



Temperature and Humidity Control System for Tempe Gembus Fermentation Process Based on Internet of Things

Riski Sinta Sari, Nuryanto , Andi Widiyanto

Department of Information Technology, Universitas Muhamadiyah Magelang, Indonesia

 nuryanto@ummgl.ac.id

 <https://doi.org/10.53017/ujmr.63>

Received: 17/06/2021

Revised: 07/07/2021

Accepted: 08/07/2021

Abstract

Tempe gembus is made from tofu dregs which are fermented by tempe mushrooms rhizopus sp. Fermentation process of tempe gembus using conventional method takes 2 days 1 night/about 36-48 hours with temperatures between 25oC-35oC, humidity 60-80%. To maintain temperature and humidity stability by covering the cloth and opening the cloth. This research will discuss how to maintain temperature and humidity automatically using the ESP8266 microcontroller which controls the temperature and humidity sensors using DHT11. When the temperature is below 35 °C the system will perform an automatic action in the form of a light on. When the temperature is above 35 °C, the system will automatically turn on the fan until the temperature returns to normal. The output of this system is displayed on thingspeak and can be seen through thingsview which can be accessed via a smartphone by utilizing the wireless features found on the ESP8266. Tempe gembus fermentation is strongly influenced by the temperature and humidity of the fermentation room. The test results show that using an automatic control system is 16 hours faster than conventional methods.

Keywords: Temperature; Humidity; ESP8266

Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe Gembus Berbasis *Internet of Things*

Abstrak

Tempe gembus dibuat dengan bahan ampas tahu yang di fermentasi oleh jamur tempe rhizopus sp. Proses fermentasi tempe gembus dengan cara konvensional membutuhkan waktu 2 hari 1 malam/sekitar 36-48 jam dengan suhu antara 25-35 °C, kelembaban 60-80%. Untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban dengan cara menutupi kain dan membuka kain. Pada penelitian ini membahas bagaimana menjaga suhu dan kelembaban secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang mengontrol sensor suhu dan kelembaban menggunakan DHT11. Pada saat suhu dibawah 35 °C sistem akan melakukan tindakan otomatis berupa lampu menyala. Saat suhu diatas 35 °C sistem akan melakukan tindakan otomatis fan menyala hingga suhu kembali normal. Keluaran dari sistem ini ditampilkan pada thingspeak dan dapat dilihat melalui thingsview yang bisa diakses melalui smartphone dengan memanfaatkan fitur wireless yang terdapat pada ESP8266. Pada fermentasi tempe gembus sangat di pengaruhi oleh suhu dan kelembaban ruang fermentasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa menggunakan sistem kontrol otomatis, lebih cepat 16 jam dari pada metode konvensional.

Kata-kata kunci: Suhu; Kelembaban; ESP8266

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi *Internet of Things* merupakan teknologi yang memungkinkan benda-benda terhubung dengan jaringan *internet*. Teknologi ini ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Hingga saat ini, teknologi IOT sudah dikembangkan dan diaplikasikan. Cara kerjanya setiap obyek diberikan identitas unik (*IP Address*) agar dapat terhubung dengan *internet* sehingga bisa diakses kapan saja dan dimana saja. Dengan keterhubungan tersebut data-data pada obyek tersebut dapat dihimpun dan diolah untuk keperluan-keperluan tertentu [1].

Pemanfaatan bahan sisa-sisa proses pengolahan pangan yang banyak sekali terdapat di Indonesia, belum banyak mendapat perhatian. Masih banyak bahan sisa pengolahan bahan pangan yang belum dimanfaatkan dengan baik. Di samping mengatasi pencemaran lingkungan, pemanfaatan bahan sisa juga dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi, khususnya kekurangan protein. Ampas tahu merupakan salah satu bahan sisa proses pengolahan tahu yang banyak terdapat di Indonesia [2].

Ampas tahu ini sebagian besar di manfaatkan untuk pakan ternak dan sebagian kecil di olah menjadi tempe gembus. Padahal ampas tahu masih mempunyai kandungan gizi yang sangat baik [3], [4]. Ampas tahu mengandung protein 22,28%; lemak 5,87% dan karbohidrat 71,83% [3]. Ampas tahu mengandung serat kasar sebanyak 12,0-14,5%. Nilai PER ampas tahu (2,71) lebih tinggi dibanding tahu (2,51) maupun susu kedelai (2,11) [4]. Nilai cerna protein hasil olah kedelai adalah 78,7% untuk ampas tahu, 92,7% untuk tahu dan 65,3% untuk kedelai rebus [5].

