

## RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MESIN *COLD BREW ULTRASONIC ASSISTED EXTRACTION* (UAE) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Aris Budiyanto<sup>1\*</sup>, Mamat Rahmat<sup>1</sup>, Setya Permana Sutisna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

\*e-mail: boris41215@gmail.com

### ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan sistem kontrol on-off untuk mengontrol temperatur dan durasi waktu proses ekstraksi pada Mesin Cold Brew Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini terdiri dari komponen peltier 12706, MLX90614, RTC DS3231, relay 6 channel, mikrokontroler Arduino Uno, kipas DC, keypad 4x1, serta LCD 16x2. Sistem kontrol dapat dibangun dengan menggunakan sensor MLX90614 dan RTC DS3231 yang dihubungkan terhadap LCD 16x2 sebagai penampil data pembacaan sensor dan di program menggunakan bahasa program C. Pada pengujian akurasi sistem kontrol durasi waktu proses, sensor RTC DS3231 mampu mengontrol durasi waktu proses ekstraksi dengan nilai rata-rata error sebesar 1,2 detik. Menggunakan metode regresi linier dan korelasi pearson pada pengujian akurasi sistem kontrol temperatur diperoleh nilai rata-rata error sebesar 0,001°C dan nilai korelasi regresi linier sebesar 0.9458. Selain nilai rata-rata error, pada sistem kontrol temperatur dihasilkan waktu respon sistem kendali selama 17 menit (1020 sekon) untuk mengubah nilai temperatur ruangan sebesar 30°C menjadi temperatur set point sebesar 25°C.

**Kata kunci :** Arduino Uno; Korelasi Pearson; Proteus 8; Regresi Linier; Ultrasonic Assisted Extraction;

### ABSTRACT

*In this research, an on-off control system was made to control the temperature and duration of the extraction process on the Arduino Uno Microcontroller-based Cold Brew Ultrasonic Assisted Extraction Machine (UAE). This system consists of 12706 Peltier components, MLX90614, RTC DS3231, 6 channel relay, Arduino Uno microcontroller, DC fan, 4x1 keypad, and 16x2 LCD. The control system can be built by using the MLX90614 sensor and RTC DS3231 which is connected to the LCD 16x2 as a sensor reader data viewer and programmed using the C program language. In testing the accuracy of the processing time duration control system, the RTC DS3231 sensor can control the extraction process time duration with an average value average error of 1.2 seconds. Using the linear regression method and Pearson correlation in testing the accuracy of the temperature control system obtained an average error value of 0.001°C and a linear correlation value of 0.9458. In addition to the average error value, the temperature control system produces a response time for the control system for 17 minutes (1020 seconds) to change the room temperature value of 30 ° C to a set point temperature of 25 ° C.*

**Keywords :** *Arduino Uno, Pearson Correlation, Proteus 8, Linear Regression, Ultrasonic-Assisted Extraction;*

### 1. PENDAHULUAN

Teknik penyeduhan kopi atau teh yang dilakukan dengan langkah perendaman berkisar 8 hingga 24 jam dan tanpa menggunakan sistem pemanasan sama sekali dikenal dengan *cold brew*. Kandungan kafein dan tingkat keasaman yang dihasilkan oleh *cold brew* jauh lebih baik dibandingkan dengan *hot brew* sehingga aman dikonsumsi oleh para penikmat teh atau kopi yang memiliki lambung sensitif (Rao & Fuller, 2018). Selain aman bagi lambung, *cold brew* bermanfaat untuk menangkap radikal bebas pada

tubuh karena mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dan kandungan *phenolic* pada teh (Lantano, Rinaldi, Cavazza, Barbanti, & Corradini, 2015).

Sehubungan dengan lamanya waktu ekstraksi atau proses perendaman berkisar 8 hingga 24 jam maka diperlukan sebuah *improvement* metode ekstraksi yang lebih efektif salah satunya dengan *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE). *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) adalah suatu metode ekstraksi yang menempatkan material ekstrak dan pelarut ke dalam bejana ekstraksi yang dilengkapi dengan *ultrasonic*

*transducer*. Proses ekstraksi dilakukan melalui transduser gelombang ultrasonik ke dalam larutan dengan frekuensi  $\geq 20$  kHz dan menggunakan cairan sebagai media perambatan. Penggunaan gelombang ultrasonik mampu menimbulkan efek kavitasi yang dapat memecah dinding sel bahan sehingga komponen bioaktif keluar dengan mudah dan didapatkan hasil ekstrak yang maksimal dengan proses ekstraksi yang jauh lebih singkat dibandingkan metode ekstraksi konvensional (Kuldiloke, 1999).

Penelitian mengenai efektifitas dalam penggunaan *ultrasonic assisted extraction* di bandingkan metode ekstraksi lainnya sudah banyak dilakukan seperti penelitian (Sholihah, Ahmad, & Budiastira, 2017) menggunakan *ultrasonic assisted extraction* mampu meningkatkan rendemen sebesar 1.02 hingga 2.66 %, kadar antosianin 23 hingga 88% dan aktivitas antioksidan 17 hingga 40% dari ekstrak kulit buah manggis. (Baihaqi, Budiastira, Yasni, & Darmawati, 2013) mampu meningkatkan rendemen oleoresin dari biji pala dengan waktu yang lebih singkat yaitu selama 45 menit dibandingkan dengan perlakuan metode konvensional maserasi yang memakan waktu selama 7 jam.

Selain mampu meningkatkan nilai efektifitas, faktor yang terlibat dalam proses *ultrasonic assisted extraction* dapat menimbulkan efek kurang baik terhadap kualitas ekstraksi jika tidak dikelola dengan sempurna. Seperti penelitian (Mulyadi, Dewi, & Prayudi, 2015) menyatakan dengan efek durasi waktu ekstraksi selama 15 dan 20 menit menyebabkan penurunan rendemen dari Virgin Coconut Oil (VCO). (I Wayan Angga Sukma, Bambang Admadi Harsojuwono, 2017) (I Wayan Angga Sukma, Bambang Admadi Harsojuwono, 2017) menyatakan semakin tinggi suhu pemanasan yang diberikan maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan pada rumput laut hijau *Sargassum* sp.

