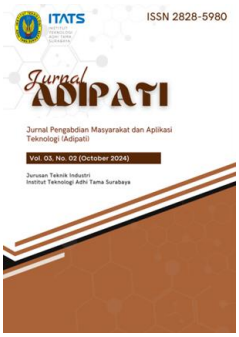
Astuti, dkk., Jurnal ADIPATI, Vol. 04, No. 02, Tahun 2025
Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2025.v4i2.8222



Halaman:
129 – 137

Tanggal penyerahan:
03 September 2025

Tanggal diterima:
13 Oktober 2025

Tanggal terbit:
14 Oktober 2025

*penulis korespondensi
Email:
[1]rahmaniyahdwi@staff.uns.ac.id,
[2]bambangsuhardi@staff.uns.ac.id,
[3]Aisyaharifna@staff.uns.ac.id

Jurnal Pengabdian Masyarakat dan aplikasi Teknologi (Adipati)

Inovasi Inkubator Fermentasi Tempe sebagai Implementasi SDGs 9 pada IKM Tempe Obor Mojosongo, Surakarta

Rahmaniyah Dwi Astuti[1*], Bambang Suhardi[2], dan Ade Aisyah Arifna Putri[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia, 57126

Abstract

The tempeh fermentation process in Small and Medium Enterprises (SMEs) is generally carried out manually, often resulting in inconsistent temperature and humidity, which leads to longer fermentation times and non-uniform product quality. This community service program aimed to support tempeh-producing SMEs in improving product quality and productivity through the implementation of an affordable and user-friendly tempeh fermentation incubator. The incubator was designed as a metal cabinet equipped with six ergonomic pull-out trays, nine incandescent lamps as a heat source, and five exhaust fans for air circulation, operated simply through manual switches. The SMEs were involved in the trial and training sessions for operating the equipment. The results of the program showed that the incubator was able to maintain a stable temperature of 30–40 °C and humidity of 60–70%. The produced tempeh demonstrated more uniform quality in terms of texture, aroma, and color, while also reducing the risk of fermentation failure. Through its ergonomic design and cost-effective production, the program has delivered concrete benefits to SME partners while support the objectives of SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure).

Keywords: *tempeh fermentation, incubator, temperature, humidity, ergonomics*

Abstrak

Proses fermentasi tempe pada Industri Kecil dan Menengah (IKM) umumnya masih dilakukan secara manual sehingga sering menimbulkan ketidakkonsistenan suhu dan kelembapan, yang berdampak pada lamanya waktu fermentasi serta kualitas produk yang kurang seragam. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk membantu mitra IKM Tempe dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas melalui penerapan inkubator fermentasi tempe yang stabil, terjangkau, dan mudah dioperasikan. Inkubator dirancang menyerupai kabinet logam dengan enam tingkat rak tarik yang ergonomis, dilengkapi sembilan lampu pijar sebagai sumber panas dan lima *exhaust fan* untuk sirkulasi udara, dengan pengoperasian sederhana menggunakan saklar manual. Mitra dilibatkan dalam proses uji coba dan pelatihan penggunaan alat. Hasil pendampingan menunjukkan inkubator mampu menjaga suhu 30–40 °C dan kelembapan 60–70%. Tempe yang dihasilkan memiliki kualitas lebih seragam dari segi tekstur, aroma, dan warna, serta mengurangi risiko kegagalan fermentasi. Dengan alat yang ergonomis dan biaya produksi relatif murah, kegiatan ini dinilai memberikan manfaat nyata bagi mitra IKM, serta mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan ke-9 (industri, inovasi, dan infrastruktur).

Kata kunci: fermentasi tempe, inkubator, suhu, kelembapan, ergonomi

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

1. PENDAHULUAN

Tempe adalah salah satu makanan khas Indonesia yang tidak hanya menjadi favorit di dalam negeri tetapi juga mulai diminati di pasar internasional (Purwadaria, dkk., 2016). Tempe merupakan salah satu produk fermentasi yang sangat populer dan dapat diolah menjadi beragam variasi, seperti digoreng langsung, dilapisi tepung, dijadikan sambal, diolah menjadi keripik, maupun digunakan sebagai campuran berbagai hidangan (Saputra, dkk., 2024). Tempe mengandung protein nabati, bergizi, dan memiliki potensi besar sebagai makanan sehat serta pangan masa depan (Romulo & Surya, 2021). Tempe sebagai sumber protein nabati yang unggul, karena kandungan gizinya sebanding dengan protein yang berasal dari hewani (Puspitasari, dkk., 2022). Fermentasi tempe menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* dapat meningkatkan kandungan nutrisi penting (Azzahra, dkk., 2025). Selama berlangsungnya fermentasi, kapang tempe menghasilkan enzim protease yang berperan dalam menguraikan protein kedelai menjadi peptida bioaktif (Rahayu, dkk., 2019). Di balik popularitasnya, produksi tempe pada tahap fermentasi masih didominasi cara manual di industri kecil dan menengah, yang menghambat konsistensi dan kualitas produk (Kusumawati, dkk., 2020).

Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke-9, yaitu Industri, Inovasi, dan Infrastruktur, peningkatan efisiensi dan kualitas produksi melalui penerapan teknologi tepat guna merupakan aspek kunci dalam mendorong pertumbuhan industri yang inklusif dan berkelanjutan. SDG 9 menekankan pentingnya adopsi inovasi dan peningkatan kapasitas teknologi pada sektor industri, termasuk industri kecil dan menengah (IKM), agar mampu beradaptasi terhadap tantangan produktivitas dan kualitas. Pada industri Tempe Obor Surakarta, observasi awal menunjukkan bahwa proses fermentasi masih dipantau secara tradisional, belum didukung teknologi yang mampu memberikan standar objektif. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, ketiadaan standardisasi dan *monitoring* suhu dan kelembaban menyebabkan proses fermentasi tempe dapat mencapai 48 jam, terutama saat perubahan cuaca ekstrem suhu dapat dibawah 25°C ataupun diatas 35°C di mana suhu tidak sesuai rentang suhu ideal yang berkisar antara 30-35°C dan kelembaban yang tidak stabil juga menjadi faktor utama penyebab lamanya proses fermentasi tempe. Perubahan suhu yang ekstrem juga menyebabkan gagalnya proses fermentasi tempe akibat dari pertumbuhan jamur pada tempe yang tidak sempurna dan menimbulkan adanya bau amoniak tempe yang masih dapat dirasakan sekalipun tempe telah diolah, sehingga dapat menurunkan cita rasa dan kualitas dari mutu hasil (Maghfira, dkk., 2025; Wahyudi, 2018).

Dalam industri pangan tradisional seperti tempe, proses fermentasi yang stabil sangat bergantung pada pengendalian suhu dan kelembapan. Salah satu permasalahan dalam proses produksi tempe adalah waktu fermentasi yang lama. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses fermentasi tempe antara lain suhu, kelembapan, dan lama pemeraman (Darmawan, dkk., 2022). Proses pembuatan tempe secara konvensional memerlukan waktu fermentasi sekitar 30 hingga 48 jam untuk mengubah tempe mentah menjadi tempe siap konsumsi (Putra Yunas & Basrah Pulungan, 2020). Pengaturan suhu dan kelembapan ruangan yang stabil dapat mempercepat proses fermentasi kedelai sehingga waktu fermentasi dapat dipersingkat sekaligus meningkatkan kapasitas produksi tempe (Aji, dkk., 2024). Untuk menjaga kestabilan selama proses fermentasi, suhu dan kelembapan perlu dikontrol, dengan kondisi optimal berada pada kisaran 30–35 °C dan kelembapan relatif 60–70% (Aisyah, dkk., 2023). Perbandingan dari pengujian menunjukkan bahwa suhu memiliki hubungan yang erat dengan durasi fermentasi tempe (Attaqiroh, dkk., 2023). Pengendalian suhu memiliki peran penting, sebab proses fermentasi kedelai menjadi tempe kerap mengalami kegagalan akibat kondisi cuaca dan suhu yang kurang mendukung, sehingga berpotensi menurunkan hasil produksi (Setiawan, dkk., 2024).

Sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi tempe, penerapan sistem *monitoring* dan pengendalian suhu serta kelembaban menjadi sangat relevan. Penerapan prinsip ini dalam proses fermentasi tempe dapat membantu dalam meminimalkan kontaminasi dan meningkatkan kontrol atas kondisi lingkungan yang dibutuhkan untuk fermentasi. Tim pengabdian mengembangkan alat inkubator fermentasi menggunakan sistem manual yang sederhana dengan sakelar listrik, lampu, dan termometer untuk meningkatkan efisiensi produksi di mitra pengabdian yaitu IKM Tempe Obor. Meskipun beroperasi secara manual, inkubator ini mampu meningkatkan sistem pengaturan suhu dan kelembaban selama proses produksi. Dengan adanya sistem *monitoring* ini, pekerja dapat dengan mudah memantau dan menyesuaikan kondisi lingkungan fermentasi secara langsung, sehingga kualitas proses dapat lebih terjamin. Melalui program pengabdian, mitra diberikan pelatihan operasional dan pemeliharaan inkubator, sehingga mereka mampu mengoperasikan inkubator secara mandiri.