Tempe gembus merupakan makanan tradisional yang berasal dari Indonesia dengan kandungan gizi yang baik. Hampir sebagian besar masyarakat Indonesia menjadikan tempe sebagai menu lauk mereka. Tidak hanya masyarakat kelas bawah, masyarakat menengah ke atas pun juga mengonsumsinya. Tempe gembus dibuat dengan bahan utama yaitu ampas tahu yang difermentasi oleh jamur tempe *rhizopus sp.* Tempe gembus mempunyai kandungan gizi yang terdiri dari protein 5%, lemak 2%, karbohidrat (sebagai serat) 11%, dan abu 1% pada kadar air 81% [5].

Sebab itu terdapat peluang bisnis yang dimanfaatkan oleh para indutri rumahan untuk memproduksi dan memasarkan tempe gembus itu sendiri. Namun sering kali timbul masalah dalam pembuatan tempe khususnya di musim yang suhu dan kelembabannya tidak menentu seperti saat ini. Berubah-ubahnya cuaca membuat suhu dan kelembaban didalam ruangan pembuatan tempe juga berubah-ubah. Biasanya jika cuaca baik proses fermentasi tempe cara manual membutuhkan waktu 2 hari 1 malam/sekitar 36-48 jam dengan suhu antara 25-35 °C, kelembaban 60-80% RH dan terkadang produsen tempe tidak dibekali pengetahuan yang pasti tentang suhu dan kelembaban yang bagus dalam proses fermentasi tempe [6]. Hal ini dapat mengakibatkan tempe tidak bisa terbentuk tepat pada waktunya dan kualitasnya juga berkurang [7].

Pada umumnya, dalam pembuatan tempe para produsen tempe masih menggunakan cara manual. Pada cuaca dingin, tempe biasanya ditutupi dengan kain atau penutup lain supaya suhu pada tempe tetap stabil dan tempe dapat matang tepat waktu. Saat melakukan ini, mereka tidak tahu berapa suhu dan kelembaban dalam ruangan tersebut [8]. Proses fermentasi tempe yang masih menggunakan cara manual dapat memakan waktu yang lama dan produksi tempe sedikit terhambat. Bahkan apabila suhu dan kelembaban tidak sesuai dapat merusak tempe atau dapat dikatakan tempe gagal produksi [9].

Sehingga dibutuhkan suatu alat yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban di ruangan pembuatan tempe. Pada dasarnya proses fermentasi pada tempe dipengaruhi suhu dan kelembaban yang dimana fermentasi pada tempe membutuhkan suhu 30-35 °C. Oleh

karena itu banyak sekali permasalahan dalam masyarakat yang bisa diselesaikan. dengan perkembangan teknologi di era sekarang yang begitu pesat dalam berbagai bidang. Seperti alat yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban di ruangan pembuatan tempe. Alat pendeteksi ini memanfaatkan modul rangkaian sensor suhu dan sensor kelembaban DHT 11. Arduino Uno sebagai pusat pengontrolan dari driver lampu dan kipas itu sendiri, ketika suhu dalam ruang fermentasi lebih rendah dari nilai *setpoint* maka lampu akan hidup, bila suhu lebih tinggi maka lampu akan mati sampai suhu yang diinginkan tetap tercapai [6].

Alat pendeteksi ini dapat membantu dalam proses pembuatan tempe gembus, sehingga proses tersebut dapat berhasil tepat waktu dan dihasilkan tempe gembus yang berkualitas. Hasil produksi tempe gembus akan stabil dan tepat waktu sesuai yang diharapkan. Dengan adanya alat kontrol suhu dan kelembaban ini diharapkan produsen tempe gembus tidak merugi. Konsumen juga tidak akan mengeluh dengan kualitas tempe karena mereka dapat mengonsumsi tempe gembus yang bergizi setiap hari [7].