Penelitian dilakukan guna merancang suatu sistem kontrol terhadap durasi waktu ekstraksi dan temperatur yang akan dideteksi oleh beberapa sensor sehingga menghasilkan nilai variabel keluaran. Supaya nilai keluaran variabel sensor tersebut sesuai dengan *range*/nilai yang diinginkan maka nilai besaran akan diukur, diolah dan dikendalikan oleh mikrokontroler *Arduino Uno*.

## 2. METODE PENELITIAN

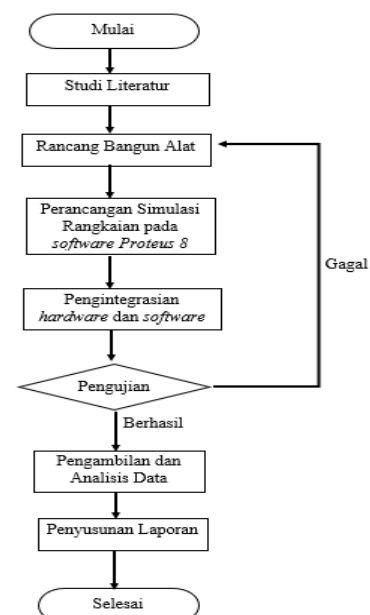
Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat diagram blok sistem kontrol dan algoritma program sistem kontrol menggunakan *Arduino Software (IDE)*. Selanjutnya melakukan instalasi sistem mesin UAE di Laboratorium Sistem Kontrol dan Nano Teknologi, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan Diagram blok sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 2.

### 2.1 Alat dan Bahan

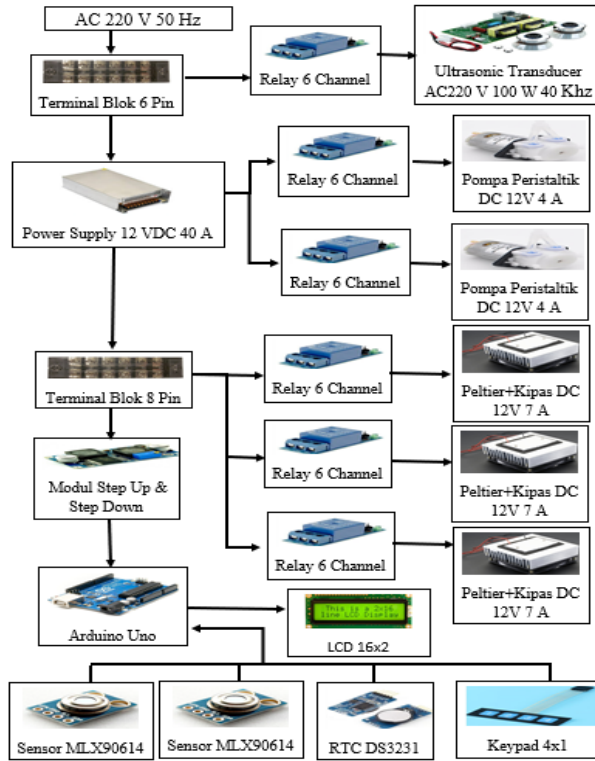
Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) Termometer, (2) Serial monitor *Arduino Uno*. Bahan yang digunakan dalam merancang sistem kontrol adalah (1) Pompa peristaltik, (2) Mikrokontroler *Arduino Uno*, (3) *Arduino Software IDE*, (4) Mesin UAE, (5) Peltier 12706, (6) *Keypad 4x1*, (7) LCD 16x2, (8) *Relay Module*, (9) *Power Supply*, (10) *Board Power Driver Ultrasonic Transducer 40 Khz*.

### 2.2 Metode Pengujian

Pengujian sistem kontrol mesin UAE dilakukan dengan cara melakukan uji fungsional komponen yang digunakan pada seluruh sistem kontrol dan pengujian tingkat akurasi sensor pada sistem kontrol temperatur dan sistem kontrol durasi waktu ekstraksi.



Gambar 1. Bagan alir penelitian



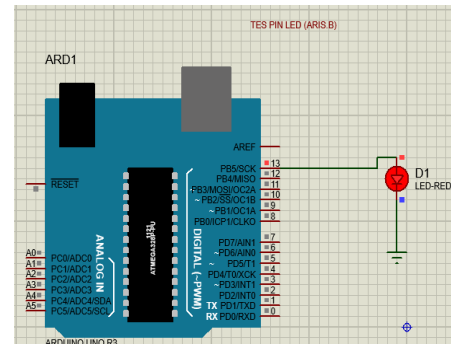
Gambar 2. Diagram blok sistem

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

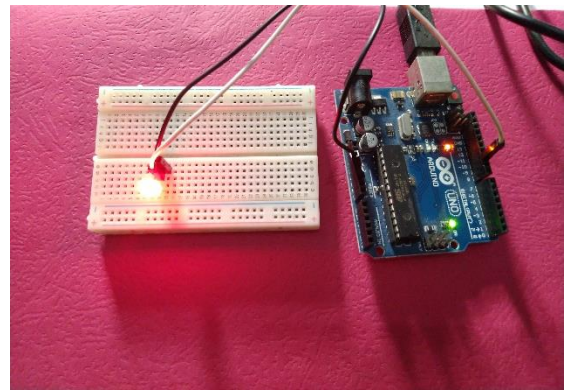
#### 3.1 Pengujian Mikrokontroler *Arduino Uno*.

