



Analisis Kondisi Operasional dan Potensi Implementasi Inkubator IoT pada UMKM

Tempe Jaya Mandiri, Desa Pliken, Banyumas

Okky Wida Syahputra^{1*}, Hotman Ivan Sianturi², Dedy Tigor Manurung³, Alifita Ismi Humaira⁴, Serafim Yidi Prabanawatara⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Bisnis Digital, Telkom University Purwokerto

Email :

okkywida@student.telkomuniversity.ac.id,
hotmansianturi@student.telkomuniversity.ac.id,
dedytigorm@student.telkomuniversity.ac.id,
serafimyidi@student.telkomuniversity.ac.id,
aliftaismihumaira@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Pengabdian masyarakat ini mendeskripsikan kondisi operasional awal UMKM Tempe Jaya Mandiri sebelum implementasi inkubator fermentasi berbasis IoT dan panel surya. Fokus kajian meliputi kapasitas produksi, durasi fermentasi, tingkat kegagalan produksi, konsumsi energi, dan indikasi keluhan pelanggan. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan mitra, dan pengolahan dokumen operasional mitra. Hasil menunjukkan kapasitas produksi sekitar 200 bungkus/hari dengan waktu fermentasi tradisional ~4 hari per batch; variasi lingkungan menyebabkan inkonsistensi mutu dan akumulasi produk cacat; serta porsi biaya energi signifikan untuk perebusan kedelai. Berdasarkan tinjauan literatur, implementasi inkubator diharapkan memangkas waktu fermentasi (target ~22 jam), menstabilkan suhu/kelembaban fermentasi, mengurangi batch gagal, dan menekan penggunaan listrik melalui panel surya. Temuan kondisi operasional awal ini digunakan sebagai tolak ukur untuk evaluasi pasca-implementasi guna menilai efisiensi teknis, penghematan biaya, dan penerimaan mitra.

Kata Kunci : Tempe, Inkubator IoT, UMKM, Panel Surya, Kondisi Operasional

ABSTRACT

This community-engaged study documents the initial operational conditions of Tempe Jaya Mandiri (Pliken village, Banyumas) prior to implementing an IoT-based incubation with solar power. The baseline covers production capacity, fermentation duration, failure rates, energy consumption and customer complaints. Methods include field observation, in-depth interviews with the partner, and operational record analysis. Findings: production capacity ~200 packs/day, conventional fermentation ~4 days per batch, environmental variability causing inconsistent quality and defective items, and substantial energy cost for soybean boiling. Literature suggests that Incubator can reduce fermentation time (target ~22 hours), stabilize fermentation conditions, lower defective batches, and reduce grid electricity use through solar integration.

Keywords : Tempe, IoT Incubator, Operational Conditions, MSME, Solar Panel

PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk fermentasi kedelai yang penting bagi

pangan dan gizi masyarakat Indonesia. Konsumsi tempe nasional menunjukkan tren meningkat dalam beberapa tahun

terakhir (Ahnan, 2021; Romulo, 2021). Produksi tempe di tingkat UMKM umumnya masih bergantung pada metode tradisional yang sensitif terhadap kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban), sehingga durasi fermentasi relatif lama (3–5 hari) dan kualitas produk menunjukkan variasi (Yunas, 2020; Prasetyo, 2021). Di Desa Pliken, Kecamatan Kembaran (Banyumas), usaha Tempe Jaya Mandiri beroperasi sejak 1980 dengan kapasitas produksi sekitar 200 bungkus per hari, namun keterbatasan proses fermentasi tradisional membatasi kemampuan untuk memenuhi lonjakan permintaan (Purwanto, 2024).

Permasalahan utama yang diidentifikasi meliputi: (1) durasi fermentasi yang panjang (~4 hari) sehingga throughput rendah; (2) ketergantungan pada kondisi lingkungan yang menyebabkan ketidakkonsistenan mutu; (3) konsumsi energi signifikan, khususnya untuk perebusan kedelai; (4) adanya produk cacat yang dapat memicu keluhan pelanggan dan kerugian ekonomi (Prasetyo, 2021; Hartono, 2020). Dalam konteks pengabdian masyarakat (PKM), perlu adanya dokumentasi kondisi operasional awal sebagai dasar perencanaan dan evaluasi intervensi teknologi dalam hal ini penerapan Inkubator Fermentasi IoT terintegrasi web monitoring dan panel surya yang diharapkan mempercepat fermentasi, menstabilkan mutu, dan mengurangi biaya energi (Yunas, 2020; Santoso, 2022; Terashima, 2020).