2. Metode

2.1. Tahapan penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan ([Gambar 1](#)), diantaranya sebagai berikut:

1. Studi literatur yaitu mencari referensi teori yang relevan dengan kasus penelitian.
2. Analisa kebutuhan alat dan bahan. Menganalisa dan menyediakan alat beserta bahan yang dibutuhkan dalam perancangan sistem ini.
3. Perancangan yaitu merancang semua sistem dengan cara menghubungkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan. Dan membuat akun thingspeak.
4. Penerapan yaitu menerapkan sistem yang telah dirancang dengan menjalankan atau me-running program.
5. Pengujian yaitu menguji sistem apakah berkerja dengan baik dan sesuai yang diharapkan.
6. Analisa Hasil yaitu menganalisa data dan faktor yang mempengaruhi data.
7. Kesimpulan yaitu hasil dari keseluruhan penelitian



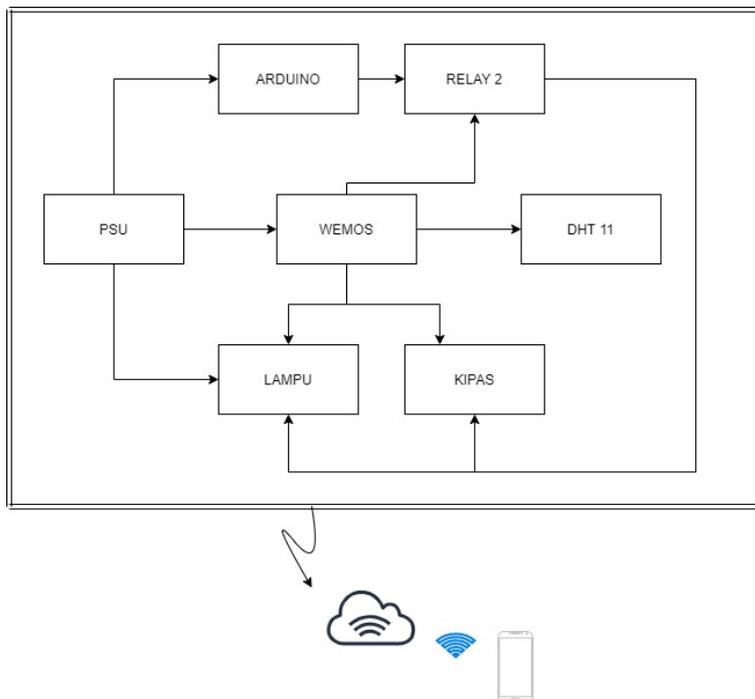
Gambar 1. Tahapan penelitian

2.2. Perancangan sistem

Sistem yang dirancang sesuai dengan spesifikasi sistem yang diinginkan menggunakan DHT11 sebagai pembaca suhu dan kelembapan dalam inkubator. Untuk mengatur penghangat suhu dan kelembapan didalam inkubator digunakan lampu 10 W. Kipas 12v DC digunakan untuk mengatur suhu didalam ruangan inkubator agar terjaga sesuai dengan *setpoint*. Arduino uno digunakan sebagai mikrokontroler untuk memproses data yang dibaca oleh sensor DHT11 dan mengeluarkan sinyal kontrol untuk mengatur

relay mana yang On/Off sebagai penjaga agar suhu dan kelembapan didalam ruang inkubator tetap sesuai nilai yang sudah ditentukan. Dan Wemos D1 mini sebagai board wifi mini yang bisa menghubungkan arduino dengan internet via wifi. Kerja sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram blok. Sedangkan proses kerja dari sistem kerja keseluruhan sebagaimana ditampilkan pada [Gambar 2](#) dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Sensor DHT11 berfungsi mengukur suhu dan kelembapan yang terbaca pada saat proses fermentasi tempe didalam inkubator.
2. Mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino uno berfungsi sebagai kontroler dari sistem yang akan mengelola data yang diperoleh dari sensor temperature dan kipas.
3. Relay berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan maupun mematikan *fan* dan lampu pijar dengan sistem pengontrolan ON-OFF berdasarkan *setpoint* suhu dan kelembapan.
4. Kipas 12 V DC digunakan untuk mengatur suhu didalam ruang inkubator saat temperature diatas *setpoint*.
5. Lampu digunakan untuk penghangat ruang saat temperature fermentasi tempe dibawah *setpoint*.
6. Wemos D1 Mini sebagai board wifi mini berbasis ESP266 yang bisa menghubungkan arduino dengan internet via wifi.
7. Web server (Thingspeak) berfungsi untuk menyimpan dan menampilkan data suhu, kelembapan dan waktu yang bisa diakses menggunakan melalui smartphone.



