuk mengkalibrasi sensor DS18B20 dan higrometer untuk mengkalibrasi sensor DHT11. Dari hasil uji kalibrasi sensor dengan alat standar didapatkan nilai error. Setelah dilakukan kalibrasi maka dilakukan uji regresi linier untuk mendapatkan tingkat kevalidan alat. Persamaan grafik regresi linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = a \pm bX \quad (1)$$

dengan X merupakan variabel independen atau variabel bebas, dimana penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah hasil ukur sensor DS18B20 dan sensor DHT11. Y merupakan variabel dependen atau variabel terikat yang dihasilkan dari hasil pengukuran termometer dan higrometer. Sedangkan a merupakan nilai harga Y ketika $X = 0$ dan nilai b merupakan koefisien regresi (Darma, 2021). Validitas rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno yang dirancang dapat diketahui dari pengukuran dan dengan penjabaran sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat kevalidan alat (Darma, 2021)

Interval Koefisien	Tingkat Kevalidan Alat
0.00 – 0.1999	Sangat tidak valid
0.20 – 0.399	Tidak valid
0.60 – 0.799	Valid
0.80 – 1.00	Sangat valid

Interval koefisien (R^2) dapat digunakan dalam memprediksi keakuratan alat yang di rancang. Persamaan koefisien R^2 dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$Kd = R^2 \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan

Kd : nilai koefisien determinasi

R^2 : nilai interval koefisien atau koefisien korelasi (Darma, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perakitan perangkat keras (*hardware*) alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar, Pendidikan Fisika Universitas Jember. Rangkaian rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Rangkaian rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

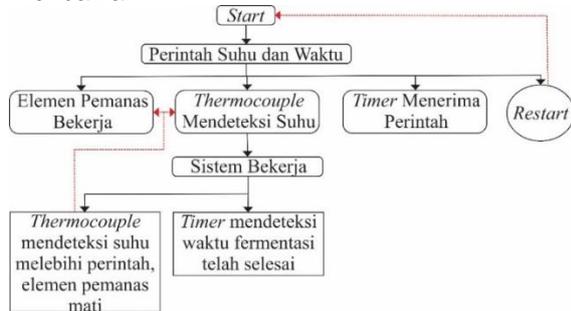
Perancangan alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dilakukan dengan perancangan *prototype* menggunakan *software* Proteus dan diaplikasikan dengan menggunakan wadah minuman steril. Pemilihan *software* proteus dikarenakan memiliki banyak sekali fitur komponen rangkaian yang lengkap sehingga dapat memudahkan dalam penggunaannya. Setelah dilakukan *prototyping* menggunakan *software* proteus, maka diaplikasikan dengan menggunakan wadah minuman steril. Tahapan ini dilakukan dengan menggabungkan komponen dari sensor dan elemen pemanas menjadi rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno. Rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

Proses pemrograman menggunakan *software* Arduino IDE untuk memprogram

perintah yang akan dijalankan dan ditampilkan di LCD 16x2. Proses kerja sistem pada rangkaian alat fermentasi biji kopi menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dapat dilihat pada diagram gambar 4 di bawah ini.



Keterangan:

- : Sistem menuju vitur berikutnya
- : Sistem menuju vitur sebelumnya

Gambar 4. Flowchart program menampilkan nilai suhu dan waktu (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan membandingkan hasil ukur antara thermometer dengan sensor DS18B20. Berikut merupakan hasil pengukuran dari thermometer dan sensor DS18B20.

