

## Sistem *Booster* dan Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Fermentasi Tapai Ketan Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis IoT

Joanica Intan Cahyandari, Harmadi\*

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 29 April 2023  
Direvisi: 16 Mei 2023  
Diterima: 27 Juni 2023

#### Kata kunci:

Alkohol  
*Booster*  
Fermentasi  
IoT  
Tapai

#### Keywords:

Alcohol  
*Booster*  
Fermentation  
IoT  
Tapai

#### Penulis Korespondensi:

Harmadi  
Email: [harmadi@sci.unand.ac.id](mailto:harmadi@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Proses fermentasi tapai ketan sebagai salah satu makanan tradisional yang disukai oleh masyarakat Sumatra Barat membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu selama 48 jam sampai 72 jam. Fermentasi yang terlalu lama dapat menghasilkan tapai yang memiliki kandungan alkohol yang tinggi dan rasa asam yang kurang disukai masyarakat. Penelitian bertujuan untuk membuat sistem *booster* dan pendeteksi kadar alkohol pada fermentasi tapai ketan menggunakan sensor MQ-3 berbasis IoT. Sistem *booster* menggunakan elemen Peltier untuk mengontrol suhu ruang fermentasi tapai pada rentang 35°C sampai 40°C yang dideteksi oleh sensor DHT11. Peningkatan kadar gas alkohol selama proses fermentasi dideteksi oleh sensor MQ-3. Kadar gas alkohol 0,58% menjadi acuan bahwa tapai sudah matang. Hasil pengukuran suhu, kelembapan, dan kadar gas alkohol selama proses fermentasi ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk berbasis IoT. *Buzzer* berbunyi pada saat tapai matang. Waktu fermentasi tapai ketan hitam lebih lama yaitu selama 39 jam, sedangkan tapai ketan putih selama 36 jam. Tapai ketan yang dihasilkan memiliki tekstur yang lunak, berair, dan memiliki rasa yang manis dengan kadar gas alkohol yang sama sebesar 0,58%.

*The process of fermenting sticky rice as one of the traditional foods favored by the people of West Sumatra takes quite a long time, namely for 48 hours to 72 hours. Fermentation that takes too long can produce tapai which has a high alcohol content and a sour taste that people don't like. This study aims to create a booster system and detect alcohol levels in fermented fermented sticky rice using the IoT-based MQ-3 sensor. The booster system uses a Peltier element to control the temperature of the tapai fermentation room in the range of 35°C to 40°C which is detected by the DHT11 sensor. The increase in alcohol gas levels during the fermentation process is detected by the MQ-3 sensor. The alcohol gas content of 0.58% is a reference that the tapai is cooked. The results of measuring temperature, humidity, and alcohol gas levels during the fermentation process are displayed on the LCD and the IoT-based Blynk application. The buzzer sounds when the tapai is cooked. The black sticky rice fermented time was longer, namely 39 hours, while the white sticky rice lasted 36 hours. The sticky rice produced has a soft, runny texture, and has a sweet taste with the same alcohol gas content of 0.58%.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki berbagai macam hasil pertanian. Penduduk Indonesia tidak hanya mengonsumsi nasi sebagai makanan pokoknya, beberapa hasil pertanian seperti singkong, ubi, kentang, sagu, jagung juga merupakan makanan pokok penduduk Indonesia (Aini, 2016). Beras ketan sebagai salah satu hasil pertanian biasanya diolah menjadi tapai yang merupakan makanan khas Indonesia (Anugreni dkk., 2020).

Tapai ketan merupakan makanan tradisional hasil fermentasi yang disukai oleh masyarakat Indonesia khususnya wilayah Sumatra Barat yang biasanya disajikan bersama lemag, sehingga disebut dengan lemag tapai. Bahan dasar tapai salah satunya ialah beras ketan yang kaya akan pati, mempunyai tekstur yang lunak dan berair dengan rasa yang manis, asam, dan sedikit bercitarasa alkohol (Fathnur, 2019). Tapai difermentasi menggunakan ragi yang berfungsi untuk mengubah karbohidrat menjadi glukosa dan alkohol (Dwiari dkk., 2008).

