



Rancang Bangun Alat Inkubator Sebagai Media Untuk Pengontrol Suhu Fermentasi Susu Sapi

Developing and Building an Incubator to Regulate the Temperature of the Fermentation of Cow's Milk

Kholifatul Mayang Sari^{1*}, Agatha Hannabel Avnanta Puteri², Dinda Asmiyah Salsabila³, Zaim As'ad⁴, Surya Saputra Penangsang⁵, Angga Dutahatmaja⁶

^{1,2,3,4,5,6} Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Email Korespondensi: kholifatulmayangsari@gmail.com

Article History:

Received: Mei 12, 2025;

Revised: Juni 30, 2025;

Accepted: Juli 04, 2025;

Online Available: Juli 04, 2025;

Published: Juli 04, 2025;

Keywords: Innovation, Fermentation, Temperature Sensor, UMKM, Technology.

Abstract: This community service program is carried out as a form of student service to the community, with a focus on increasing the added value of livestock products through appropriate technological innovations. Fermentation of cow's milk into yogurt requires proper temperature control to produce quality products. The purpose of this program is to design and build an automatic incubator tool that is able to control the temperature stably during the fermentation process, so as to improve the quality and safety of dairy products. The methods used include field studies, microcontroller-based system design, prototyping, and direct trials with community partners. The result of this activity is the creation of a simple incubator prototype with an automatic temperature control system using a temperature sensor and heater that can maintain the ideal fermentation temperature in the range of 41-43°C. The implication of this activity is an increase in the production capacity of processed fermented milk in a hygienic and sustainable manner, as well as community empowerment in the utilization of appropriate technology that is easy to operate and apply at the household and MSME scale. This program aims to be a practical solution for rural milk-producing areas.

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat merupakan wujud peran aktif mahasiswa dalam memberikan kontribusi kepada masyarakat. Salah satu bentuk inovasinya adalah fermentasi susu sapi menjadi yoghurt, yang memerlukan pengendalian suhu secara akurat guna memperoleh hasil produk yang berkualitas tinggi. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah merancang dan membangun inkubator otomatis yang mampu menjaga suhu tetap stabil selama proses fermentasi sehingga dapat menjaga kualitas produk. Metodologi yang digunakan mencakup observasi lapangan, perancangan sistem berbasis mikrokontroler, pembuatan prototipe, serta uji coba langsung bersama mitra masyarakat. Kegiatan ini menghasilkan prototipe inkubator sederhana yang dilengkapi sistem pengatur suhu otomatis berbasis sensor dan pemanas, yang mampu mempertahankan suhu fermentasi ideal pada kisaran 41–43°C. Dampak dari kegiatan ini adalah meningkatnya kemampuan produksi yoghurt secara higienis dan berkelanjutan, sekaligus memberdayakan masyarakat untuk memanfaatkan teknologi yang mudah dioperasikan dan sesuai untuk skala rumah tangga maupun UMKM.

Kata Kunci: Inovasi, Fermentasi Susu, Pengendalian Suhu, UMKM, Teknologi.

*Corresponding author, kholifatulmayangsari@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pengabdian masyarakat merupakan salah satu bentuk pengabdian yang memiliki peran strategis dalam menghadirkan solusi teknologi tepat guna untuk permasalahan riil di masyarakat. Terkait konteks pengembangan inkubator fermentasi susu sapi untuk produksi es lilin yogurt ini merupakan program Pengabdian masyarakat yang tidak hanya berfungsi sebagai wadah pembelajaran bagi mahasiswa, tetapi juga sebagai katalisator transformasi teknologi pedesaan. Menurut Suharto (2019), program pengabdian masyarakat yang berorientasi pada pengembangan teknologi tepat guna memiliki dampak *multiplier effect* yang signifikan terhadap peningkatan ekonomi masyarakat lokal. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *appropriate technology* yang dikemukakan oleh Schumacher, dimana teknologi yang dikembangkan harus sesuai dengan kebutuhan, kemampuan ekonomi, serta terkait kondisi sosial masyarakat setempat. Pada pengabdian masyarakat juga menuntut pendekatan holistik yang mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan budaya masyarakat. Hal ini mencakup pemilihan komponen yang mudah diperoleh di daerah setempat, desain yang sederhana dan efektif, serta sistem perawatan yang tidak memerlukan keahlian teknis tinggi.