Pengujian Mikrokontroler *Arduino Uno R3* dilakukan menggunakan bantuan simulator *Proteus 8* dan indikator LED untuk menguji rangkaian skematik dan memastikan pada seluruh pin dimasing-masing port *Arduino Uno R3* masih berfungsi. Adapun program yang diisikan ke dalam simulator *Proteus 8* dan mikrokontroler *Arduino Uno* adalah sebagai berikut:

```
void setup() {
//Deklarasi pin sebagai OUTPUT.
pinMode(10, OUTPUT);
}
void loop() {
digitalWrite(10, HIGH); // Menyalakan LED
delay(1000);           // Waktu menyala selama 1 detik
digitalWrite(10, LOW); // Mematikan LED
delay(1000);          // Waktu mati selama 1 detik
}
```



Gambar 3. Pengujian rangkaian skematik *Arduino Uno*



Gambar 4. Pengujian pin mikrokontroler *Arduino Uno*

Tabel 1. Hasil percobaan mikrokontroler *Arduino Uno*.

No	Input	Output	Keterangan
1	High(1)	Nyala	Bekerja Normal
2	Low(0)	Mati	Bekerja Normal

Dari pengujian rangkaian skematik dan pengujian pin mikrokontroler *Arduino Uno* yang dilakukan dapat diketahui bahwa semua pin digital mikrokontroler *Arduino Uno* dalam kondisi baik karena pin digital *output* pada arduino yaitu pin 0 sampai pin 13 ketika dipasangkan dengan lampu LED dapat memberikan respon (menyala) sesuai dengan program/perintah yang diberikan.

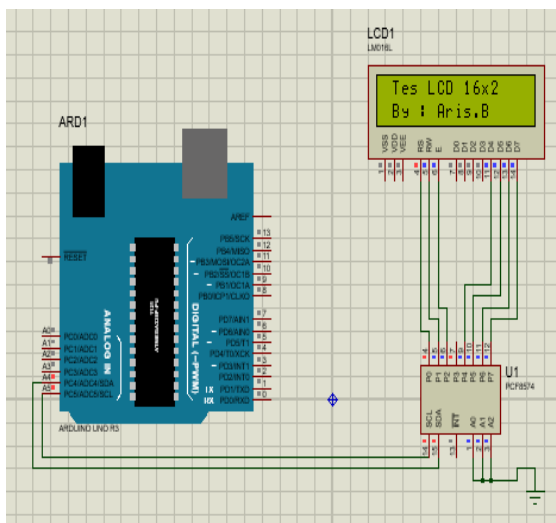
#### 3.2 Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa LCD dalam

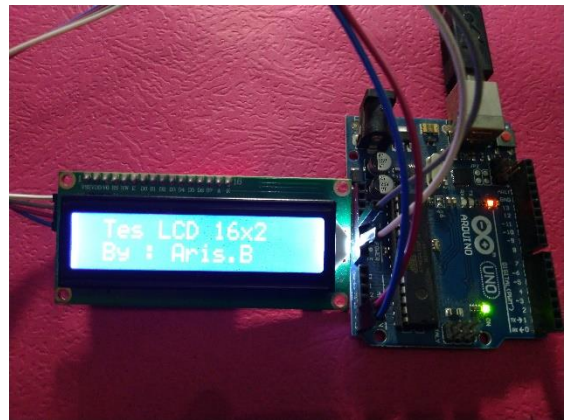
kondisi baik yaitu mampu menampilkan karakter yang diinginkan pada setiap kolom dan baris LCD. Pengujian LCD dilakukan menggunakan bantuan rangkaian skematik I2C pada simulator *Proteus 8* dan modul I2C pada *Arduino Uno* yang dihubungkan dengan komponen LCD 16x2. Adapun program dasar yang di input kedalam simulator *Proteus 8* dan mikrokontroler *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library Modul I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Setting alamat modul LCD I2C
void setup()
{
  lcd.begin(16,2); // Setting jenis LCD yang digunakan yaitu 16 kolom dan 2 baris.
  lcd.backlight(); // Mengatur nyala lampu latar belakang LCD
  delay(250);
  lcd.noBacklight();
  delay(250);
  lcd.backlight();
}
void loop()
{
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Tes LCD 16x2 ");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" By : Aris.B ");
  delay(1000);}

```



Gambar 5. Pengujian rangkaian skematik I2C LCD 16x2



Gambar 6. Pengujian komponen LCD 16x2.

Berdasarkan dari hasil pengujian rangkaian skematik I2C dan komponen LCD 16x2, LCD mampu menampilkan setiap karakter pada kolom dan baris sesuai dengan program/perintah kerja yang diberikan, sehingga dapat diketahui bahwa LCD 16x2 dalam kondisi baik.

### 3.3 Pengujian Relay 6 Channel

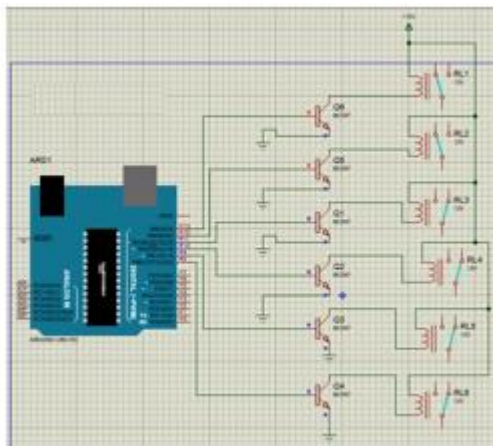
Pengujian *relay 6 channel* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa setiap *channel relay* dapat bekerja dengan baik yaitu mampu memutuskan dan menghubungkan arus listrik sesuai dengan *delay* waktu tertentu. Pengujian *relay* dilakukan dengan cara memberikan program sederhana untuk mati dan nyala setiap *channel relay* berdasarkan pin digital *output* yang telah ditentukan dan pengujian rangkaian skematik menggunakan simulator *Proteus 8*. Adapun program sederhana *relay* yang di *input* kedalam simulator *Proteus 8* dan mikrokontroler *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

```
int ch = 6; // 6 buah channel relay yang digunakan
int relay[]={8,9,10,11,12,13}; // Arduino pin output yang digunakan
int wait = 2000; // delay nyala mati relay
int i=0;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Menampilkan ke serial monitor
  // setting pin output relay yang digunakan secara kontinyu
  for(i=0; i < ch; i++)
  {
    pinMode(relay[i], OUTPUT); // deklarasi i(th) pin sebagai output