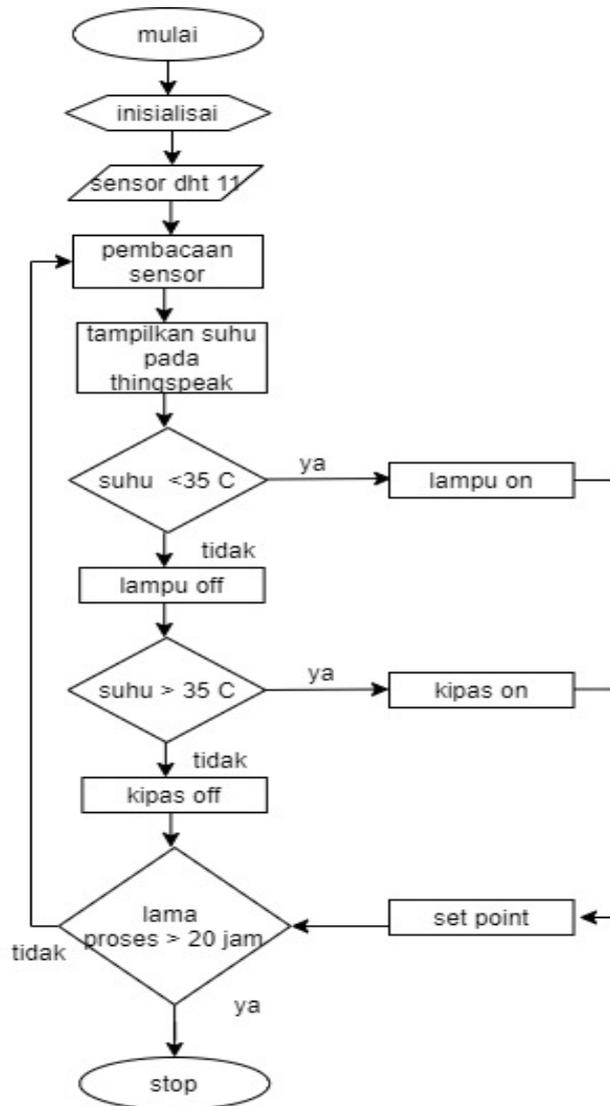
Gambar 2. Diagram blok

2.3. Perancangan sistem kontrol

Agar fungsi semua peralatan dalam inkubator dapat terkendali secara otomatis, maka diperlukan sebuah protokol yang berfungsi untuk mengontrol kapan sebuah peralatan bekerja dan kapan harus diberhentikan. Peralatan akan bekerja secara otomatis berdasar pembacaan sensor yang terpasang untuk masing-masing kondisi ruangan inkubator. Secara umum sensor-sensor yang dipasang pada inkubator akan memberikan masukan ke arduino uno sebagai pusat kendali otomatis dari sensor-sensor terpasang. Sebagai contoh jika sensor DHT 11 terjadi perubahan nilai pembacaannya, informasi ini akan diteruskan ke arduino uno dan selanjutnya akan diproses sesuai dengan algoritma yang sudah

ditentukan. Pada penelitian ini secara keseluruhan proses otomasi pembacaan sensor dan pengendalian peralatan pengkondisian ruangan inkubator dapat dilihat pada *flowchart* system pada Gambar 3. Sedangkan algoritma proses yang dilakukan pada sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Inialisasi sensor suhu dan kelembapan
2. Pembacaan input data dari sensor suhu dan kelembapan.
3. Menampilkan *output* nilai pembacaan sensor pada Thingspeak.
4. Jika suhu yang terbaca $< 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka lampu akan menyala hingga suhu dan kelembapan sesuai *setpoint*, jika suhu $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka kipas angin akan menyala hingga suhu kembali normal sesuai *setpoint*.
5. Program berhenti waktu telah mencapai ± 20 jam.



Gambar 3. Flowchart sistem keseluruhan

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil implementasi dan pengujian di atas, terdapat sistem wemos d1 mini dapat berjalan dengan baik, pada sisi sensor DHT11 dapat bekerja mendeteksi suhu ruangan, dari sisi thingspeak juga berjalan baik, dengan menyimpan data di cloud. Dan data keseluruhan dari thingspeak bisa diunduh dari menit pertama sampai menit terakhir selama 20 jam. Gambar 4 merupakan gambar ruangan fermentasi yang ada saat ini dan ruang yang menggunakan inkubator.