Fermentasi susu sapi merupakan proses penting dalam produksi produk olahan seperti yoghurt yang sangat bergantung pada kestabilan suhu. Pada penelitian menunjukkan bahwa suhu yang tidak konsisten berdampak langsung pada pertumbuhan bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus casei* dan *L. bulgaricus*, serta memengaruhi kualitas fisik dan aktivitas mikroba produk fermentasi. Suhu yang tidak stabil ini dapat menyebabkan fermentasi tidak sempurna, memperpanjang waktu produksi, dan menurunkan kualitas produk akhir. Banyak pelaku usaha skala kecil masih menggunakan metode tradisional yang alat sederhana tanpa kontrol otomatis sehingga rentan terhadap fluktuasi suhu yang merugikan proses fermentasi. Misalnya, *L. casei* tidak tumbuh optimal di luar kisaran suhu ideal sehingga teksturnya menjadi kurang kental dan ada perubahan nilai pH yang signifikan.

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat berfokus pada rancang bangun alat inkubator sebagai media pengontrol suhu fermentasi susu sapi menjadi sangat relevan dan mendesak untuk dilakukan. Alat inkubator yang dirancang dengan teknologi sensor suhu dan sistem kontrol otomatis dapat memberikan solusi praktis dan efisien bagi para pelaku usaha dalam menjaga suhu fermentasi pada tingkat optimal. Seiring berkembangnya

teknologi, alat inkubator dapat dirancang dengan sistem pengontrol suhu otomatis berbasis mikrokontroler. Salah satu komponen penting dalam perancangan alat semacam ini adalah sistem pemanas dan pengendali suhu dengan rancangan sebuah alat inkubator menggunakan pemanas tipe Thermostar STC-1000 yang bekerja pada arus AC 220 Volt. Dengan demikian, proses fermentasi dapat berjalan lebih cepat, stabil, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik. Dalam kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan teknologi tepat guna yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk susu fermentasi, tetapi juga berperan dalam memberdayakan masyarakat melalui transfer teknologi.

Oleh karena itu, rasionalisasi kegiatan ini didasarkan pada kebutuhan nyata di lapangan serta potensi besar dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses fermentasi susu sapi melalui inovasi alat inkubator pengontrol suhu. Dalam pendahuluan ini menggabungkan latar belakang masalah, urgensi, dan alasan rasional kegiatan berdasarkan referensi yang relevan dari hasil pencarian, terkait bagaimana pengaruh suhu inkubator terhadap kualitas fermentasi susu sapi dan pentingnya pengontrol suhu otomatis dalam proses fermentasi susu, serta bagaimana rasionalisasi penggunaan inkubator untuk meningkatkan efisiensi produksi susu fermentasi.

Fermentasi susu sapi menjadi yogurt merupakan proses biokimia kompleks yang melibatkan interaksi sinergis antar berbagai bakteri asam laktat (BAL). Menurut Tamime & Robinson (2007), keberhasilan fermentasi tidak hanya bergantung pada suhu, tetapi juga pada stabilitas pH, aktivitas *water* (*aw*), serta komposisi kimia susu. Pemahaman mendalam terkait mikroba dalam konteks perancangan incubator ini menjadi fundamental. Pertumbuhan bakteri yang tidak homogen memiliki dampak pada inkonsistensi kualitas produk sehingga perancangan desain inkubator perlu mempertimbangkan sistem sirkulasi udara yang efektif, *positioning sensor* suhu yang strategis, dan material insulasi yang *appropriate* untuk menjaga homogenitas suhu. Inkubator memiliki peran penting dalam proses fermentasi, khususnya dalam menjaga kestabilan suhu. Kemajuan teknologi memungkinkan penggunaan inkubator otomatis dengan pengontrol suhu digital, seperti Thermostar STC-1000. Alat ini mengatur suhu secara otomatis dengan mendeteksi suhu melalui sensor dan mengontrol elemen pemanas sesuai batas yang ditentukan. Dirancang untuk tegangan AC 220V, alat ini cocok digunakan di rumah tangga maupun industri kecil.

Bukti empiris dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan inkubator otomatis dengan sistem pengendalian suhu terbukti meningkatkan efektivitas fermentasi. Misalnya, Prasetya (2022) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa alat inkubator berbasis Thermostar STC-1000 mampu menjaga suhu fermentasi dalam rentang 39°C –45°C dengan deviasi $\pm 1^\circ\text{C}$. Hal ini berdampak pada peningkatan tekstur yogurt serta kestabilan pH produk akhir. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Handayani & Wicaksono (2021) menemukan bahwa pemanfaatan inkubator otomatis dalam pembuatan yogurt menghasilkan produk dengan cita rasa lebih baik dan tekstur lebih kental dibandingkan metode konvensional. Selain itu, durasi fermentasi juga menjadi lebih singkat karena suhu optimal dapat dipertahankan sepanjang proses berlangsung. Dengan adanya teknologi pengendalian suhu otomatis, proses fermentasi dapat berjalan lebih efisien dan menghasilkan produk dengan kualitas lebih baik.