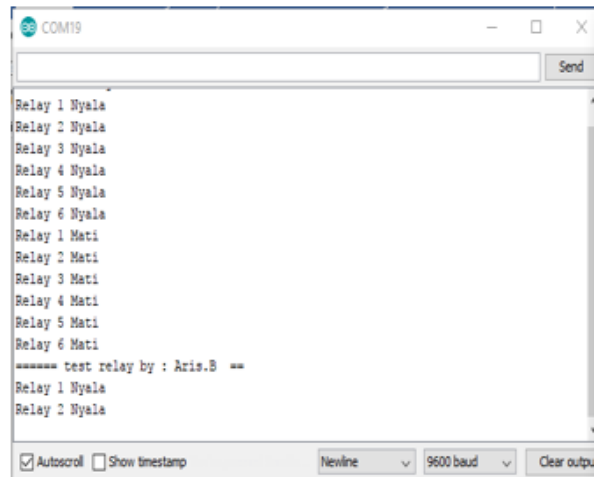
```

```

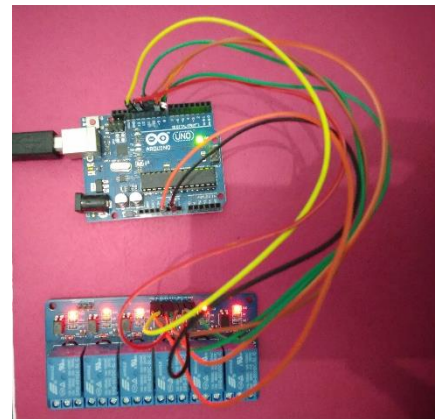
digitalWrite(relay[i], HIGH); // setting kondisi
awal relay
}
Serial.println("Aris. B Relay Test");
}
void loop() {
for(int i=0; i < ch; i++)
{
Serial.print("Relay");
Serial.print(i+1);Serial.println(" Nyala");
digitalWrite(relay[i], LOW); // perintah
menyalakan relay
delay(wait);
}
for(int i=0; i < ch; i++)
{
Serial.print("Relay ");
Serial.print(i+1);
Serial.println(" Mati");
digitalWrite(relay[i],HIGH);//Perintah
mematikan relay
delay(wait);
}
Serial.println("==== test relay by : Aris.B
==");
}
    
```



Gambar 7. Pengujian rangkaian skematik relay 6 channel



Gambar 8. Tampilan pada serial monitor Arduino Uno



Gambar 9. Pengujian komponen relay 6 channel

Tabel 2. Hasil pengujian relay 6 channel.

No	Input	Serial Monitor	Output pin
1	HIGH	Relay 1 Nyala	Pin 8
2	HIGH	Relay 2 Nyala	Pin 9
3	HIGH	Relay 3 Nyala	Pin 10
4	HIGH	Relay 4 Nyala	Pin 11
5	HIGH	Relay 5 Nyala	Pin 12
6	HIGH	Relay 6 Nyala	Pin 13
7	LOW	Relay 1 Mati	Pin 8
8	LOW	Relay 2 Mati	Pin 9
9	LOW	Relay 3 Mati	Pin 10
10	LOW	Relay 4 Mati	Pin 11
11	LOW	Relay 5 Mati	Pin 12
12	LOW	Relay 6 Mati	Pin 13

Berdasarkan dari Tabel 2, hasil pengujian rangkaian skematik dan komponen relay yang

ditampilkan oleh serial monitor dapat diketahui bahwa komponen *relay 6 channel* dalam kondisi baik. Hal ini dibuktikan dengan komponen *relay* yang mampu menghidupkan dan memutuskan arus listrik setiap *relay channel* berdasarkan dengan perintah program yang telah diberikan yaitu setiap *channel relay* mati dan menyala selama dua detik.

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("DATE :");
    lcd.print(rtc.getDateStr());
    delay(1000);
}

```

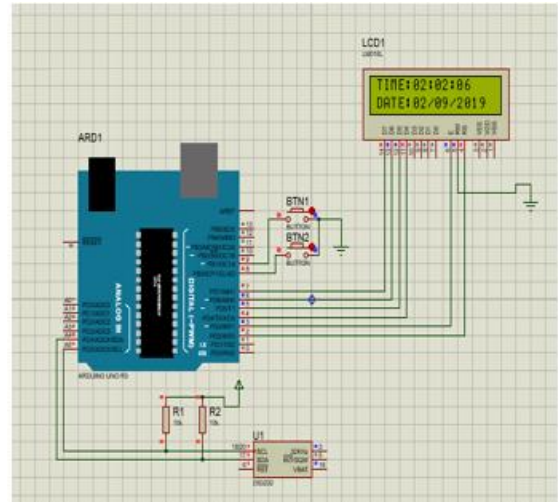
### 3.4 Pengujian RTC DS3231

Pengujian RTC DS3231 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah *timer* yang diperoleh dari modul RTC DS3231 dapat bekerja dengan baik atau tidak, sebagai pengatur durasi nyala *ultrasonic transducer* pada mesin UAE. Pengujian rangkaian skematik RTC DS3231 dilakukan dengan menggunakan simulator *Proteus 8* dan untuk uji akurasi waktu dilakukan dengan cara membandingkan hasil waktu RTC DS3231 dengan waktu pada laptop. Adapun program sederhana modul RTC DS3231 yang di *input* kedalam simulator *Proteus 8* dan mikrokontroler *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