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah: (1) mendokumentasikan kondisi operasional awal UMKM Tempe Jaya

Mandiri sebelum penerapan Inkubator otomatis; (2) menganalisis permasalahan teknis dan ekonomi yang menghambat peningkatan produksi; (3) merumuskan prediksi dampak penerapan Inkubator berdasarkan kajian literatur sebagai dasar indikator evaluasi pasca-implementasi.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Pendekatan penelitian bersifat deskriptif dengan metode kuantitatif dan kualitatif berbasis pengabdian masyarakat. Teknik pengumpulan data meliputi: observasi langsung proses produksi di lokasi mitra; wawancara terstruktur dan semi-terstruktur dengan pemilik dan pekerja untuk memperoleh data produksi harian, durasi fermentasi, catatan kegagalan/produk cacat, konsumsi energi, dan riwayat keluhan pelanggan; serta pengumpulan dokumen operasional yang tersedia. Tim juga melakukan pengukuran snapshot suhu dan kelembaban selama proses fermentasi untuk menggambarkan variasi lingkungan di lokasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif (rata-rata, persentase, frekuensi). Untuk bagian prediksi dampak pasca-implementasi, dilakukan kajian pustaka terkait inkubator fermentasi berbasis IoT, kontrol suhu, monitoring berbasis web, dan integrasi energi terbarukan (Yunas, 2020; Santoso, 2022; Parthiban, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Kondisi tempe

Dari hasil observasi observasi dan konfirmasi mitra, kapasitas produksi Tempe Jaya Mandiri tercatat sekitar 200 bungkus/hari, dengan proses fermentasi konvensional pada suhu ruang memakan waktu rata-rata ± 4 hari per batch. Kondisi ini konsisten dengan gambaran banyak UMKM tempe yang produksi masih bergantung pada lingkungan sehingga throughput rendah dan rentan pada fluktuasi permintaan (Purwanto, 2024; Apriyani, 2020).



Gambar 2. Pembersihan kedelai

Durasi fermentasi ~ 4 hari menyebabkan siklus produksi lambat; ketika permintaan naik, pengrajin cenderung menolak pesanan karena kapasitas

terikat dalam siklus fermentasi (Prasetyo, 2021). Fluktuasi suhu dan kelembaban yang tidak terkontrol memicu terjadinya batch dengan tekstur atau aroma yang tidak sesuai standar (Yunas, 2020; Lo, 2022). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis dapat mempercepat dan menstabilkan proses fermentasi tempe (Santoso, 2022; Aji, 2024).



Data operasional mitra menunjukkan adanya produk cacat (mis. kemasan rusak, tempe bentuk tidak rata). Meskipun persentase per batch mungkin rendah, secara akumulatif jumlah produk cacat dapat mencapai puluhan hingga ratusan unit per bulan, sebagaimana dilaporkan pada studi kualitas UMKM lain (Hartono, 2020; Prasetyo, 2021). Produk cacat ini menurunkan potensi pendapatan dan meningkatkan risiko komplain konsumen.

Energi terbesar pada lini produksi tempe adalah untuk perebusan kedelai (kompor gas atau listrik/genset). Studi LCA dan laporan operasional menyatakan bahwa pemanasan/perebusan merupakan komponen energi dominan dalam produksi tempe, sehingga terdapat

potensi penghematan melalui optimasi energi atau integrasi sumber energi terbarukan (Mardianto, 2023; Prabowo, 2020; Terashima, 2020). Penerapan panel surya untuk memasok kebutuhan listrik sistem kontrol Inkubator dapat menurunkan ketergantungan pada listrik jaringan dan menekan biaya operasional (Parthiban, 2022; Mardianto, 2023).