Selain itu, Sulistyono (2020) dalam studi komparatif antara inkubator otomatis dan inkubator manual menunjukkan bahwa alat dengan sistem otomatis tidak hanya lebih efisien dalam konsumsi energi, tetapi juga menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih stabil antar batch. Inkubator otomatis memungkinkan proses fermentasi berjalan tanpa pengawasan intensif sehingga sangat cocok diaplikasikan dalam usaha kecil menengah (UKM) berbasis olahan susu seperti es lilin yogurt. Hal ini tentu menjadi suatu solusi tepat guna terutama di daerah pedesaan yaitu kediaman tempat mitras yang juga tempat pengabdian masyarakat dilaksanakan, di mana akses terhadap peralatan fermentasi industri terbatas, tetapi keterbatasan tersebut berpotensi tinggi terhadap produksi susu sapi lokal.

Berisi deskripsi tentang proses perencanaan aksi bersama komunitas (pengorganisasian komunitas). Dalam hal ini dijelaskan siapa subyek pengabdian, tempat dan lokasi pengabdian, keterlibatan subyek dampingan dalam proses perencanaan dan pengorganisasian komunitas, metode atau strategi riset yang digunakan dalam mencapai tujuan yang diharapkan dan tahapan-tahapan kegiatan pengabdian masyarakat.

2. HASIL

Metode penelitian yang digunakan dalam kegiatan ini bersifat deskriptif dengan pendekatan rekayasa teknologi (*engineering design*), yaitu merancang dan membangun suatu alat untuk memenuhi kebutuhan spesifik masyarakat yang terkait dalam pembuatan alat inkubator untuk mengontrol suhu fermentasi susu sapi. Penelitian ini dilakukan

sebagai bagian dari program kerja pengabdian masyarakat yang berorientasi pada pengabdian masyarakat dengan penerapan teknologi tepat guna. Tujuan dari kegiatan ini adalah menciptakan sebuah alat sederhana, efisien, dan ekonomis yang dapat digunakan oleh pelaku usaha kecil menengah dalam proses fermentasi susu sapi yang kemudian diproduksi menjadi es lilin yogurt. Selain itu, pendekatan desain terkait perakitan memerlukan pertimbangan yang cermat dan tidak seperti kebanyakan bidang rekayasa lainnya yang dengan hal ini mampu beradaptasi dan berevolusi.

Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari program kerja pengabdian masyarakat yang berorientasi pada pengabdian masyarakat dengan penerapan teknologi tepat guna. Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini merupakan aktivitas berupa pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh mahasiswa dengan aspek pendidikan, pengajaran, dan penelitian dimana mahasiswa diharapkan menerapkan ilmu yang didapatkan selama proses pembelajaran di kampus kepada masyarakat. Tujuan dari kegiatan ini adalah menciptakan sebuah alat sederhana, efisien, dan ekonomis yang dapat digunakan oleh pelaku UMKM dalam proses fermentasi susu yang diproduksi menjadi es lilin yogurt.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dalam merancang alat inkubator melibatkan berbagai aspek penting yang saling mendukung seperti mencakup identifikasi kebutuhan mitra, perakitan komponen, pengujian kinerja alat, serta pendampingan penggunaan alat kepada mitra agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Dalam ruang lingkup kegiatan ini meliputi proses perancangan alat, pemilihan dan perakitan komponen elektronik yang tepat, pengujian efektivitas alat dalam mempertahankan suhu optimal fermentasi, serta analisis kestabilan suhu selama proses fermentasi berlangsung. Tempat pelaksanaan eksperimen dan uji coba alat dilakukan di rumah mitra produksi sederhana yang disesuaikan sebagai laboratorium mini. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yakni observasi langsung terhadap proses fermentasi, dokumentasi visual (foto dan video), pencatatan suhu selama proses berlangsung menggunakan *log sheet* suhu, serta wawancara singkat dengan peternak atau mitra masyarakat mengenai kemudahan penggunaan dan potensi manfaat alat yang dirancang. Dari data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif sebagai penilaian lanjutan untuk efektivitas alat tersebut dalam menjaga kestabilan suhu serta dampaknya terhadap kualitas hasil fermentasi susu yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, terdapat dua variabel utama yang menjadi fokus pengamatan,

yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Variabel independen adalah alat inkubator otomatis yang dirancang menggunakan komponen Thermostar STC-1000 sebagai pengontrol suhu, pemanas (lampu pijar atau elemen panas), dan wadah inkubasi yang berfungsi sebagai media tertutup untuk fermentasi. Alat ini dikonfigurasi sedemikian rupa agar dapat menjaga suhu dalam rentang optimal fermentasi susu, yaitu antara 41°C - 43°C. Perangkat Thermostar STC-1000 menjadi pusat kendali sistem dengan mendeteksi suhu dari sensor internal lalu memberikan perintah aktif atau non-aktif kepada pemanas sesuai dengan batas suhu yang ditentukan. Sementara itu, variabel dependen dalam penelitian ini adalah kestabilan suhu fermentasi dan kualitas hasil fermentasi susu sapi. Kestabilan suhu diukur berdasarkan perbedaan suhu aktual terhadap suhu target yang telah diprogram, yang dicatat secara berkala selama proses fermentasi berlangsung. Kualitas fermentasi ditinjau dari hasil akhir yogurt yang dihasilkan, seperti kekentalan, keasaman (pH), dan aroma sebagai indikator keberhasilan proses. Selain itu, bentuk produk akhir berupa es lilin yogurt juga diamati dari segi penerimaan organoleptik secara sederhana.

3. DISKUSI

Fermentasi adalah proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat melalui aktivitas enzim tertentu yang dihasilkan oleh suatu mikroba, walau dalam beberapa kondisi tertentu dapat juga terjadi tanpa kehadiran mikroba (sel-sel hidup). Dalam aktivitasnya untuk melakukan metabolisme, mikroba membutuhkan sumber energi berupa karbohidrat, sedangkan untuk mensintesis zat penyusun sel mikroba itu sendiri yang diperlukan adalah protein, lemak, mineral, dan asam nukleat. Untuk pertumbuhan aktif organisme-organisme fermentatif tersebut pada umumnya di dalam bahan pangan sudah mengandung zat-zat tersebut dalam jumlah yang cukup (Purnomo dan Adiono, 1987).

Pada proses fermentasi makanan secara alami biasa dilakukan oleh lebih dari satu jenis mikroorganisme yang bersifat sinergistik. Pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme pada beberapa jenis makanan fermentasi bersifat suksesi, yaitu proses fermentasi dilakukan oleh beberapa jenis mikroorganisme yang tumbuh secara bergantian. Pada prinsipnya mikroorganisme yang bersifat fermentatif dapat mengubah karbohidrat dan turunan-turunannya terutama menjadi alkohol, asam dan CO₂ melalui proses fermentasi.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi

- pH (Keasaman)

Makanan dan minuman yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan tumbuh mikroorganisme lain seperti cendawan serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Pada kondisi seperti ini mikroorganisme proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak dengan baik.

- Mikroba

Umumnya fermentasi dilakukan dengan menggunakan kultur murni atau starter yang dihasilkan secara laboratoris. Kultur ini dapat disimpan dalam bentuk kering atau dibekukan, misalnya kultur murni dari bakteri asam laktat untuk membuat keju. Konsentrasi mikroba atau starter atau disebut juga inokulum yang ditambahkan berkisar antara 3 –10% dari volume medium fermentasi. Penggunaan inokulum yang bervariasi ini dapat menyebabkan proses fermentasi dan mutu produk selalu berubah-ubah. Inokulum adalah kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi pada saat kultur mikroba tersebut berada pada fase pertumbuhan eksponensial.

- Suhu

Produksi yoghurt sebagai salah satu produk olahan susu fermentasi sangat bergantung pada kontrol kondisi lingkungan yang presisi, di mana suhu menjadi faktor paling krusial. Transformasi susu menjadi yoghurt dimediasi oleh aktivitas metabolik bakteri asam laktat (BAL) spesifik, yang mengonversi laktosa menjadi asam laktat. Proses ini menghasilkan karakteristik rasa, tekstur, dan profil nutrisi khas yoghurt. Proses biokimia yang kompleks ini memerlukan rentang suhu yang stabil dan optimal untuk memastikan pertumbuhan dan efisiensi metabolik mikroorganisme yang diinginkan. Sistem inkubasi otomatis menjadi sangat diperlukan dalam produksi yoghurt modern, baik untuk skala usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) maupun industri besar, karena mampu menyediakan presisi dan konsistensi yang sulit dijamin oleh metode manual.