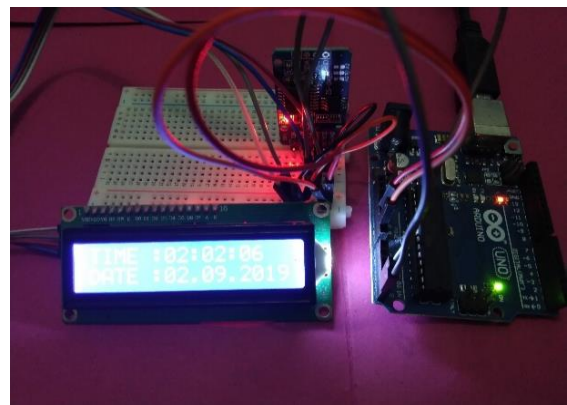
```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DS3231.h> // Interface Library DS3231
DS3231 rtc(SDA, SCL);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set alamat LCD I2C
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16,2);
    rtc.begin();
    rtc.setDOW(MONDAY); // Set hari ke Monday
    rtc.setTime(02, 02, 0); // Set waktu dengan format jam, menit, detik
    rtc.setDate(02, 9, 2019); // Set tanggal, bulan, tahun
    lcd.backlight();
    delay(250);
    lcd.noBacklight();
    delay(250);
    lcd.backlight();
}
void loop()
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("TIME :");
    lcd.print(rtc.getTimeStr());

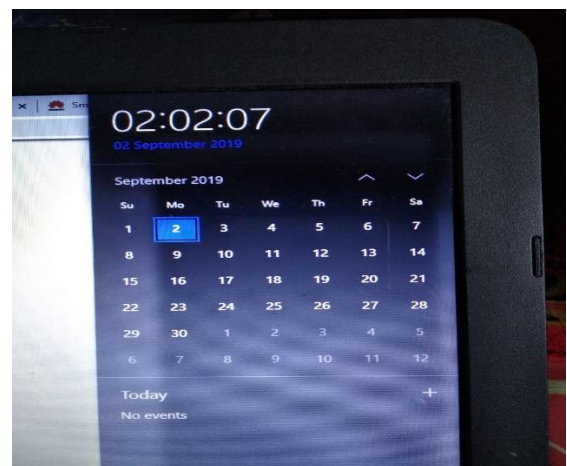
```



Gambar 10. Pengujian rangkaian skematik RTC DS3231



Gambar 11. Pengujian komponen RTC DS3231

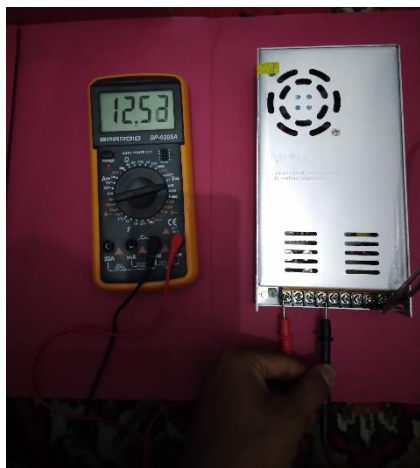


Gambar 12. Tampilan tanggal dan waktu pada laptop

Berdasarkan dari gambar hasil pengujian rangkaian skematik dan komponen RTC DS3231 dapat diketahui bahwa komponen RTC DS3231 bekerja dengan baik, karena nilai waktu yang di hasilkan oleh RTC DS3231 dengan nilai waktu pada laptop didapatkan selisih nilai sebesar 1 detik.

### 3.5 Pengujian Power Supply

Beberapa komponen yang digunakan pada sistem kontrol mesin UAE membutuhkan jenis sumber tegangan DC maka dibutuhkan sebuah *power supply* yang mampu menurunkan dan merubah jenis sumber tegangan 220VAC menjadi 12VDC. Untuk mengetahui *power supply* dalam keadaan baik atau tidak maka dilakukan pengujian pada *power supply* yaitu dengan cara menghubungkan kabel *input power supply* dengan sumber tegangan 220VAC dan ukur tegangan *input* maupun *output* yang dihasilkan menggunakan multimeter digital.



Gambar 13. Pengujian *power supply*

Tabel 3. Hasil pengujian *power supply*.

No	Kondisi Tegangan	Output Multimeter	Kesimpulan
1	Input	220VAC	Bekerja Normal
2	Output	12VDC	Bekerja Normal

Berdasarkan dari hasil gambar dan tabel pengujian *power supply* dihasilkan nilai keluaran tegangan *input* dan *output* bekerja normal sehingga dapat diketahui bahwa *power supply* dalam keadaan baik.

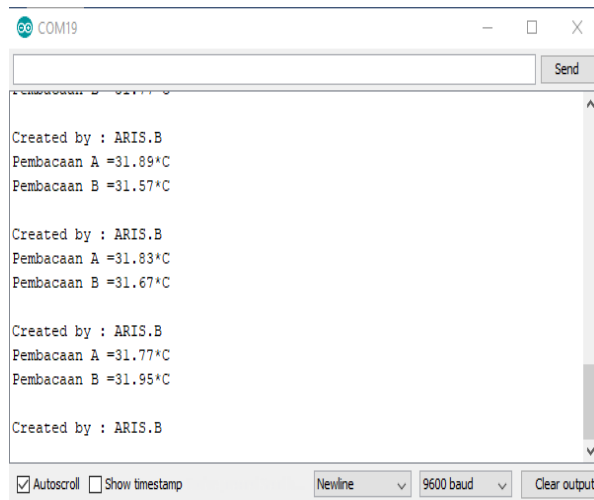
### 3.6 Pengujian Sensor MLX 90614

Pengujian sensor MLX 90614 dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa sensor MLX 90614 dalam keadaan baik yaitu mampu membaca dan menghasilkan nilai temperatur dengan satuan °C. Pada mesin UAE menggunakan dua buah sensor MLX 90614 maka dalam pengujian sensor masing-masing sensor di definisikan sebagai Pembacaan A untuk sensor 1 dan Pembacaan B untuk sensor 2. Pengujian sensor dilakukan dengan cara memberikan program sederhana pada *Arduino Uno* yang terhubung pada sensor dan menggunakan ujung solder sebagai objek pembacaan dengan jarak yang sama pada kedua sensor. Adapun program sederhana sensor MLX 90614 yang di *input* kedalam mikrokontroler *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