Rekayasa teknologi fermentasi merupakan salah satu cara pengolahan makanan dengan menggunakan mikroorganisme yang biasanya dilakukan pada komoditi ubi kayu dan beras. Kualitas tapai dapat dinilai dari segi rasa, kadar alkohol, aroma, dan tekstur (Kanino, 2019). Rasa pahit pada tapai dipengaruhi oleh kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Fermentasi yang terlalu lama dapat menghasilkan tapai yang memiliki kandungan alkohol yang tinggi dan rasa asam yang kurang disukai masyarakat. Proses fermentasi tapai dengan metode konvensional membutuhkan waktu selama  $\pm 72$  jam (Berlian dkk., 2016). Waktu fermentasi tersebut membuat penikmat tapai harus menunggu cukup lama, selain itu tapai juga tidak dapat dipastikan kualitasnya.

Alat otomatis sudah banyak digunakan dalam dunia industri menggantikan tenaga manusia yang dapat mempercepat dan mempermudah proses produksi. Teknologi *Internet of Things* (IoT) salah satunya, IoT dapat membantu manusia dalam mengintegrasikan, mengontrol, dan memproses informasi pada suatu sistem selama masih terhubung dengan internet (Effendi dkk., 2022). IoT terdiri dari jaringan yang dapat mengidentifikasi obyek dengan sensor dan kemampuan koneksi yang menjadi dasar untuk pengembangan sebuah layanan atau aplikasi (Setiadi, 2018). IoT dapat digunakan untuk otomatisasi dan *monitoring* dalam proses produksi. Penambahan IoT dapat diaplikasikan dalam sistem fermentasi tapai ini.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat berkontribusi dalam perancangan sistem untuk mengukur suatu bahan tertentu yang terkandung dalam makanan. Merta dkk. (2017) berhasil merancang alat ukur kadar alkohol menggunakan sensor MQ-3 berbasis Mikrokontroler Atmega16. Sembilan sampel minuman diukur kadar alkoholnya menggunakan sensor MQ-3. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan kadar alkohol yang tertera pada label minuman. Keterbatasan dari penelitian ini yaitu hanya bertujuan untuk membuktikan kadar alkohol yang tertera pada label dari sampel minuman dan hasil pengukuran terbatas pada tampilan *Visual Basic* yang hanya menampilkan persentase kadar alkohol.

Aini (2016) berhasil merancang sistem deteksi kadar gas alkohol pada peuyeum (tapai singkong) menggunakan sensor MQ-3. Kadar gas alkohol dan keterangan “sudah matang” dari peuyeum ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD). Keterbatasan dari penelitian ini yaitu tidak adanya sistem kontrol suhu dan kelembapan sebagai salah satu variabel dalam proses fermentasi tapai. Hasil deteksi sistem juga hanya terbatas pada tampilan LCD.

Rifki dkk. (2022) berhasil merancang sistem *booster* fermentasi tapai ketan menggunakan mikrokontroler arduino nano. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan kotak fermentasi tapai. Keterbatasan dari penelitian ini yaitu kurangnya respon elemen pemanas tegangan *Direct Current* (DC) dan kipas DC sebagai pengatur suhu dan kelembapan dalam proses fermentasi tapai. Hasil deteksi sistem juga hanya terbatas pada tampilan LCD.

Berdasarkan permasalahan pada beberapa penelitian sebelumnya maka dirancang sistem *booster* dan pendeteksi kadar alkohol pada fermentasi tapai ketan menggunakan sensor MQ-3 berbasis IoT. Sistem dapat mempercepat proses fermentasi 2 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional dengan kadar alkohol tapai yang terukur. Faktor-faktor penentu kualitas kematangan tapai ketan seperti suhu, kelembapan, dan kadar alkohol dipantau melalui LCD dan *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk berbasis IoT dengan jangkauan yang lebih jauh.