Sebagai bagian dari kegiatan program kerja pengabdian masyarakat di Desa Jimbaran Kulon, Wonoayu Sidoarjo, telah terlaksanakan dengan progra kerja perancangan dan pembuatan alat inkubator sebagai pengontrol suhu otomatis sebagai

fermentasi susu sapi yang kemudian akan di olah menjadi es lilin yogurt. Bagian alat inkubator ini dirancang dengan menggunakan komponen utama Thermostar STC-1000 sebagai kontrol suhu digital yang berfungsi mengatur sistem pemanas berbasis arus AC 220 Volt. Dalam uji coba fungsional, alat ini berhasil menjaga suhu ruang inkubasi secara konstan dalam rentang 38°C hingga 43°C yang merupakan suhu optimal untuk fermentasi susu sapi sebagai yogurt. Fermentasi yoghurt bertujuan untuk mengurangi kadar laktosa, yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus sp.* dan *Streptococcus sp.*. Kedua jenis bakteri ini tumbuh dengan baik pada rentang suhu sekitar 40°C–45°C. Inkubasi merupakan proses penting dalam pembuatan yoghurt, di mana suhu yang stabil digunakan untuk menjaga pertumbuhan bakteri agar dapat menghasilkan rasa asam yang khas. Prinsip dasar inkubator adalah mengubah energi listrik menjadi energi panas untuk menciptakan lingkungan yang terkontrol.

Sistem inkubator dirancang untuk menyediakan lingkungan mikro yang terkontrol, bukan sekadar sumber panas. Peran inkubator melampaui sekadar menaikkan suhu, fokus utamanya adalah menjaga lingkungan yang stabil dan optimal. Stabilitas ini sangat penting untuk aktivitas bakteri yang konsisten, yang secara langsung berkorelasi dengan kualitas produk yang dapat direproduksi. Tanpa stabilitas ini, fluktuasi suhu dapat mengakibatkan laju fermentasi yang tidak konsisten, memengaruhi karakteristik akhir produk. Otomatisasi sistem ini juga mengatasi keterbatasan kontrol suhu manual, yang seringkali menghasilkan suhu tidak stabil dan memengaruhi kualitas yoghurt, termasuk warna dan keasaman. Perpindahan dari kontrol manual ke otomatis menunjukkan langkah menuju produksi yang lebih andal dan terukur, yang sangat penting untuk mencapai yoghurt berkualitas tinggi secara konsisten, terutama dalam skala komersial.

Dasar-Dasar Bakteri Asam Laktat Dan Kondisi Fermentasi Optimal

Keberhasilan fermentasi yoghurt sangat dipengaruhi oleh aktivitas optimal bakteri asam laktat (BAL), terutama *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Kedua jenis bakteri ini memiliki peran penting dalam proses fermentasi karena mampu mengubah laktosa menjadi asam laktat, yang memberikan rasa asam dan tekstur khas pada yoghurt. Menurut jurnal yang diterbitkan dalam "*International Journal of Food Microbiology*", suhu fermentasi yang ideal untuk kedua bakteri ini berkisar antara 41–45°C, di mana aktivitas metabolik mereka mencapai puncaknya. Selain itu, strain lain

seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* juga sering digunakan dalam produksi yoghurt, karena mereka dapat memberikan manfaat kesehatan tambahan, seperti meningkatkan kesehatan pencernaan. Buku "*Microbiology of Fermented Foods*" menjelaskan bahwa bakteri-bakteri ini adalah termofilik, yang berarti mereka berkembang biak dengan baik pada suhu tinggi, dan memiliki jalur metabolik yang efisien untuk konversi laktosa sehingga penting untuk menjaga suhu fermentasi dalam rentang yang sesuai untuk mencapai hasil yang optimal. Bakteri asam laktat BAL dikenal sebagai mikroorganisme termofilik, yang berarti mereka tumbuh optimal pada suhu tinggi, yaitu antara 41°C –45°C. Pada suhu inilah enzim-enzim metabolik mereka bekerja paling efisien dalam mengubah laktosa menjadi asam laktat. Dalam proses ini memiliki peran penting karena penurunan pH yang dihasilkan akan menyebabkan protein susu terkoagulasi dan membentuk tekstur khas yoghurt. Jika suhu terlalu rendah (di bawah 37°C), pertumbuhan bakteri melambat drastis yang sehingga dalam proses fermentasi menjadi tidak optimal dan dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba yang tidak diinginkan.