Gambar 4. (a) Ruang fermentasi saat ini dan (b) Ruang inkubator

Ruangan fermentasi yang sebelumnya dengan ukuran panjang 10 m dan lebar 5 m dengan ruangan terbuka. Saat proses fermentasi hanya ditutupi kain dan karung bekas kedelai sebagai penghangat. Dan untuk hasil pengujian kecepatan proses fermentasi tempe gembus sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Dengan sebuah inkubator seperti pada gambar 4, ruang inkubator dengan panjang 45 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Sebagai pengatur suhu menggunakan sebuah lampu 25 watt dan sebuah kipas 5v. Sehingga suhu dan kelembaban bisa terkontrol dan mempercepat proses fermentasi. Proses fermentasi memang sangat di pengaruhi oleh suhu dan kelembaban yang pada proses sebelumnya hanya ditutup dengan kain dengan suhu ruang biasa dimana suhu hanya 27-30 °C dengan kelembaban 70-80 % RH dengan waktu 36 jam. Sedangkan dengan ruang inkubator suhu dan kelembaban akan stabil dan dapat dipantau. [Tabel 1](#) berikut merupakan tabel perbedaan waktu, suhu dan kelembaban.

Tabel 1. Perbedaan Waktu, Suhu dan Kelembaban

	Ruangan saat ini	Ruang Inkubator
Lama Waktu fermentasi	36 Jam	20 Jam
Suhu	27.00 -30.00 °C	33- 35 °C
Kelembaban	70 % -80%RH	50-78%RH

Dari [Tabel 1](#) dilihat bahwa perbedaan kecepatan fermentasi sangat mencolok. Dari yang sebelumnya dengan suhu 27-30 °C dan kelembaban 70%-80% RH dengan waktu 36 jam, berbeda dengan yang setelah menggunakan ruang inkubator dan telah dilakukan pengujian dengan hasil suhu 33-35 °C dan kelembaban 55-70% RH dengan waktu 20 jam.

4. Kesimpulan

Proses fermentasi tempe gembus sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Sistem kendali yang dibuat sangat signifikan terhadap kecepatan waktu fermentasi dengan ruangan inkubator yang dapat mengatur besaran suhu dan kelembaban. Sehingga pembuatan tempe gembus dengan inkubator ini dapat mempercepat pertumbuhan jamur pada tempe gembus, sehingga proses fermentasi lebih cepat 16 jam. Ruang fermentasi dengan alat kendali suhu dan kelembaban akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan hasil produksi tempe gembus dan tentunya akan berpengaruh terhadap penghasilan pengusaha tersebut.

Referensi

- [1] K. Y. Triastuti, M. P. Indrayati, A. Said, B. S. Permana, and Istiadi, "Aplikasi Pemantau Suhu Mesin Penetas Telur," in *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, 2018, pp. 686–692.
- [2] M. Sidiq, M. Mappiratu, and N. Nurhaeni, "Kajian Kandungan Fenolat dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Tempe Gembus dari Berbagai Waktu Inkubasi," *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 2, no. 3, 2016.

- [3] A. Murdiati, Sardjono, and Amaliah, “Perubahan Komposisi Kimia Tempe Gembus yang Dibuat dari Bahan Dasar Ampas Tahu Ditambah Bekatul,” *J. Agritech*, vol. 20, no. 2, pp. 106–110, 2020.
- [4] W. Shurtleff and A. Aoyagi, *The Book of Tempeh*. New York: Harper and Row Publisher, 1979.
- [5] H. . Snyder and T. W. Kwon, *Soybean Utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.
- [6] R. P. Yunas and A. B. Pulungan, “Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe,” *JTEV J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 6, no. 1, pp. 103–113, 2020.
- [7] A. Setyawan, R. Adil, and L. Sulistijono, “Desain Alat Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban Untuk Optimasi Proses Pembuatan Tempe Pada Skala Industri Rumah Tangga,” *J. Politek. Elektron. Negeri Surabaya*, 2012.
- [8] A. Ratna, “Alat Bantu Monitoring Rate Jantung, Suhu Tubuh dan Kontrol Tetesan Infus Pada Ruang Perawatan Rumah Sakit,” in *IES 2011 - Emerging Technology fo Better Human Life*, 2011.
- [9] E. Aprilia, D. Arief, I. Budiawan, A. Sasfan, and E. Ekawati, “Temperature and humidity characteristic of cassava fermentation process: A preliminary study for air controlled treatment for cassava fermentation process,” in *2013 3rd International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 2013.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