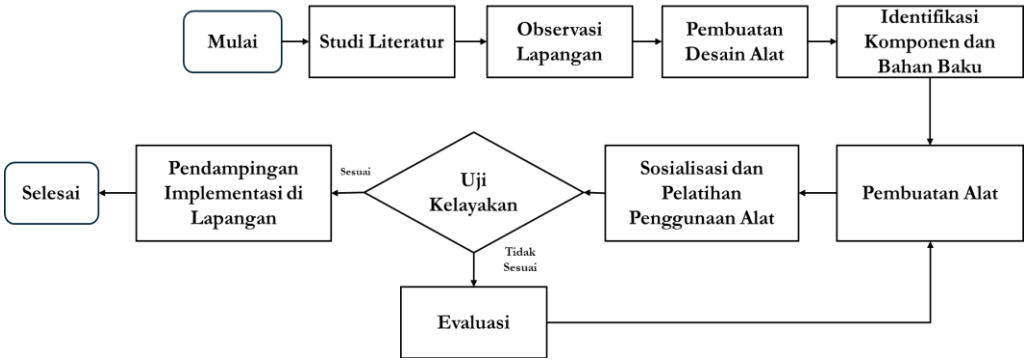
Pada proses produksi di IKM Tempe Obor, fermentasi tempe umumnya dilakukan secara alami tanpa sistem pengatur suhu dan kelembapan. Proses ini berlangsung selama sekitar 27 hingga 30 jam pada suhu ruang yang bervariasi antara 25–35 °C. Variasi suhu tersebut berdampak pada kualitas tempe dan durasi fermentasi. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu fermentasi dengan sistem pengaturan suhu yang dapat menjaga suhu

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

fermentasi tetap stabil pada kisaran optimal. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberikan solusi yang lebih terkontrol dan efisien dalam proses fermentasi tempe bagi mitra IKM Tempe Obor. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berkontribusi langsung terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan ke-9, yaitu industri, inovasi, dan infrastruktur, melalui penerapan inovasi teknologi tepat guna pada sektor industri kecil. Penerapan inkubator fermentasi tempe yang stabil, terjangkau, dan mudah dioperasikan membantu mitra IKM meningkatkan efisiensi proses produksi, konsistensi kualitas, serta menurunkan risiko kegagalan fermentasi. Inkubator yang dikembangkan menggunakan sistem yang mudah dioperasikan, andal, dan terjangkau sesuai dengan kapasitas produksi IKM. Inkubator ini menjaga kestabilan suhu dan kelembapan, serta meningkatkan kualitas dan konsistensi produk tempe. Penerapan teknologi tepat dapat memberikan manfaat langsung bagi mitra, selain itu inkubator juga berpotensi direplikasi oleh pelaku IKM tempe lainnya.

2. METODE PELAKSANAAN

Bagian ini memuat metode pelaksanaan serta tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dan mencapai tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan. Gambar 1. merupakan diagram alir pelaksanaan kegiatan pengabdian



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian

2.1 Tahap 1: Studi Literatur dan Observasi Lapangan

Pembuatan alat inkubator fermentasi tempe diawali dengan tahap studi literatur untuk memperoleh pemahaman dasar yang komprehensif mengenai proses fermentasi tempe, kebutuhan alat, serta teknologi yang relevan. Studi literatur dilakukan melalui penelusuran jurnal ilmiah, artikel dari *website* terpercaya, dan referensi-referensi teknis lainnya yang berkaitan dengan proses fermentasi tempe. Setelah itu, dilakukan observasi ke lapangan di industri tempe tradisional guna memperoleh data empiris mengenai kebutuhan alat-alat produksi, kondisi lingkungan kerja, serta tantangan yang dihadapi di lapangan. Informasi dari studi lapangan menjadi dasar penting dalam merumuskan spesifikasi teknis dari alat yang akan dikembangkan.

2.2 Tahap 2: Pembuatan dan Identifikasi Komponen dan Bahan Baku

Tahap selanjutnya adalah pembuatan desain awal menggunakan perangkat lunak desain berbasis komputer seperti *Autodesk Inventor* untuk memvisualisasikan rancangan alat secara tiga dimensi. Dalam proses ini, dilakukan identifikasi komponen dan bahan baku yang sesuai, baik dari segi fungsionalitas, biaya, maupun ketersediaannya di pasaran. Rancangan tersebut mencakup aspek mekanik dan elektronik. Setelah desain selesai, dilakukan pembuatan alat inkubator fermentasi tempe.