Walaupun data keluhan pelanggan mitra belum terdokumentasi lengkap, adanya akumulasi produk cacat dan variasi mutu mengindikasikan potensi komplain; pada produk fermentasi sejenis, keluhan mutu berpengaruh negatif terhadap loyalitas pelanggan dan penjualan (Prasetyo, 2021; Razie, 2018). Oleh karena itu, pengendalian mutu melalui teknologi yang stabil dipandang penting untuk menjaga reputasi dan pendapatan mitra.

Kajian literatur terhadap inkubator berbasis IoT dan algoritma kontrol menunjukkan beberapa prediksi dampak Inkubator: (a) percepatan waktu fermentasi beberapa studi menunjukkan pengurangan durasi fermentasi secara signifikan jika suhu dan kelembaban dikontrol ketat (target ≈ 22 jam) (Santoso, 2022; Aji, 2024; MDPI/Energies authors, 2021); (b) penurunan tingkat batch gagal melalui stabilisasi iklimat fermentasi (Lo, 2022; Vong, 2018); (c) penghematan energi dengan penggunaan panel surya untuk kebutuhan pemantauan dan perlengkapan pendukung (Terashima, 2020; Parthiban, 2022); (d) peningkatan konsistensi mutu yang menurunkan risiko keluhan pelanggan dan meningkatkan nilai ekonomi produk (Romulo, 2021; Prasetyo, 2021).

Pembahasan praktis menekankan bahwa keberhasilan adopsi Inkubator memerlukan desain yang mudah dioperasikan oleh pekerja lokal, ketersediaan suku cadang, layanan purna jual sederhana, serta buku panduan dan pelatihan yang efektif (Santoso, 2022; Bukhari, 2022). Selain aspek teknis, manfaat sosial-ekonomi termasuk peningkatan kapasitas produksi, potensi peningkatan pendapatan mitra, dan kontribusi pada ketahanan pangan lokal.

KESIMPULAN

UMKM Tempe Jaya Mandiri saat ini menjalankan proses produksi tempe secara tradisional dengan kapasitas sekitar 200 bungkus/hari dan durasi fermentasi ≈ 4 hari, rentan terhadap variasi mutu akibat fluktuasi lingkungan, serta menanggung biaya energi yang cukup besar untuk perebusan. Kondisi operasional awal ini menguatkan kebutuhan implementasi Inkubator. Berdasarkan literatur, Inkubator berpotensi mempercepat fermentasi, menurunkan tingkat kegagalan, menstabilkan mutu, serta mengurangi ketergantungan pada listrik jaringan melalui integrasi panel surya. Kondisi operasional awal yang terdokumentasi di sini akan menjadi tolak ukur kuantitatif untuk evaluasi pasca-implementasi terhadap indikator efisiensi produksi, mutu produk, konsumsi energi, dan penerimaan mitra.

SARAN

Melakukan implementasi Inkubator Otomatis dengan skala pilot dan ukur indikator utama (waktu fermentasi, % batch gagal, konsumsi

energi, tingkat keluhan) untuk evaluasi empiris. Menyertakan modul pelatihan operasional dan buku panduan sederhana bagi mitra untuk pemeliharaan sistem. Merencanakan monitoring jangka panjang (3–6 bulan) untuk menilai keberlanjutan manfaat teknis dan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnan-Winarno, A.D., Cordeiro, A., et al. 2021. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20(2), 1717–1767. doi:10.1111/1541-4337.12710.
- 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. doi:10.1016/j.ijgfs.2021.100413.
- Yunas, R.P., & Pulungan, A.B. 2020. Sistem kendali suhu dan kelembaban pada proses fermentasi tempe. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*. 6(1), 103–113.
- Prasetyo, Y., et al. 2021. Quality control and defects analysis in small-scale tempe production: case study. *Journal of Food Processing and Technology*. (2021).
- Purwanto, P. 2024. KUR BRI mengakselerasi pertumbuhan usaha perajin tempe Pliken. *Suaramerdeka*.
<https://banyumas.suaramerdeka.com/ekonomi/0912512022/kur-bri-mengakselerasi-pertumbuhan-usaha-perajin-tempe-pliken>. Diakses 2025.
- Hartono. 2020. Study on tempe MSME QC example data of defective items. Local report / thesis. (2020).
- Santoso, R. 2022. Inkubator berbasis IoT. Skripsi / Repositori. <https://eprints.ums.ac.id/98645>. Diakses 2025.
- Terashima, K., Sato, H., & Ikaga, T. 2020. Development of an environmentally friendly PV/T solar panel. *Solar Energy*. 199, 510–520. doi:10.1016/j.solener.2020.02.051.
- Parthiban, R., & Ponnambalam, P. 2022. An enhancement of the solar panel efficiency: A comprehensive review. *Frontiers in Energy Research*. 10. doi:10.3389/fenrg.2022.937155.
- Apriyani, A.H. 2020. Analisis harga pokok produksi, nilai tambah dan keuntungan agroindustri keripik tempe di Kota Metro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 8(4).
- Lo, D., et al. 2022. Effect of different fermentation conditions on antioxidant capacity and quality of tempeh. *AIMS Agriculture and Food*. 7(2). doi:10.3934/agrfood.2022035.
- Aji, G.M. 2024. Rancang Bangun Inkubator Tempe Untuk Mempercepat Waktu Fermentasi.