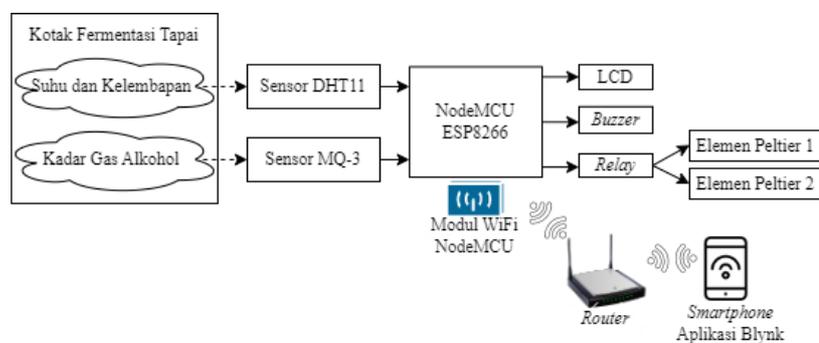
## II. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu laptop, multimeter, solder, tang penjepit dan pemotong. Bahan yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, sensor MQ-3, elemen Peltier, LCD, *relay 2 channel*, *power supply* MB102, *buzzer*, akrilik, *jumper*, *breadboard*, beras ketan putih dan hitam, ragi, dan gula.

### 2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

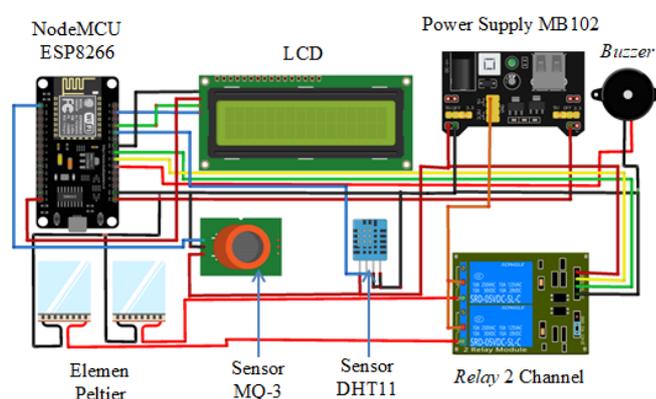
Prinsip kerja dari sistem yaitu dengan mendeteksi kadar gas alkohol yang dideteksi oleh sensor MQ-3 selama proses fermentasi. Suhu dan kelembapan dari ruang fermentasi dideteksi oleh sensor DHT11. Elemen Peltier dengan *relay* sebagai saklar digunakan untuk mengontrol suhu ruang fermentasi agar tetap pada rentang 35°C sampai 40°C yang dideteksi oleh sensor DHT11 untuk mempercepat proses fermentasi tapai. Hasil data yang diperoleh ditampilkan pada LCD dan *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk berbasis IoT. *Buzzer* memberi notifikasi berupa alarm sebagai tanda bahwa tapai sudah matang. Diagram blok sistem *booster* dan pendeteksi kadar alkohol pada fermentasi tapai ketan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