2.3 Tahap 3: Pembuatan Alat Inkubator Fermentasi Tempe

Tahap berikutnya adalah realisasi desain menjadi produk nyata. Proses pembuatan melibatkan perakitan komponen pemanas, sistem kontrol suhu, serta exhaust fan untuk sirkulasi udara. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengecekan awal untuk memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai rancangan.

2.4 Tahap 4: Sosialisasi dan Pelatihan Penggunaan Alat

Setelah alat selesai dibuat, tim melaksanakan sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat kepada mitra industri tempe obor. Kegiatan ini bertujuan agar mitra memahami prinsip kerja, cara pengoperasian lampu pemanas dan *exhaust fan*, serta metode pemantauan suhu dan kelembapan selama fermentasi.

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

2.5 Tahap 5: Uji Kelayakan (*Feasibility Test*)

Tahap penting berikutnya adalah melakukan pengujian kelayakan (*feasibility test*) terhadap alat fermentasi tempe yang telah dibuat. Pengujian kelayakan dilakukan secara partisipatif di lokasi mitra dengan berfokus pada tiga aspek yang dapat diamati langsung, yaitu keandalan, efektivitas, dan keamanan alat. Uji keandalan ditunjukkan melalui keberhasilan alat beroperasi stabil selama kurang lebih 30 jam tanpa gangguan teknis. Uji efektivitas dilakukan dengan memantau suhu dan kelembapan menggunakan termometer sederhana. Selain itu, dibandingkan dengan metode konvensional, proses fermentasi menggunakan inkubator lebih stabil dengan hasil tempe lebih merata. Pada tahap ini, pengujian suhu optimal dilakukan dengan cara menyalakan lampu pemanas dan *exhaust fan* hingga suhu dalam *box* fermentasi mencapai 40°C. Suhu dan kelembapan dipantau secara berkala menggunakan termometer. *Exhaust fan* berfungsi meratakan suhu dalam *box* fermentasi. Proses ini bertujuan untuk menjaga suhu tetap stabil dalam rentang optimal 35–40°C selama fermentasi berlangsung. Kriteria keberhasilan pengujian ini ditentukan berdasarkan kemampuan alat dalam mencapai suhu target dengan cepat, menjaga kestabilan suhu sepanjang fermentasi, memastikan keamanan penggunaan, serta menghasilkan tempe dengan kualitas yang baik dari segi tekstur, aroma, dan tampilan.

2.6 Tahap 6: Pendampingan Implementasi di Lapangan

Setelah uji kelayakan, dilakukan pendampingan implementasi di lapangan untuk memastikan alat dapat digunakan secara mandiri oleh mitra dan berfungsi optimal dalam kondisi kerja sebenarnya. Selama pendampingan, dilakukan pemantauan terhadap efisiensi energi serta performa fermentasi. Pada tahap pendampingan juga dilakukan wawancara evaluatif. Wawancara dilakukan untuk memperoleh umpan balik mitra terkait tiga aspek utama: (1) kemudahan penggunaan, (2) efektivitas alat dalam menjaga kondisi fermentasi dan kualitas tempe, serta (3) efisiensi energi berdasarkan konsumsi daya listrik. Hasil wawancara kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan alat. Apabila ditemukan kendala seperti kesulitan dalam pengoperasian, konsumsi energi yang berlebihan, atau hasil tempe yang kurang optimal, maka hasil evaluasi ini menjadi masukan berharga bagi tim pengabdian untuk melakukan perbaikan. Masukan dari mitra juga menjadi dasar dalam menyusun rekomendasi teknis untuk pengembangan alat pada tahap berikutnya, sehingga rancangan yang dihasilkan tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga lebih adaptif terhadap kebutuhan nyata di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil perancangan dan pengujian inkubator fermentasi tempe. Hasil yang dipaparkan meliputi realisasi fisik, uji fungsi sistem kendali suhu dan kelembapan, kinerja fermentasi tempe yang dihasilkan, serta evaluasi aspek ergonomi.