Tabel 1. Kalibrasi sensor suhu DS18B20

No.	Termometer	Sensor DS18B20	Nilai Error (%)
1	27,0	26,8	0,00
2	27,0	26,8	0,00
3	27,2	26,9	1,10
4	27,2	27,0	0,74
5	27,5	27,1	1,45
6	27,2	27,1	0,37
7	27,5	27,2	1,10
8	27,5	27,2	1,10
9	27,2	27,0	0,74
10	27,0	26,8	0,74
11	27,2	26,9	1,10
12	27,2	27,1	0,37
13	27,5	27,2	1,10
14	27,0	26,8	0,00
15	27,0	26,8	0,00

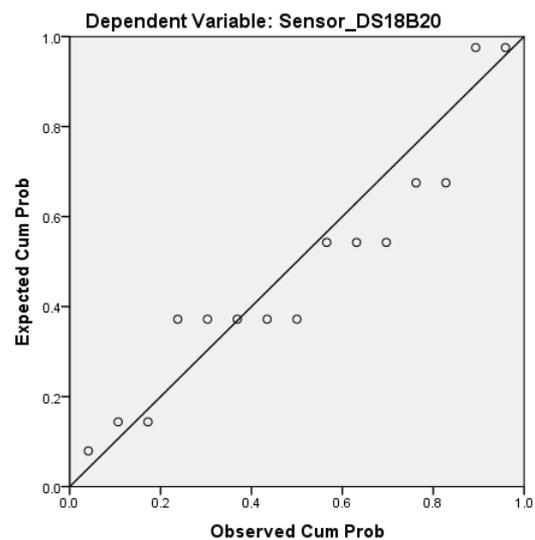
Data yang didapatkan dari pengukuran suhu air tersebut kemudian dilakukan uji regresi linier untuk mengetahui tingkat kevalidan sensor DS18B20.

Tabel 2. Hasil analisis uji regresi linier

Model Summary ^b				
			Adjusted R	Std. Error of
Model	R	R Square	Square	the Estimate
1	,919 ^a	,845	,833	,06591

a. Predictors: (Constant), Termometer

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Gambar 5. Grafik uji normalitas data pengukuran suhu (Sumber: SPSS V23).

Berdasarkan tabel hasil uji regresi linier dengan menggunakan aplikasi SPSS dapat diketahui bahwa besar nilai R square yaitu 0,845 atau 84,5%. Pada gambar 5 ditunjukkan bahwa grafik data yang diperoleh terdistribusi normal, dapat dilihat data yang tidak jauh menyimpang dari garis probabilitas grafik. Dapat disimpulkan bahwa alat pendeteksi suhu yang dirancang oleh peneliti mendapatkan data valid.

Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan hasil ukur antara higrometer dengan sensor DHT11. Berikut merupakan hasil pengukuran dari higrometer dan sensor DHT11.

Tabel 3. Kalibrasi sensor tingkat kelembaban

No.	Higrometer	Sensor DHT 11	Nilai Error (%)
1	70	69	0,01
2	69	68	0,01
3	70	70	0,00
4	70	69	0,01
5	69	68	0,01
6	69	68	0,01
7	70	70	0,00
8	71	71	0,00
9	70	69	0,01
10	71	71	0,00
11	70	70	0,00
12	72	72	0,00
13	71	71	0,00
14	71	71	0,00
15	70	70	0,00

Data yang didapatkan dari pengukuran tingkat kelembaban tersebut kemudian

dilakukan uji regresi linier untuk mengetahui tingkat kevalidan sensor DHT11.

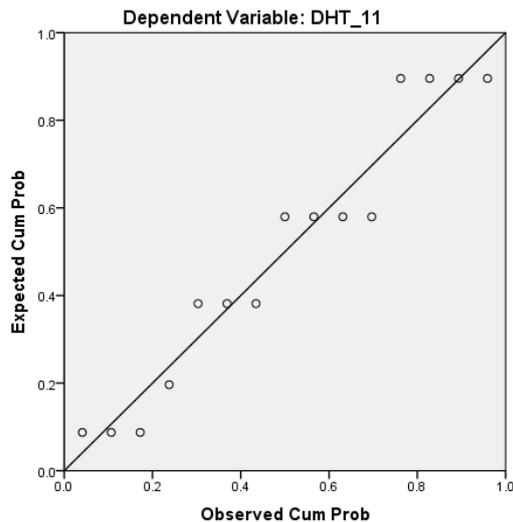
Tabel 4. Hasil analisis uji regresi linier