### 2.3 Perancangan Perangkat Keras Sistem

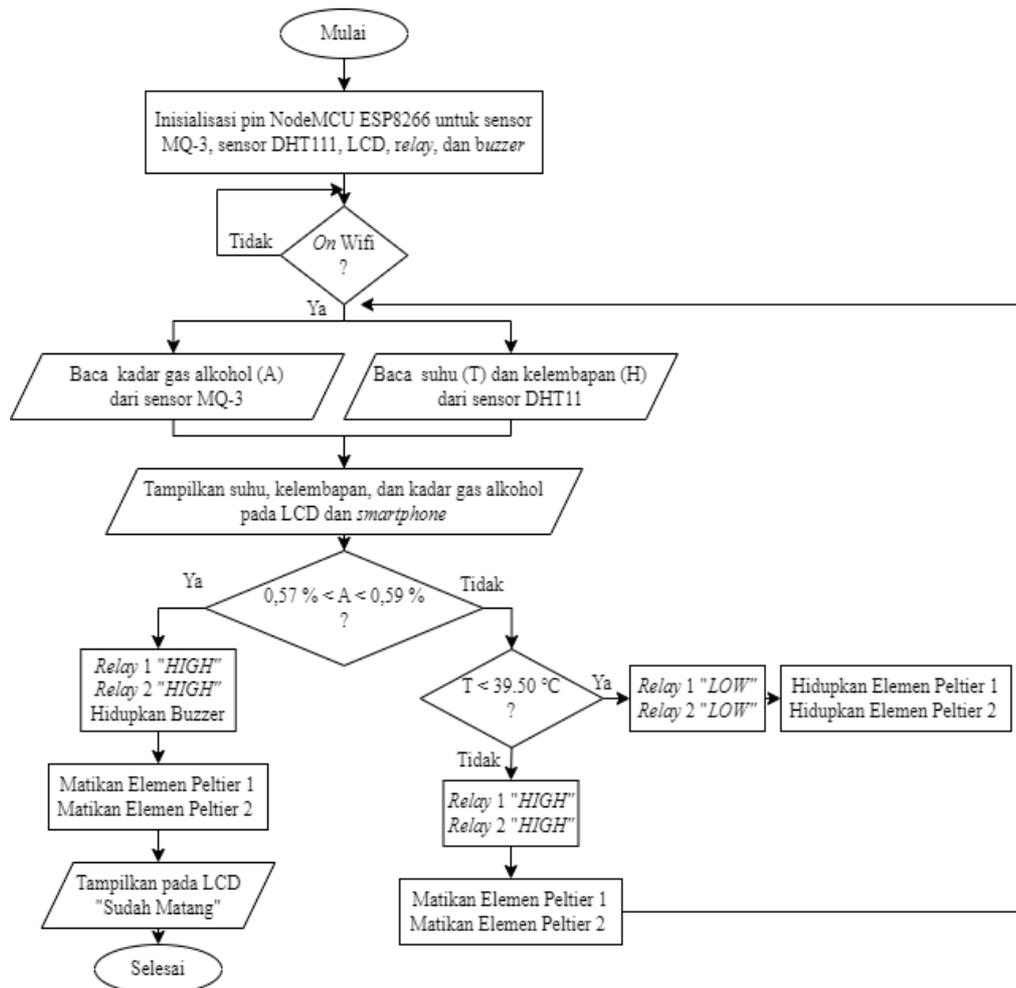
Perancangan perangkat keras sistem bertujuan untuk mengetahui kemampuan semua komponen yang terintegrasi satu sama lain dan dapat bekerja sesuai perintah program yang diberikan. Skema rangkaian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian keseluruhan sistem

### 2.4 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Program perancangan sistem ditulis dengan bahasa pemrograman C menggunakan *software* Arduino IDE. Masukan yang digunakan pada program adalah suhu, kelembapan, dan kadar gas alkohol dari ruang fermentasi tapai ketan. Kematangan tapai ditentukan dari kadar gas alkohol yang dihasilkan. Diagram alir perangkat lunak sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir perangkat lunak sistem