3.1. Realisasi Alat Inkubator Fermentasi Tempe

Alat inkubator fermentasi tempe berhasil direalisasikan dengan desain menyerupai sebuah kabinet logam yang berdiri tegak dan dilengkapi roda pada keempat kakinya untuk memudahkan mobilitas. Bagian luar dilapisi cat berwarna biru, sedangkan bagian dalam berbentuk ruang tertutup dengan enam tingkat rak perforasi. Rak-rak tersebut dapat ditarik keluar (*pull-out system*) sehingga mempermudah operator saat melakukan pemuatan maupun pengeluaran kedelai berbungkus. Desain ini sekaligus mendukung prinsip ergonomi karena operator tidak perlu membungkuk terlalu dalam atau menjangkau bagian belakang rak. Gambar 2 menunjukkan rancangan alat inkubator fermentasi tempe.

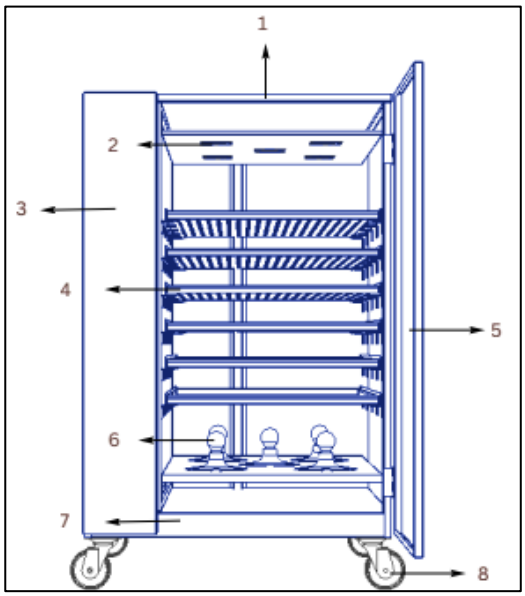
Alat inkubator fermentasi tempe terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi spesifik yang saling mendukung dalam menjaga kestabilan lingkungan fermentasi, mulai dari sistem pemanas, sirkulasi udara, hingga kemudahan mobilitas alat. Keterangan fungsi tiap bagian alat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Frame* atas, berfungsi sebagai rangka penopang bagian atas *box* agar kokoh.
2. *Exhaust fan*, menjaga sirkulasi udara dan mengatur kelembapan/suhu di dalam box agar proses fermentasi lebih optimal.
3. Panel kontrol listrik, berfungsi untuk mengendalikan *on/off* lampu dan *exhaust fan*, serta mengatur sistem kelistrikan *box* fermentasi secara aman dan praktis.
4. Nampan, wadah untuk meletakkan tempe selama proses fermentasi sehingga lebih rapi, higienis, dan mudah diatur.
5. Pintu, untuk menutup rapat *box* agar suhu dan kelembapan stabil, serta memudahkan akses keluar-masuk bahan fermentasi.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2025.v4i2.8222
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

6. Lampu, sebagai sumber panas tambahan untuk menjaga suhu dalam *box* tetap sesuai standar fermentasi.
7. *Frame* bawah, menopang seluruh berat box dan memastikan struktur tetap stabil.
8. Roda, memudahkan mobilitas *box* fermentasi sehingga bisa dipindahkan tanpa harus diangkat manual.

Gambar 2 menunjukkan rancangan alat inkubator fermentasi tempe, sedangkan Gambar 3 memperlihatkan bentuk fisik alat inkubator fermentasi tempe yang telah direalisasikan di IKM Tempe Obor.



Gambar 2. Rancangan Alat Inkubator Fermentasi Tempe



Gambar 3. Realisasi Alat Inkubator Fermentasi Tempe

Sumber panas utama berasal dari sembilan buah lampu pijar berdaya sedang yang ditempatkan di bagian bawah ruang inkubasi. Lampu dipilih karena mudah diperoleh, murah, dan mampu menghasilkan panas stabil yang cukup untuk ruang tertutup. Untuk mendukung sirkulasi udara, dipasang lima unit *exhaust fan* pada bagian atas kabinet. Sistem pengoperasian lampu dan *exhaust* diatur melalui empat saklar terpisah untuk mengendalikan empat lampu, lima lampu, tiga *exhaust*, dua *exhaust*. Konfigurasi ini memberikan fleksibilitas dalam pengendalian panas dan aliran udara sesuai kebutuhan tahap fermentasi. Rancangan pintu dilengkapi karet perapat yang berfungsi menjaga suhu dan kelembapan tetap stabil serta mencegah masuknya debu atau serangga. Dari sisi ergonomi, inkubator didesain dengan tinggi kerja yang sesuai postur berdiri operator, dilengkapi rak tarik untuk

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2025.v4i2.8222
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

memudahkan memasukkan dan mengeluarkan tempe tanpa perlu membungkuk berlebihan, serta roda pada bagian bawah agar alat mudah dipindahkan. Secara keseluruhan, desain alat ini menekankan tiga aspek utama: (1) kestabilan lingkungan fermentasi melalui sistem kontrol berbasis mikrokontroler, (2) efisiensi kerja operator melalui rak *pull-out* dan roda, serta (3) keamanan dan higienitas melalui pintu kedap dan ruang tertutup. Hal ini menjadikan alat layak diterapkan pada skala industri kecil menengah (IKM) dengan kebutuhan produksi yang berulang.