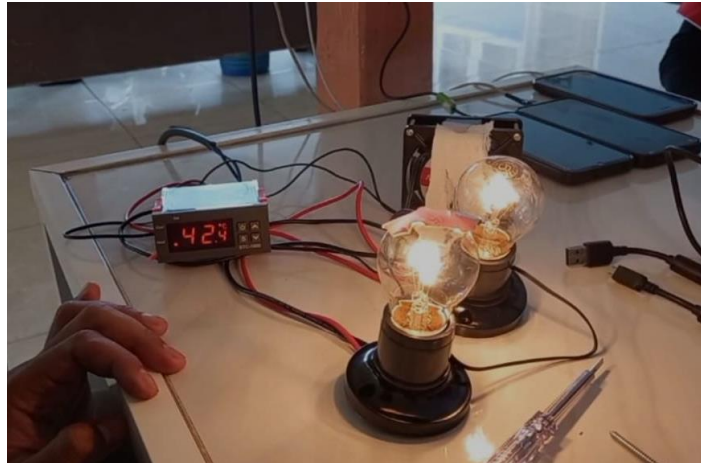
Penggunaan inkubator suhu terkontrol menjadi solusi penting dalam fermentasi yoghurt skala kecil maupun industri rumahan yang memungkinkan suhu dapat dijaga secara konsisten dalam rentang optimal serta meminimalkan fluktuasi yang bisa mengganggu aktivitas BAL. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, pemahaman tentang suhu fermentasi ini dapat diimplementasikan dengan membuat alat inkubator sederhana berbasis sensor suhu otomatis. Alat seperti ini dapat membantu produsen susu skala kecil dalam meningkatkan nilai tambah produk susu mereka melalui fermentasi menjadi yoghurt berkualitas. Dengan kontrol suhu yang tepat, fermentasi dapat dilakukan dengan waktu yang lebih singkat (umumnya 6–8 jam) dan menghasilkan produk yang stabil secara mikrobiologis dan sensori.

Perancangan Sistem Inkubator

Hasil perancangan alat inkubator pengontrol suhu untuk fermentasi susu sapi menjadi yogurt telah berhasil diselesaikan dengan spesifikasi teknis yang optimal. Sistem inkubator yang dirancang menggunakan Thermostat digital Thermostar STC-1000 tipe arus AC 220 Volt sebagai pengontrol suhu otomatis, yang mampu menjaga suhu fermentasi secara stabil pada rentang optimal (36°C –45°C). Pengujian dilakukan terhadap kestabilan suhu, waktu fermentasi, kualitas yogurt (pH, kadar protein, total

293

asam, dan jumlah bakteri asam laktat/BAL), serta hasil organoleptik produk es lilin yogurt.



Gambar 1. Proses Perakitan Inkubator

Sumber: Dokumentasi Pribadi Tim Pengabdian Masyarakat



Gambar 2. Proses Perakitan Inkubator

Sumber: Dokumentasi Pribadi Tim Pengabdian Masyarakat

Spesifikasi Inkubator

Adapun tahapan dalam perancangan alat inkubator untuk desa Jimbaran Kulon, kec. Wonoayu Kab. Sidoarjo terkait proses fermentasi dan pengendalian suhu untuk susu sapi yang akan diproduksi menjadi olahan yoghurt. Dalam proyek ini, perakitan sistem kontrol suhu untuk inkubator menggunakan heater berupa lampu penghangat dan *cooling fan*. Berikut komponen yang diperlukan untuk perakitan alat inkubator:

Tabel 1. Komponen Alat Inkubator

No.	Nama Komponen
1	Thermostat STC-1000
2	Lampu Pemanas (Heater)
3	Fan Cooler (Pendingin)
4	Kabel Listrik 1,5mm
5	Stop Kontak Kaki 2
6	Aluminium 8m x 40cm
7	Alat dan Bahan Pendukung (Tang, Obeng, Taspen, dll)

Sumber: Dokumentasi Pribadi Tim Pengabdian Masyarakat

Komponen Thermostat STC-1000 bekerja berdasarkan prinsip pembacaan suhu aktual dari sensor yang kemudian dibandingkan dengan suhu target (*setpoint*) yang telah ditentukan. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengaktifkan salah satu dari dua *output*-nya:

- *Output heater* (pemanas): Akan aktif (menyala) ketika suhu aktual yang terbaca oleh sensor lebih rendah dari suhu target yang ditentukan. Output ini akan terus menyala hingga suhu mencapai atau melebihi suhu target plus hysteresis (batas toleransi suhu).
- *Output cooler* (pendingin): Akan aktif (menyala) ketika suhu aktual yang terbaca oleh sensor lebih tinggi dari suhu target yang ditentukan. Output ini akan terus menyala hingga suhu mencapai atau di bawah suhu target minus hysteresis.
- Fungsi *hysteresis* (differential/D): Ini adalah nilai toleransi suhu yang dapat diatur untuk mencegah nyala-mati komponen secara berlebihan (siklus pendek). Misalnya, jika suhu target disetel 37°C dan *hysteresis* 0.5°C, maka pemanas akan mati di 37.5°C dan pendingin akan menyala jika suhu naik di atas 37.5°C. Sebaliknya, pendingin akan mati di 36.5°C dan pemanas akan menyala jika suhu turun di bawah 36.5°C.