- Agroteknika* (prosiding/jurnal nasional). (diakses 2025).
- Mardianto, M., Akmal, A.H., & Adriani, A. 2023. Perancangan solar cell untuk sumber energi listrik mesin pompa air. *Vertex Elektro*. 15(1), 48–56.
- Prabowo, S., et al. 2020. Energy use in traditional tempe processing and options for improvement. *Journal of Cleaner Production*. (2020).
- Razie, et al. 2018. Optimization of tempe fermentation and shelf-life improvement. *International Journal of Innovative Science and Technology*. (2018).
- Vong, W.C., Hua, X.Y., & Liu, S.-Q. 2018. Solid-state fermentation with *Rhizopus oligosporus* and *Yarrowia lipolytica* improves nutritional and flavour attributes of tempeh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98(6).
- Bukhari, M.R. 2022. Pelatihan fermentasi tempe. *Journal of Community Service*. 1(1), 10–14.
- Agista, A.Z., et al. 2024. Investigation of *Rhizopus oligosporus* metabolites in tempe-type fermentations. *Journal of Food Biochemistry*. (online). Diakses 2025.
- Cartwright, J. 2007. Big stars have weather too. *IOP Publishing PhysicsWeb*.
<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Diakses 26 June 2007.
- Duguma, A.L., et al. 2024. How the internet of things technology improves agricultural efficiency. *Neurocomputing / Artificial Intelligence Review*. (2024). doi:10.1007/s10462-024-11046-0.
- IJRR. 2024. Comparison of DHT11 and NTC temperature sensors for incubator applications. *International Journal of Recent Research*. 11(8).
- Santoso, R., & kolega. 2022. Sistem monitoring suhu dan kelembaban inkubator tempe menggunakan Thinger.io. Prosiding lokal. (2022).
- Scholarly DHT11 (author unknown). 2021. DHT11 Based Temperature and Humidity Measuring System. *SciTechnol Peer Review*. (2021).
<https://www.scitechnol.com>. Diakses 2025.
- Thinger.io Community Projects.” 2019. Project examples DHT11 & NodeMCU. Thinger.io community.
<https://community.thinger.io>. Diakses 2025.
- Life-Cycle Assessment of Tempe Production.” 2019–2023. (Kumpulan studi LCA dan tesis terkait). Diakses 2025.
- Robert, G.M. 2008. *Physical Chemistry*. 3rd ed. Elsevier Academic Press. pp. 484–574.
- Rizaldi, et al. 2021. IoT applications in fermented tempe production. *Proceedings / Journal (Index Copernicus)*. (2021).

- Stodolak, B., et al. 2024. Effect of fungal and fungal-bacterial tempe-type fermentations on physicochemical and nutritional properties. *Foods*. (2024).
- Trent, J.W. 1975. Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California.
- Wisnu, C. 2020. Analisis dan aspek kesehatan bahan tambahan pangan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Xu, J., et al. 2022. Review of agricultural Internet of Things (IoT): architectures, enabling technologies and applications. *Computers and Electronics in Agriculture*. 196, 106909. doi:10.1016/j.compag.2022.106909
- Apriyani, A.H. 2020. Analisis harga pokok produksi, nilai tambah dan keuntungan agroindustri keripik tempe di Kota Metro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 8(4).