3.2. Hasil Uji Fungsi Sistem

Pengujian fungsi sistem dilakukan dengan menyalakan inkubator dan mengamati kinerja komponen pemanas dan kipas selama proses fermentasi. Inkubator menggunakan sembilan lampu pijar sebagai sumber panas dan lima *exhaust fan* sebagai sistem sirkulasi udara. Pengoperasian keduanya dibagi ke dalam empat kelompok saklar, yakni empat lampu, lima lampu, tiga *exhaust*, dua *exhaust*. Pembagian ini memberikan fleksibilitas bagi operator untuk menyesuaikan kebutuhan panas dan sirkulasi sesuai tahap fermentasi. Gambar 4 menunjukkan pengujian alat inkubator fermentasi tempe.



Gambar 4. Uji Fungsi Alat Inkubator Fermentasi Tempe

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengaturan suhu pada ruang inkubasi bekerja cukup efektif. Ketika hanya sebagian lampu pemanas diaktifkan, suhu ruang inkubasi meningkat secara bertahap sehingga memberikan kontrol pemanasan yang lebih halus dan terukur. Sebaliknya, ketika seluruh lampu dioperasikan, kenaikan suhu berlangsung lebih cepat. Pada kondisi ini, kipas (*exhaust fan*) berperan penting dalam meratakan distribusi panas, sehingga tidak terjadi perbedaan suhu yang mencolok antara rak bagian atas dan bawah. Hal ini sangat krusial, mengingat distribusi suhu yang merata akan memengaruhi pertumbuhan kapang *Rhizopus* secara seragam pada seluruh kedelai. Pada tahap pertumbuhan kapang, digunakan kombinasi pengoperasian lampu dan kipas secara lebih seimbang. Strategi ini bertujuan menjaga suhu tetap stabil dalam kisaran yang diinginkan sekaligus mencegah akumulasi panas berlebih pada titik tertentu. Selama uji coba, suhu ruang inkubasi dapat dijaga stabil pada kisaran 30–40 °C dengan tingkat fluktuasi hanya ±5 °C. Kelembapan relatif (*Relative Humidity*) juga terpantau cukup konsisten, yaitu berada dalam rentang 60–70%, yang merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan kapang. Dengan kapasistas listrik sebesar 2200 kWh dan kebutuhan daya alat sebesar 405 *watt*, alat ini dapat digunakan di IKM Tempe Obor.

Kondisi ini jauh lebih baik jika dibandingkan dengan metode fermentasi konvensional di ruang terbuka. Dengan kestabilan suhu dan kelembapan yang lebih terjamin, proses fermentasi tempe dapat berlangsung lebih cepat dan efisien. Selain itu, kualitas tempe yang dihasilkan lebih seragam dari segi tekstur, aroma, dan warna. Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa kombinasi pemanas dan kipas *exhaust* pada inkubator ini mampu menciptakan lingkungan fermentasi yang lebih stabil. Fleksibilitas pengaturan melalui empat saklar memungkinkan operator menyesuaikan kebutuhan sesuai kondisi, sekaligus mempermudah pemantauan dan pengendalian. Hal ini menunjukkan bahwa alat inkubator telah bekerja sesuai rancangan dan dapat diandalkan dalam mendukung proses fermentasi tempe secara lebih efisien dibandingkan metode konvensional.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2025.v4i2.8222
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

3.3. Hasil Fermentasi Tempe

Proses fermentasi menggunakan inkubator menunjukkan keunggulan dibandingkan tanpa menggunakan inkubator. Tempe yang dihasilkan memiliki warna putih yang merata di seluruh permukaan, menunjukkan pertumbuhan miselium kapang *Rhizopus* yang optimal. Tekstur tempe tampak lebih kompak dan padat, sehingga lebih mudah dipotong tanpa hancur. Gambar 5 merupakan hasil fermentasi tempe.