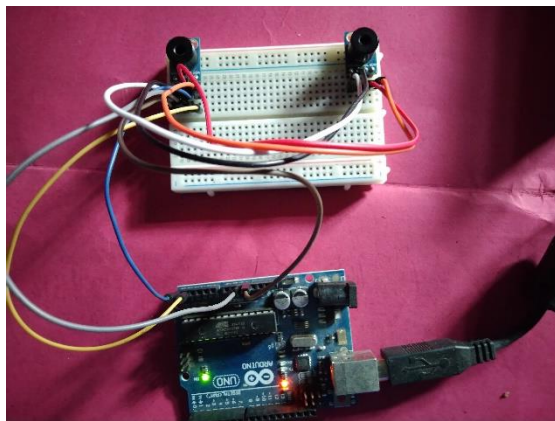
```
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#define IR1 0x5A // Set alamat IC Sensor 1
#define IR2 0x5B // Set alamat IC Sensor 2
Adafruit_MLX90614 mlx; // Library Sensor MLX 90614

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mlx.begin();
}

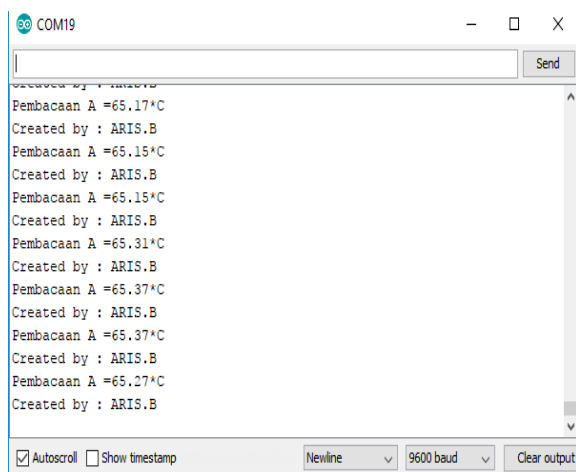
void loop() {
  mlx.AddrSet(IR1);
  Serial.print("Pembacaan A = ");
  Serial.print(mlx.temp1);
  Serial.println(" *C");
  mlx.temp1 = mlx.readObjectTempC();
  mlx.AddrSet(IR2);
  Serial.print("Pembacaan B = ");
  Serial.print(mlx.temp2);
  Serial.println(" *C");
  mlx.temp2 = mlx.readObjectTempC();
  Serial.println();
  Serial.print("Created by : ARIS.B");
  Serial.println();
  delay(1000);
}
```



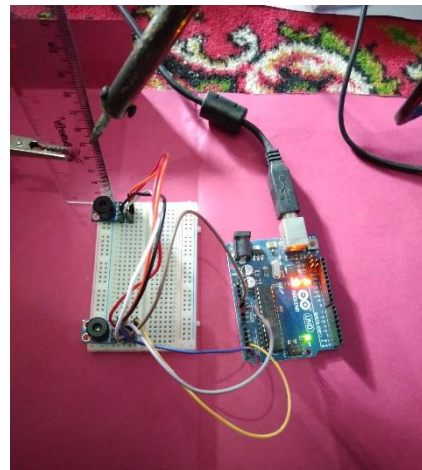
Gambar 14. Tampilan serial monitor sensor tanpa objek pembacaan



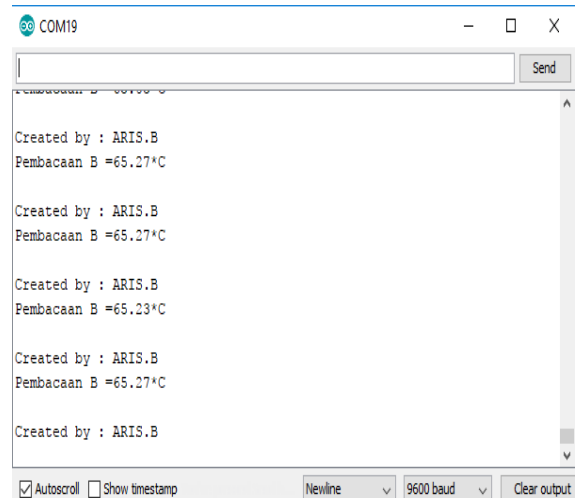
Gambar 15. Pengujian sensor MLX90614 tanpa objek pembacaan.



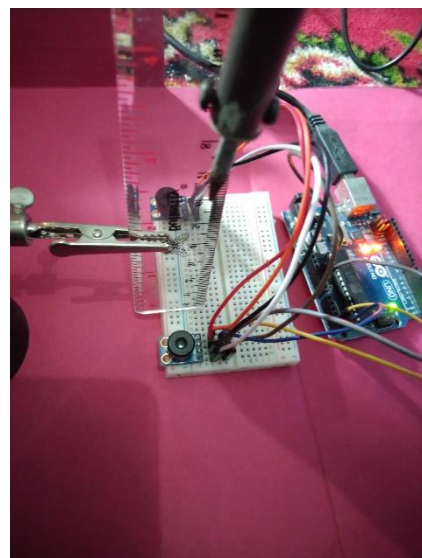
Gambar 16. Tampilan serial monitor sensor 1 dengan objek pembacaan ujung solder.



Gambar 17. Pengujian sensor 1 dengan objek pembacaan ujung solder.



Gambar 18. Tampilan serial monitor sensor 2 dengan objek pembacaan ujung solder

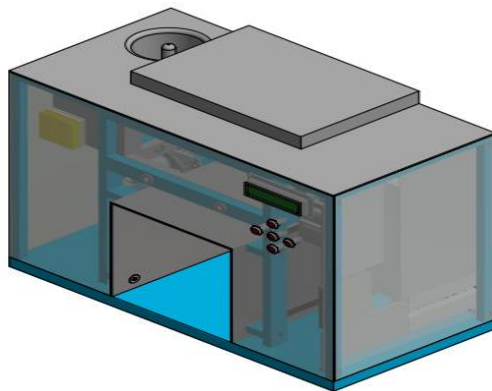


Gambar 19. Pengujian sensor 2 dengan objek pembacaan ujung solder.



Berdasarkan dari hasil gambar pengujian diatas dapat diketahui bahwa sensor 1 dan sensor 2 MLX 90614 dapat bekerja dengan baik karena nilai *output* yang ditampilkan pada serial monitor *Arduino Uno* antara menggunakan objek pembacaan dan tanpa objek pembacaan menghasilkan nilai temperatur yang berbeda.