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Pengujian Elemen Peltier

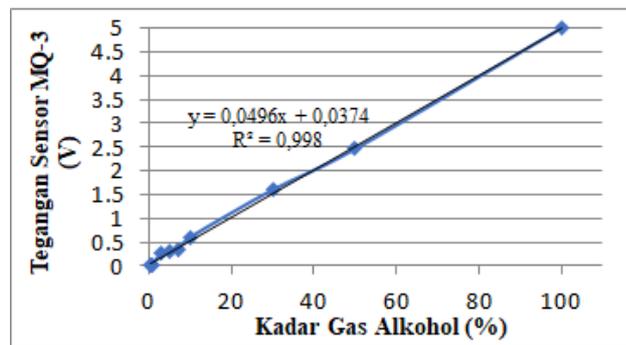
Pengujian elemen Peltier dilakukan untuk mengetahui kemampuannya dalam memanaskan sistem yang dihubungkan dengan *relay* sebagai saklar. *Relay* dapat bekerja dengan baik dalam menghidupkan atau mematikan elemen Peltier. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah *LOW* atau *HIGH* pada *relay* sehingga didapatkan data seperti pada Tabel 1. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan, *relay* dapat digunakan untuk menghidupkan elemen Peltier saat diberi perintah *LOW* dan mematikannya saat diberi perintah *HIGH*.

Tabel 1 Hasil pengujian elemen Peltier

Percobaan	Relay 1	Relay 2	Elemen Peltier 1	Elemen Peltier 2
1	LOW	LOW	ON	ON
2	LOW	HIGH	ON	OFF
3	HIGH	LOW	OFF	ON
4	HIGH	HIGH	OFF	OFF

#### 3.2 Karakterisasi Sensor MQ-3

Karakterisasi sensor MQ-3 dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan kadar gas alkohol yang terdeteksi terhadap nilai tegangan yang dihasilkan sensor. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan program sederhana yang ditulis dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Hasil karakterisasi sensor menghasilkan grafik hubungan antara kadar gas alkohol yang terdeteksi dengan tegangan keluaran sensor seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4** hubungan kadar gas alkohol yang terdeteksi dengan tegangan keluaran sensor MQ-3

Gambar 4 menunjukkan hubungan yang linear antara kadar gas alkohol yang terdeteksi dengan tegangan keluaran sensor MQ-3. Fungsi transfer yang diperoleh dari data pengukuran adalah  $y=0,0496x+0,0374$ , dengan  $y$  merupakan besaran fisis untuk tegangan keluaran dan variabel  $x$  merupakan besaran untuk kadar gas alkohol yang terdeteksi. Fungsi transfer tersebut menyatakan bahwa setiap perubahan kadar gas alkohol yang terdeteksi mengakibatkan perubahan tegangan sebesar 0,0496 V/% dengan nilai tegangan *offset* sebesar 0,0374 V dan regresi sebesar  $R^2 = 0,998$ .

### 3.3 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk melihat keakuratannya dengan cara membandingkan nilai suhu dan kelembapan dengan alat pembanding yaitu Lutron MCH-383SD. Pengujian sensor dilakukan menggunakan program sederhana yang ditulis dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Data hasil pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Hasil pengujian sensor DHT11

No	Sensor DH11		Lutron MCH-383SD		Error	
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (%)	Kelembapan (%)
1	29,7	68,7	30,6	65,3	2,94	5,21
2	30,2	67,7	30,7	66,2	1,63	2,27
3	30,6	67,7	30,7	66,2	0,33	2,27
4	30,7	65,7	30,8	65,6	0,32	0,15
5	31	63,7	31,2	64,9	0,64	1,85
6	31,1	63,7	31	63,8	0,32	0,16
7	31,5	64,7	31,3	64,9	0,64	0,31
8	31,6	65,7	31,4	65,8	0,64	0,15
9	32,5	61,7	32,3	63,1	0,62	2,22
10	33,2	60,7	32,3	62,7	2,79	3,19
<b>Rata-rata error (%)</b>					<b>1,09</b>	<b>1,78</b>

Pengujian sensor DHT11 dengan Lutron MCH-383SD menghasilkan 10 data suhu dan kelembapan. Data hasil ditampilkan pada LCD dan IoT menggunakan aplikasi Blynk. Persentase rata-rata *error* suhu yang didapatkan sebesar 1,09% dan kelembapan sebesar 1,78%. Suhu dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor DHT11 yang digunakan sesuai dengan *datasheet* sensor yaitu mampu mendeteksi pada rentang suhu 0°C sampai 50°C dan kelembapan 20% sampai 90%.