<i>Model Summary^b</i>				
			<i>Adjusted R Square</i>	<i>Std. Error of the Estimate</i>
<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R Square</i>	<i>Square</i>	
1	,957 ^a	,915	,908	,383

a. *Predictors:* (Constant), Higrometer

b. *Dependent Variable:* DHT_11

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Gambar 6. Grafik uji normalitas data pengukuran tingkat kelembaban (Sumber: SPSS V23)

Berdasarkan tabel hasil uji regresi linier dengan menggunakan aplikasi SPSS dapat diketahui bahwa besar nilai R square yaitu 0,915 atau 91,5%. Pada gambar 6 ditunjukkan bahwa grafik data yang diperoleh terdistribusi normal, dapat dilihat data yang tidak jauh menyimpang dari garis probabilitas grafik. Dari hasil uji tingkat kevalidan alat bahwa rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno tersebut dinyatakan valid.

SIMPULAN DAN SARAN

Telah berhasil dibuat prototipe fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis arduino uno. Perancangan alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dengan menggunakan sensor DS18B20, DHT11, modul RTC, relay, LCD 16x2, dan elemen pemanas sebagai komponen utama. Komponen tambahan dalam rangkaian berupa breadboard, kabel jumper pelangi, kabel USB, resistor, dan *project box*. Pemrograman alat menggunakan *software* Arduino IDE, dengan memanfaatkan *Firestore* sebagai data base dan LCD 16x2 sebagai penampilan informasi

mengenai suhu dan kelembaban selama proses fermentasi berlangsung. Hasil ukur suhu pada alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dihasilkan nilai R square sebesar 0,845 dan hasil ukur kelembaban pada alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno dihasilkan nilai R square 0,915. Dengan demikian hasil pengukuran suhu dengan alat fermentor kopi terkendali menggunakan elemen pemanas berbasis Arduino uno adalah sangat valid.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti sampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini yaitu mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika Universitas Jember, dosen-dosen jurusan Pendidikan Fisika Universitas Jember, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, dan keluarga peneliti.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriliana, A. 2018. *Teknologi Pengolahan Kopi Terkini*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Darma, B. 2021. *Statistika Penelitian Menggunakan SPSS*. Guepedia.
- Fikri, M. K., T. Prihandono, dan L. Nuraini. 2021. Pengaruh suhu dan lama waktu penyangraian terhadap massa jenis biji kopi robusta menggunakan mesin roasting tipe hot air. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 10(1):29–35.
- Laumal, F. 2017. *Implementasi Mikrokontroler Atmega328 di Bidang Pertanian dan Industri*. Yogyakarta: Samudra Biru.
- Mulyara, B. 2021. *Fermentasi dan Flavour Kopi Arabika*. Medan: UMSU Press.
- Ramanda, E., A. I. Hasyim, dan D. A. H. Lestari. 2016. Analisis daya saing dan mutu kopi di kecamatan sumberjaya kabupaten lampung barat. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis*. 4(3):253–261.
- Santoso, H. 2015. *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*. Cirebon.
- Sudarti, S. Bektiarso, A. Hariyanto, Yushardi, T. Prihandono, dan Sumardi. 2022. Fermentation method with help of extremely low frequency (elf) magnetic radiation to support luwak coffee superior products in sidomulyo village, silo district, jember regency, east java. *Unram Journal of Community Service*. 3(2):73–76.
- Wahyudi, Teguh, Pujiyanto, dan Misnawi. 2016. *KOPI, Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pascapanen, Produk Hilir, dan Sistem Kemitraan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Winarno, S. T. dan Darsono. 2019. *Ekonomi Kopi Rakyat Robusta di Jawa Timur*. Ponorogo: Penerbit Uwais.