Tabel 2. Pengkabelan Umum STC-1000

PIN NO.	KETERANGAN
1	<i>Input Daya L (Line/Fasa) - 220V AC</i>
2	<i>Input Daya N (Netral) - 220V AC</i>
3	Sensor Suhu (Probe)

4	Sensor Suhu (Probe)
5	Output Pemanas (<i>Heater</i>) - Kontak NO (<i>Normally Open</i>)
6	Output Pendingin (<i>Cooler</i>) - Kontak NO (<i>Normally Open</i>)
7	<i>Common</i> (Jalur Netral untuk <i>Output</i>)

Catatan: Pin 7 ini akan dihubungkan ke kabel netral dari sumber daya 220V. Kemudian, daya untuk beban heater (lampu pemanas) dan cooler (kipas pendingin) akan disambungkan antara pin 5 dan 7 (untuk heater) serta pin 6 dan 7 (untuk cooler).

Berikut merupakan cara kerja thermostat STC-1000 secara lebih detail:

1. Pengukuran Suhu:

Sensor suhu (biasanya NTC atau PT100) akan mendeteksi suhu di lingkungan yang sedang dipantau. Ketika suhu inkubator mencapai 43°C, kipas akan menyala secara otomatis dan lampu akan redup untuk menurunkan suhu

2. Perbandingan Suhu:

Thermostat akan membandingkan suhu yang terdeteksi dengan suhu yang diatur (point setel) melalui pengaturan (F1). Ketika suhu kembali stabil pada 41°C, lampu akan menyala kembali dan kipas akan mati, menjaga suhu tetap dalam rentang optimal untuk fermentasi.

3. Pengaturan Relay:

Pemanasan: Jika suhu di bawah point setel, relay pemanas akan diaktifkan. Relay pemanas biasanya akan menyalakan perangkat pemanas (seperti pemanas air, pemanas ruangan, dll).

4. Pendinginan: Jika suhu di atas point setel, relay pendingin akan diaktifkan.

Relay pendingin biasanya akan menyalakan perangkat pendingin (seperti kipas, AC, dll).

5. Perbedaan Suhu (Histeresis): Untuk menghindari fluktuasi suhu yang cepat,

thermostat juga memiliki pengaturan perbedaan suhu (F2). Ini adalah perbedaan antara suhu yang diatur (point setel) dan suhu di mana relay akan mati. Misalnya, jika point setel 25°C dan perbedaan suhu 1°C, maka relay pemanas akan mati saat suhu mencapai 26°C. Proses ini berulang secara otomatis selama proses fermentasi, menjaga suhu inkubator dalam rentang 41–

45°C yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat dan menghasilkan yoghurt dengan kualitas terbaik.

6. Pengaturan Delay (F3): Thermostat dapat diatur untuk menunda pengaktifan *relay* pendingin untuk beberapa menit. Ini membantu menghindari kerusakan pada perangkat akibat pengaktifan yang terlalu cepat.
7. Kalibrasi Sensor (F4): Jika pembacaan suhu tidak sesuai dengan suhu sebenarnya dapat disesuaikan kalibrasi sensor.

Tabel 3. Pengaturan Suhu (*Setting*) Thermostat STC-1000

No	Tombol/Fungsi	Deskripsi
1	Tombol S (Set)	Masuk ke mode pengaturan suhu target atau menu fungsi lanjutan (P0–P3).
2	Tombol ▲ (Atas)	Menaikkan nilai suhu atau parameter saat pengaturan.
3	Tombol ▼ (Bawah)	Menurunkan nilai suhu atau parameter saat pengaturan.
4	Pengaturan Suhu Target	Tekan dan tahan tombol S selama ± 3 detik hingga layar berkedip, lalu atur suhu menggunakan tombol ▲ atau ▼. Tekan S lagi untuk menyimpan.
5	Akses Menu P0–P3	Tekan dan tahan tombol S + ▲ secara bersamaan selama ± 3 detik. Layar akan menampilkan P0. Gunakan tombol S untuk memilih fungsi lanjutan.
6	Pengaturan Nilai P0–P3	Setelah memilih P0–P3, tekan S, lalu sesuaikan nilai dengan tombol ▲ atau ▼. Tekan S untuk menyimpan dan kembali ke menu.
7	Keluar dari Pengaturan	Tekan tombol daya (jika tersedia) atau tunggu beberapa detik agar sistem keluar otomatis dari mode pengaturan.