Gambar 5. Hasil Fermentasi Tempe

Hasil ini menunjukkan bahwa kestabilan suhu inkubasi dalam kisaran 30–40 °C serta sirkulasi udara yang baik di dalam ruang fermentasi berpengaruh langsung terhadap aktivitas metabolisme kapang. Kondisi lingkungan yang terkontrol ini mendukung pertumbuhan miselium secara lebih seragam dan intensif, sehingga mempercepat proses fermentasi sekaligus meningkatkan mutu produk akhir. Dengan demikian, penggunaan inkubator tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga menjamin konsistensi kualitas tempe yang dihasilkan, yang merupakan faktor penting dalam menjaga daya saing produk di pasaran.

Implementasi inkubator ini memberikan manfaat nyata bagi mitra IKM. Mitra merasakan berkurangnya ketidakpastian hasil produksi yang sebelumnya sering dipengaruhi cuaca atau kelembaban lingkungan. Selain itu, pendampingan yang diberikan melalui pelatihan operasional membuat pekerja mampu menggunakan dan merawat inkubator secara mandiri. Dampak positif lainnya adalah meningkatnya kapasitas produksi serta peluang memperluas pasar, karena mutu produk lebih stabil dan sesuai dengan standar konsumen. Hal ini memperlihatkan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga berkontribusi pada penguatan keberlanjutan usaha mitra. Pada Gambar 6 ditampilkan kegiatan penyerahan alat inkubator fermentasi tempe yang merupakan tahap akhir dari rangkaian kegiatan pengabdian di IKM Tempe Obor.



Gambar 6. Penyerahan Alat Bantu Fermentasi Tempe

Kegiatan ini memberikan manfaat terukur bagi mitra IKM tempe obor, baik dari segi efisiensi waktu maupun kualitas hasil produksi. Sebelum penerapan inkubator fermentasi, proses fermentasi tempe secara

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

konvensional membutuhkan waktu sekitar 27–30 jam hingga tempe matang sempurna. Setelah penggunaan alat inkubator hasil kegiatan PKM, waktu fermentasi berkurang menjadi hanya 20 jam, atau terjadi efisiensi waktu sekitar 25–33%. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan suhu di dalam inkubator dapat dipertahankan stabil pada kisaran 35–40°C, sehingga proses fermentasi lebih optimal dan menghasilkan tempe dengan tekstur, aroma, serta warna yang lebih seragam dibandingkan fermentasi tanpa inkubator. Dengan demikian, penerapan teknologi inkubator ini terbukti meningkatkan produktivitas dan konsistensi mutu produk tempe.

Meskipun kegiatan pengabdian ini membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi tempe, terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan untuk pengembangan selanjutnya. Sistem inkubator masih menggunakan pengaturan manual melalui sakelar tanpa adanya sistem kendali otomatis berbasis sensor, sehingga kestabilan suhu dan kelembapan masih bergantung pada pengawasan operator. Selain itu, alat belum dilengkapi sistem pencatatan data suhu dan kelembapan secara kontinu, sehingga evaluasi performa masih dilakukan secara observasional. Berdasarkan kelemahan tersebut, pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada otomatisasi sistem pengendalian suhu dan kelembapan menggunakan sensor serta integrasi fitur *monitoring digital.*

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian dengan pengembangan inkubator fermentasi tempe dengan sistem pengendalian suhu serta kelembapan terbukti mampu meningkatkan kualitas produksi tempe di IKM Tempe Obor. Desain ergonomis dengan tinggi kerja yang sesuai postur berdiri operator, dilengkapi rak tarik untuk memudahkan memasukkan dan mengeluarkan tempe tanpa perlu membungkuk berlebihan, dan penggunaan roda mendukung kenyamanan serta keselamatan kerja operator. Secara terukur, penerapan inkubator fermentasi tempe pada kegiatan PKM ini berhasil meningkatkan efisiensi waktu produksi hingga 25–33% dari 27–30 jam menjadi hanya 20 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu menjaga kestabilan suhu pada kisaran 30–40 °C dan kelembapan 60–70% secara konsisten. Tempe yang dihasilkan memiliki kualitas lebih seragam, baik dari segi tekstur, aroma, maupun warna. Dengan biaya pembuatan alat sekitar Rp10,000,000, inkubator ini dinilai layak diterapkan pada skala industri kecil dan menengah sebagai upaya mendukung peningkatan produktivitas, kualitas, dan daya saing produk pangan lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program pengabdian kepada masyarakat ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Sebelas Maret melalui skema Program Kemitraan Masyarakat (PKM-UNS) dengan nomor kontrak 370/UN27.22/PT.01.03/2025.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, P. Y., Fitriyanah, D. N., Patrialova, S. N., Pratama, I. P. E. W., & Mujiyanti, S. F. (2023). Pembuatan Mesin Oven Pengoptimal Proses Fermentasi Tempe sebagai Upaya Mendukung Program Kabupaten Lumajang Mempromosikan Kawasan Bagusari sebagai Kampung Tempe dan Memenuhi Permintaan Peningkatan Produksi Tempe. *Sewagati*, *7*(4), 499–506. https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.529