### 3.4 Pengujian Perangkat Lunak Sistem

Hasil pengujian perangkat lunak sistem dilakukan untuk melihat pengaruh penggunaan WiFi pada sistem IoT pada aplikasi Blynk sehingga data hasil deteksi sensor dapat terkirim. Pengujian dilakukan dengan variasi sumber WiFi yang digunakan. Data hasil yang didapatkan berhasil ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk berbasis IoT dengan program yang telah ditanamkan pada NodeMCU ESP8266. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil menunjukkan bahwa sumber WiFi yang digunakan tidak mempengaruhi pengiriman data hasil pengukuran selama koneksinya terhubung.

**Tabel 3** Hasil pengujian perangkat lunak sistem

No	Koneksi WiFi	Tampilan Blynk
1	WiFi <i>smartphone</i> (terhubung)	Data terkirim
2	WiFi rumah (terhubung)	Data terkirim
3	WiFi terputus	Data tidak terkirim

### 3.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan dan Pengambilan Data

Hasil pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan membuat fermentasi tapai ketan dari awal sampai akhir (tapai matang). Sistem dapat mengontrol suhu ruang fermentasi pada rentang 35°C sampai 40°C sehingga waktu fermentasi tapai dapat berlangsung dengan lebih cepat. Pengujian sistem pertama dilakukan untuk fermentasi tapai ketan putih sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4** Hasil pengujian sistem untuk fermentasi tapai ketan putih

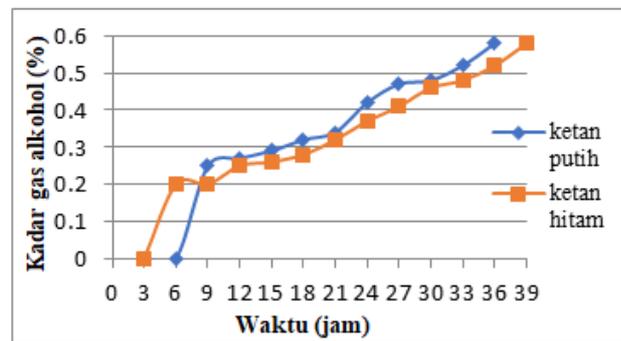
No	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kadar Gas Alkohol (%)	Elemen Peltier		Data Aplikasi Blynk
				1	2	
1	39,3	75,7	0	ON	ON	Terkirim
2	39,7	76,7	0	OFF	OFF	Terkirim
3	39,6	76,7	0,25	OFF	OFF	Terkirim
4	39,3	76,7	0,27	ON	ON	Terkirim
5	39,3	78,7	0,29	ON	ON	Terkirim
6	39,7	76,7	0,32	OFF	OFF	Terkirim
7	38,8	78,7	0,34	ON	ON	Terkirim
8	39,3	75,7	0,42	ON	ON	Terkirim
9	38,7	77,7	0,47	ON	ON	Terkirim
10	38,3	76,7	0,48	ON	ON	Terkirim
11	38,5	71,7	0,52	ON	ON	Terkirim
12	34,9	73,7	0,58	OFF	OFF	Terkirim

Pengambilan data dilakukan setiap 3 jam. Pengujian sistem untuk fermentasi tapai ketan putih berlangsung selama 36 jam dengan kadar gas alkohol sebesar 0,58%. Tapai ketan putih yang dihasilkan memiliki tekstur yang lunak dan berair dengan rasa yang manis. Pengujian sistem kedua dilakukan untuk fermentasi tapai ketan hitam sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil pengujian sistem untuk fermentasi tapai ketan hitam