Transformasi Produk Dari Yogurt Ke Es Lilin

Inovasi dalam mengolah yogurt menjadi es lilin merupakan strategi diversifikasi produk yang cerdas dalam konteks ekonomi kreatif pedesaan. Pada transformasi yogurt menjadi produk frozen dairy dessert yang tidak hanya meningkatkan daya tahan produk tetapi juga membuka segmen pasar yang lebih luas terutama untuk konsumen anak-anak dan remaja. Proses *freezing* yogurt memiliki inovasi teknis tersendiri, yang dimana struktur protein dan konsistensi yogurt harus dipertahankan untuk menghasilkan tekstur es lilin yang optimal.

4. KESIMPULAN

Penggunaan STC-1000 sebagai pengendali suhu berbasis metode ON-OFF terbukti memberikan kinerja yang cukup andal untuk proses fermentasi. Meskipun metode ini tergolong sederhana jika dibandingkan dengan metode kontrol modern seperti *fuzzy logic* atau PID, namun untuk aplikasi skala kecil dan kebutuhan praktis pengabdian mahasiswa, metode ON-OFF ini sudah sangat mencukupi. Thermostat STC-1000 dengan setting manual dan sensor suhu internal mampu memberikan hasil yang serupa dengan biaya yang jauh lebih murah dan proses perakitan yang sederhana.

Meskipun demikian, tantangan teknis juga dihadapi dalam implementasi lapangan, terutama terkait dengan kestabilan pasokan listrik. Pemadaman mendadak dapat menghentikan proses fermentasi dan merusak kualitas produk akhir. Dengan kata lain, program kerja pengabdian masyarakat dengan suhu ini tidak hanya berdampak pada keberhasilan teknis alat, tetapi juga pada aspek ekonomi dan pemberdayaan masyarakat dengan rancangan sederhana, biaya rendah, dan hasil yang optimal, dan alat ini menjadi model rancang bangun inkubator suhu otomatis yang sesuai diterapkan ke mitra sebagai bagian dari hilirisasi riset mahasiswa kepada masyarakat.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak kampus atas dukungan dan kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan Program Pengabdian kepada Masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang senantiasa diberikan selama proses kegiatan berlangsung. Kami turut menyampaikan apresiasi kepada mitra UMKM yang telah bersedia bekerja sama dan menjadi bagian penting dalam pelaksanaan program ini. Tak lupa, kami mengucapkan terima kasih kepada pihak desa

yang telah memberikan wadah dan dukungan kepada mahasiswa untuk berinovasi dan berkontribusi langsung kepada masyarakat. Semoga kerja sama ini membawa manfaat yang berkelanjutan bagi semua pihak.

DAFTAR REFERENSI

- Alfiandi, R. (n.d.). *Pengontrolan suhu pada proses fermentasi susu dalam produksi yogurt dengan metode logika fuzzy* (Skripsi, Teknik Elektro, Konsentrasi Teknik Kontrol). Universitas Brawijaya.
- Handayani, D., & Wicaksono, A. (2021). Perbandingan Kualitas Yogurt Hasil Fermentasi Menggunakan Inkubator Otomatis dan Manual. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(1), 12-20.
- Haq, E. S., Panduardi, F., & Khusna, A. (2018). Peningkatan produktivitas peternak sapi perah melalui penerapan teknologi inkubator fermentasi susu penghasil yogurt di Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat J-DINAMIKA*, 3(2), 123–130.
- Kompas. (2025, Maret 5). Peternak Sapi Buang Susu, Industri Tak Mampu Serap Produksi Lokal.
- Prasetya, A. (2022). Penggunaan Thermostar STC-1000 pada Inkubator Otomatis untuk Fermentasi Yogurt Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(2), 45-53.
- Putri, Y. A., Fitri, & Rifa'i, M. (2024). Kendali suhu dan monitoring pH pada fermentasi yoghurt dengan metode PID. *Journal of Mechanical and Electrical Technology*, 3(3), 149–155.
- Sulistyo, B. (2020). Efisiensi Energi dan Kualitas Produk pada Inkubator Otomatis dan Manual untuk Fermentasi Susu. *Jurnal Rekayasa Pertanian*, 8(4), 101-109.
- Tamime, A.Y., & Robinson, R.K. (2007). *Yoghurt: Science and Technology* (3rd Edition). CRC Press.
- Tempo. (2025, Maret 10). Pemerintah Wajibkan Industri Serap Susu Lokal, Targetkan Ketahanan Pangan.