**3.7 Pengujian Rangkaian Sistem Kontrol Durasi Waktu Ekstraksi.**



Gambar 20. Mesin Cold Brew Ultrasonic Assisted Extraction

Pengujian rangkaian sistem kontrol durasi waktu ekstraksi dilakukan untuk mengetahui apakah komponen dan rangkaian sistem pengendalian durasi nyala pada mesin UAE dapat bekerja secara normal sesuai algoritma program. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai hasil durasi waktu pada RTC DS3231 dengan durasi waktu yang dihasilkan oleh *stopwatch* dan respon yang terjadi terhadap *relay transduser*.

Tabel 4. Hasil pengujian durasi waktu antara RTC DS3231 dengan *stopwatch*

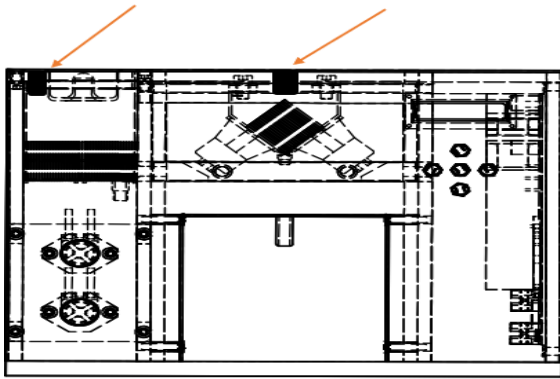
Pengujian Ke-	Input RTC Menit Ke-	Kondisi Relay	Durasi Nyala RTC (Detik)	Hasil Waktu Stopwatch (Detik)	Error
1	42	ON	60	58	2
	43	OFF			
2	47	ON	60	59	1
	48	OFF			
3	51	ON	60	62	2
	52	OFF			
4	54	ON	60	59	1

	55	OFF			
5	3	ON	60	59	1
	4	OFF			
6	6	ON	60	61	1
	7	OFF			
7	8	ON	60	62	2
	9	OFF			
8	11	ON	60	61	1
	12	OFF			
9	14	ON	60	59	1
	15	OFF			
10	16	ON	60	60	0
	17	OFF			
Rata-rata error					1,2

Hasil pengujian durasi antara RTC DS3231 dengan *stopwatch* dan respon yang terjadi terhadap *relay* dapat dilihat pada tabel 4.4. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan durasi waktu yang sama yaitu 60 detik diperoleh nilai  $error = \frac{(d1+d2+...dn)}{\text{banyak data}}$  dan kondisi *relay* setiap 60 detik sekali.

Berdasarkan dari hasil pengujian durasi waktu komponen RTC DS3231. Komponen RTC DS3231 dapat bekerja dengan baik karena berdasarkan dari data hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 1,2 detik yang berarti tingkat akurasi durasi waktu yang dihasilkan oleh RTC DS3231 tidak terlalu jauh ketika dibandingkan dengan durasi waktu yang dihasilkan oleh *stopwatch*. Untuk komponen *relay* dapat bekerja dengan baik karena lama nyala dan mati *relay* sesuai dengan *setting input* yang diberikan.

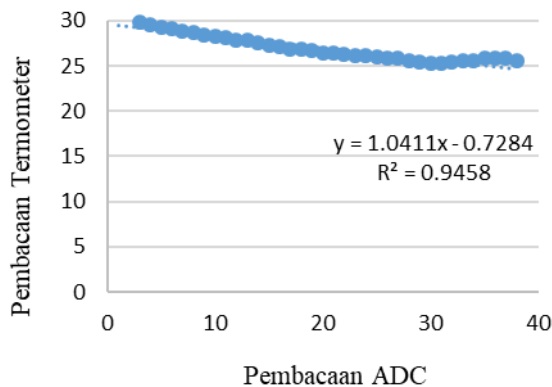
**3.8 Pengujian Rangkaian Sistem Kontrol Temperatur.**



Gambar 21. Letak posisi sensor temperatur pada mesin UAE

Pengujian sistem pengendalian temperatur dilakukan untuk mengetahui apakah komponen sistem dan algoritma program pada rangkaian sistem pengendalian temperatur mesin UAE dapat bekerja secara normal dengan cara uji akurasi dan uji kestabilan sistem. Pada mesin UAE menggunakan dua buah sensor temperatur yang diletakkan pada bejana penampung air dan bejana UAE dengan jarak sensor terhadap objek air +/- 0.5 cm. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai pembacaan temperatur sensor MLX 90614 dengan nilai pembacaan termometer menggunakan metode regresi linier dan untuk pengujian kestabilan sistem sensor dilakukan dengan cara mengamati kemampuan pembacaan sensor terhadap waktu dalam mencapai *set point*.

**3.8.1 Hasil Uji Akurasi Sensor Temperatur.**



Gambar 22. Grafik perbandingan nilai ADC sensor dengan termometer.

Berdasarkan dari hasil plot grafik diatas menunjukkan data pada sumbu X adalah data pembacaan ADC dan data pada sumbu Y adalah

data pembacaan termometer. Perhitungan metode regresi linier dilakukan menggunakan bantuan *microsoft excel* dan dihasilkan nilai persamaan  $y = 1.0411x - 0.7284$  yang dapat diartikan, bahwa suhu yang dihasilkan oleh pembacaan termometer sama dengan 1.0411 dikalikan dengan nilai hasil pembacaan ADC dikurangi 0.7284.