Aji, G. M., Pratiwi, A. F., & Utami, S. W. (2024). Rancang Bangun Inkubator Tempe Untuk Mempercepat Waktu Fermentasi. *Agroteknika*, *7*(4), 488–497. https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i4.321

Attaqiroh, A. D., Chaidir, A. R., & Sumardi, S. (2023). Sistem Pengendalian Suhu pada Inkubator Fermentasi Tempe dengan Metode Proportional Integral Derivative (PID) Secara Digital. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, *1*(1), 14–22. https://doi.org/10.23917/emitor.v1i1.21593

Azzahra, D. A., Rahmasari, D., Nareswari, H. A., Weka, M. A. N., Fellithia, R., & Arini, L. D. D. (2025). Potensi Pangan Fermentasi Tempe dalam Mengatasi Kejadian Malnutrisi. *Student Scientific Creativity Journal*, *3*(2), 78–83. https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v3i2.5511

Darmawan, B., Pradiyanto, W., Made, I., Suksmadana, B., & Ch, S. (2022). Prosiding Saintek Rancang Bangun Alat Pengendali Suhu Pada Fermentasi Tempe Berbasis Mikrokontroler. *LPPM Universitas Mataram*, *4*, 135–140.

Kusumawati, I., Astawan, M., & Prangdimurti, E. (2020). Efisiensi Proses Produksi dan Karakteristik Tempe dari Kedelai Pecah Kulit (Production Process Efficiency and Characteristic of Tempe from Dehulled Soybean). *Jurnal Pangan*, *29*(2), 117–126. https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.492

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Maghfira, S. P., Suprianto, B., Rakhmawati, L., & Firmansyah, R. (2025). Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT dengan Fuzzy Logic untuk Optimasi Proses Fermentasi pada Pengolahan Tempe. *Jurnal Teknik Elektro*, *14*(3), 257–263. https://doi.org/10.26740/jte.v14n3.p257-263

Purwadaria, H. K., Fardiaz, D., Kardono, L. B. S., & McElhatton, A. (2016). Tempe from Traditional to Modern Practices. In *Modernization of Traditional Food Processes and Products* (pp. 145–160). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7671-0_13

Puspitasari, D., Nasir, M., & Azmin, N. (2022). Uji Organoleptik Tempe Dari Biji Asam (Tamarindus indica) Berdasarkan Waktu Fermentasi. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan* (Vol. 1, Issue 1). https://doi.org/10.55784/juster.Vol1.Iss1.12

Putra Yunas, R., & Basrah Pulungan, A. (2020). Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*. (Vol. 6, No. 1). https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.106943

Rahayu, N. A., Cahyanto, M. N., & Indrati, R. (2019). Pola Perubahan Protein Koro Benguk (Mucuna pruriens) Selama Fermentasi Tempe Menggunakan Inokulum Raprima. *AgriTECH*, *39*(2), 128. https://doi.org/10.22146/agritech.41736

Romulo, A., & Surya, R. (2021). Tempe: A Traditional Fermented Food of Indonesia and Its Health Benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *26*, 100413. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100413

Saputra, I. W. A. R., Eka Susanti, L., & Arianti, A. A. A. A. S. (2024). Pemanfaatan Tempe Sebagai Komoditi Lokal Untuk Pasar Global. *Sewagati*, *3*(2), 73–78. https://doi.org/10.59819/sewagati.v3i2.4260

Setiawan, A., Apriani, Y., Saleh, Z., & Ardianto, F. (2024). Pengendali Suhu Fermentasi Tempe Berbasis NodeMCU dan Sensor DHT 22. *Electrician Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* (Vol. 18, Issue 02). https://doi.org/10.23960/elc.v18n2.2566

Wahyudi, A. (2018). Pengaruh Variasi Suhu Ruang Inkubasi Terhadap Waktu Pertumbuhan Rhizopus oligosporus pada Pembuatan Tempe Kedelai. *Jurnal Redoks*, *3*(1), 37–44. https://doi.org/10.31851/redoks.v3i1.2790