No	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Kadar Gas Alkohol (%)	Elemen Peltier		Data Aplikasi Blynk
				1	2	
1	35,4	82,7	0	ON	ON	Terkirim
2	36,3	84,7	0,2	ON	ON	Terkirim
3	36,4	84,7	0,2	ON	ON	Terkirim
4	36,1	85,7	0,25	ON	ON	Terkirim
5	36,4	85,7	0,26	ON	ON	Terkirim
6	37,4	84,7	0,28	ON	ON	Terkirim
7	38,3	84,7	0,32	ON	ON	Terkirim
8	38,4	83,7	0,37	ON	ON	Terkirim
9	38,3	83,7	0,41	ON	ON	Terkirim
10	38,7	83,7	0,46	ON	ON	Terkirim
11	38,3	81,7	0,48	ON	ON	Terkirim
12	37,9	81,7	0,52	ON	ON	Terkirim
13	35,9	72,7	0,58	OFF	OFF	Terkirim

Pengujian sistem untuk fermentasi tapai ketan hitam berlangsung lebih lama yaitu selama 39 jam. Tapai ketan hitam yang dihasilkan memiliki tekstur yang tidak terlalu lunak dan berair dibandingkan tapai ketan putih. Proses fermentasi tapai ketan hitam berlangsung lebih lama karena memiliki tekstur yang lebih keras daripada beras ketan putih. Lingkungan diluar sistem juga cukup berpengaruh pada suhu dan kelembapan selama proses fermentasi. Grafik kenaikan kadar gas alkohol selama fermentasi tapai ketan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5** Grafik kenaikan kadar gas alkohol selama fermentasi tapai ketan

Sistem *booster* dan pendeteksi kadar alkohol pada fermentasi tapai ketan menggunakan sensor MQ-3 berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik dengan rata-rata waktu fermentasi 37,5 jam dengan kadar gas alkohol akhir yang sama sebesar 0,58%. Fermentasi tapai ketan dengan metode konvensional membutuhkan waktu selama 48 jam sampai 72 jam.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem *booster* dan pendeteksi kadar gas alkohol menggunakan sensor MQ-3 berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik dengan waktu fermentasi 2 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk berbasis IoT.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aini, C. (2016). Pendeteksi Kadar Gas Alkohol Pada Peuyeum Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis Arduino Uno. *Churrotul Aini*, 10, 3–7.
- Anugreni, F., Candra, R. A., Ben, H., Hardisal, Adami, F., & Syam, I. (2020). *Design of Alcohol Percent Detection Devices for Food Based on Arduino Uno*. *Jurnal Inotera*, 5(2), 113–119. <https://doi.org/10.31572/inotera.vol5.iss2.2020.id118>.
- Berlian, Z., Aini, F., & Ulandari, R. (2016). Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Jurnal Biota*, 2(1), 106–111.
- Dwiari, S. R., Asadayanti, D. D., Nurhayati, Sofyaningsih, M., Yudhanti, S. F. a. R., & Yoga, I. B. K. W. (2008). Teknologi Pangan SMK Jilid 1. In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69).
- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 91–98. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923>.
- Fathnur. (2019). Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih (*Oryza Sativa L. Var Glutinosa*) Dan Singkong (*Manihot Sp.*) Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda. *Jurnal Agrisistem*, 15(2), 71–79.
- Kanino, D. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ragi Pada Pembuatan Tape Ketan (*The Effect of Yeast Concentration on Making Tape Ketan*), 2 NO 1, 64–71. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jppa/issue/view/700>.
- Merta, I. G. S., Widagda, I. G. A., & Alit Paramarta, I. B. (2017). Perancangan Alat Ukur Kadar Alkohol Menggunakan Sensor Mq-3 Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Buletin Fisika*, 18(2), 74. <https://doi.org/10.24843/bf.2017.v18.i02.p06>.
- Rifki, M., Lisdawati2, A. N., & Karim3, S. (2022). Uji Kinerja Alat Booster Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Setiadi, D. (2018). Penerapan *Internet Of Things (Iot)* Pada Sistem Monitoring Irigasi (*Smart Irigasi*). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 3(2), 95–102. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.5>.