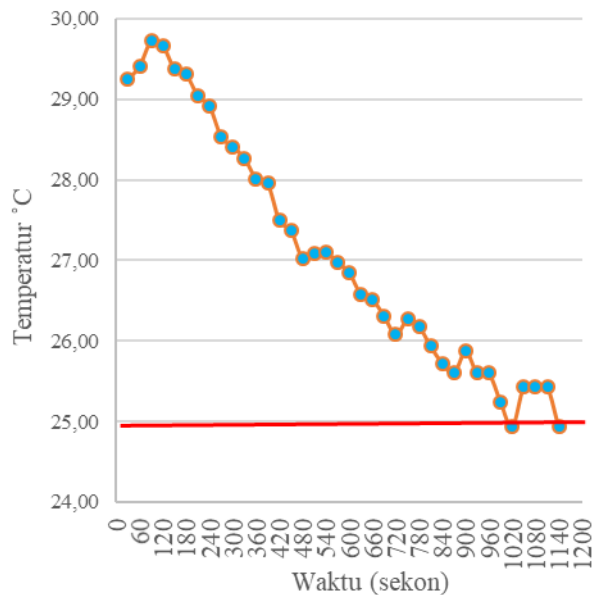
Tabel 5. Penentuan kriteria korelasi metode pearson

r	Kriteria Hubungan
0	Tidak ada korelasi
0 - ± 0.5	Korelasi Lemah
± 0.5 - ± 0.8	Korelasi Sedang
± 0.8 - ± 1	Korelasi Kuat/Erat
± 1	Korelasi Sempurna

Selain dihasilkan nilai persamaan regresi linier, berdasarkan dari gambar 12 plot grafik dihasilkan nilai korelasi sebesar 0.9458 yang menandakan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang kuat sesuai dengan penentuan kriteria korelasi menurut *Pearson* yang disajikan dalam tabel 5.

Hasil pengujian akurasi sensor dengan termometer dapat dilihat pada gambar 12. Pengujian dilakukan selama 19 menit (1140 detik) dengan cara catat nilai keluaran data ADC pada serial monitor *Arduino Uno* dan nilai keluaran data dari termometer dengan durasi waktu pengambilan data setiap 30 detik sekali. Berdasarkan dari gambar 12 menunjukkan bahwa tingkat akurasi pembacaan sensor sangat baik karena nilai rata-rata  $error = \frac{(d1+d2+...dn)}{\text{banyak data}}$  antara nilai ADC sensor dengan nilai pembacaan termometer sebesar 0,001°C.

**3.8.2 Hasil Uji Kestabilan Sistem Kontrol Temperatur.**



Gambar 23. Grafik pengujian sensor dalam mencapai set point

Berdasarkan dari gambar 13 didapatkan hasil respon sistem kendali dengan waktu respon yang dibutuhkan yaitu selama 17 menit (1020) detik untuk mengubah nilai temperatur air sebesar 30°C menjadi temperatur *set point*. Pengujian ini dilakukan dengan mengatur *set point* sebesar 25°C pada program *Arduino Uno* dan membiarkan sensor untuk membaca objek ukur yaitu air selama 19 menit (1140 detik). Nilai *set point* diatur 25°C karena temperature yang digunakan dalam ekstraksi *cold brew* adalah 20°C - 25 °C. Hasil pembacaan temperatur sensor digunakan sebagai indikasi aktuator berupa elemen peltier dalam melakukan pengontrolan. Ketika hasil temperatur yang terbaca oleh sensor lebih dari *set point* maka elemen peltier menyala ( $T > T_{set\ point}$ ) dan jika ( $T < T_{set\ point}$ ) maka elemen peltier akan mati.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Rangkaian sistem skematik yang dibangun dan komponen yang digunakan dalam sistem kontrol mesin UAE dapat bekerja normal.
2. Dari hasil pengujian sistem kontrol durasi waktu ekstraksi dihasilkan nilai *error* antara RTC DS3231 dengan *stopwatch* sebesar 1.2 detik dan respon

yang ditunjukkan oleh *relay* sesuai dengan *input* yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor RTC DS3231 yang digunakan dalam sistem dapat mengatur durasi nyala mati *relay* dan memiliki tingkat akurasi yang baik.

3. Dari hasil pengujian sistem kontrol temperatur dihasilkan nilai *error* sensor temperatur terhadap termometer sebesar 0.001°C dan korelasi regresi linier sebesar 0.9458 (korelasi kuat). Hal Ini menunjukkan bahwa sensor temperatur yang digunakan yaitu sensor MLX 90614 memiliki tingkat akurasi yang baik.
4. Selain tingkat akurasi pada hasil pengujian sistem kontrol temperatur dihasilkan waktu respon sistem kontrol yaitu selama 17 menit (1020 detik) untuk mengubah temperatur air sebesar 30 °C menjadi 25 °C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Baihaqi, Budiastira, I. W., Yasni, S., & Darmawati, E. (2013). Peningkatan Efektivitas Ekstraksi Oleoresin Pala Menggunakan Metode Ultrasonik. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9),1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- I Wayan Angga Sukma, Bambang Admadi Harsojuwono, I. W. A. (2017). Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Mutu Alginat Dari Rumput Laut Hijau *Sargassum* sp. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) 2017*, 41(2), 84–93.
- Kuldiloke, J. (1999). Effect of Ultrasound, Temperature and Pressure Treatments on Enzyme Activity and Quality Indicators of Fruit and Vegetable Juices. *Von Der Fakultät III – Prozeßwissenschaften – Institut Für Lebensmitteltechnologie Lebensmittelbiotechnologie Und – Prozeßtechnik Der Technischen Universität Berlin Zur Erlangung Des Akademischen Grades*, 44(2), 359–359. <https://doi.org/10.1017/s0020859099000541>
- Lantano, C., Rinaldi, M., Cavazza, A., Barbanti,

- D., & Corradini, C. (2015). Effects of alternative steeping methods on composition, antioxidant property and colour of green, black and oolong tea infusions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8276–8283. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1971-4>
- Mulyadi, A. F., Dewi, I. A., & Prayudi, R. (2015). Pengaruh Frekuensi Dan Waktu Pretreatment Ultrasound Assisted Extraction ( Uae ) Terhadap Rendemen Dan Kualitas Virgin Coconut Oil. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 16(3), 167–172.
- Rao, N. Z., & Fuller, M. (2018). Acidity and Antioxidant Activity of Cold Brew Coffee. *Scientific Reports*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34392-w>
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastra, I. (2017). Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksi dan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 5(2).