

Penerapan Teknologi *Smart Farming* dalam Peningkatan Kelembagaan Sentra Produksi Tempe Pliken Kembaran Banyumas

Anri Kurniawan¹, Chamid Sutikno^{*1}, Rochman Tri Handoko¹

c.sutikno@unupurwokerto.ac.id

¹Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

Received: 22 Agustus 2025

Accepted: 01 November 2025

Online Published: 31 Desember 2025

DOI: 10.29408/ab.v6i2.32135

Abstrak: Desa Pliken, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas merupakan salah satu sentra produksi tempe terbesar di Indonesia yang aktivitas produksinya masih didominasi oleh metode tradisional. Kondisi tersebut menyebabkan proses fermentasi belum terkendali secara optimal, kualitas produk tidak seragam, daya simpan tempe rendah, serta pengelolaan kelembagaan usaha yang masih terbatas. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas mitra melalui penerapan teknologi smart farming dan smart packaging dalam rangka penguatan kelembagaan Sentra Produksi Tempe Pliken. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta penerapan teknologi berbasis Internet of Things (IoT). Teknologi smart farming diterapkan pada ruang fermentasi untuk mengendalikan suhu dan kelembaban secara otomatis, sedangkan smart packaging dikembangkan untuk meningkatkan mutu kemasan dan identitas produk. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui observasi lapangan dan pengukuran pre-test serta post-test. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman mitra, ditandai dengan kenaikan nilai rata-rata dari 56,3 menjadi 84,7. Sistem smart farming mampu menjaga suhu fermentasi pada kisaran 30–35°C dengan kelembaban relatif $\pm 70\%$, sehingga menghasilkan kualitas tempe yang lebih seragam dan meningkatkan daya simpan produk hingga ± 10 –12 hari. Selain peningkatan aspek teknis produksi, program ini juga mendorong penguatan kelembagaan melalui penerapan pencatatan usaha sederhana, peningkatan legalitas, serta kesiapan mitra dalam mengelola usaha secara lebih profesional. Integrasi teknologi dan penguatan kelembagaan terbukti efektif dalam meningkatkan daya saing dan keberlanjutan UMKM tempe serta berpotensi direplikasi pada sentra tempe lainnya dengan karakteristik serupa.

Kata kunci: Smart Farming; Smart Packaging; Tempe; UMKM Pangan

Abstract: Pliken Village, located in Kembaran District, Banyumas Regency, is recognized as one of the largest tempe production centers in Indonesia. However, most production activities are still conducted using traditional methods, resulting in uncontrolled fermentation processes, inconsistent product quality, limited shelf life, and weak institutional management. This community service program aimed to enhance partner capacity through the implementation of smart farming and smart packaging technologies to strengthen the institutional structure of the Pliken Tempe Production Center. The program employed a participatory approach involving socialization, training, mentoring, and the application of Internet of Things (IoT)-based technology. Smart farming technology was applied to the fermentation chamber to automatically control temperature and humidity, while smart packaging was introduced to improve packaging quality and product identity. Program evaluation was conducted through field observation and pre-test and post-test assessments. The results indicated a significant increase in participants' knowledge, with average scores rising from 56.3 to 84.7. The smart farming system successfully maintained fermentation temperature at 30–35°C and relative humidity at approximately 70%, resulting in more consistent tempe quality and extending product shelf life to approximately 10–12 days. In addition to technical improvements, the program strengthened institutional capacity through the implementation of simple business record-keeping, improvement of business legality, and enhanced managerial readiness of partners. The integration of smart farming, smart packaging, and institutional strengthening proved effective in improving the competitiveness and sustainability of tempe-based MSMEs and shows strong potential for replication in other tempe production centers with similar characteristics.

Keyword: Smart Farming; Smart Packaging; Tempe; Food MSMEs

PENDAHULUAN

Desa Pliken yang terletak di Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas, dikenal sebagai salah satu sentra produksi tempe terbesar di Indonesia. Aktivitas produksi tempe di wilayah ini telah berkembang secara turun-temurun sejak sebelum masa kemerdekaan dan hingga saat ini melibatkan lebih dari 575 pengrajin dengan kebutuhan bahan baku kedelai mencapai 10–13 ton per hari (Catherine, 2023; Novitasari & Hidayat, 2021). Besarnya skala produksi tersebut menjadikan tempe tidak hanya berperan sebagai produk pangan, tetapi juga sebagai penopang utama perekonomian masyarakat setempat.

Meskipun memiliki potensi yang besar, industri tempe di Desa Pliken masih dihadapkan pada berbagai permasalahan mendasar. Ketergantungan terhadap kedelai impor dengan harga yang fluktuatif menyebabkan biaya produksi terus meningkat dan berdampak langsung pada pendapatan pengrajin. Kondisi ini mendorong pelaku usaha menaikkan harga jual atau memperkecil ukuran tempe agar tetap dapat bersaing di pasar, yang pada akhirnya memengaruhi stabilitas usaha dan kepercayaan konsumen.

Salah satu pengrajin yang merepresentasikan kondisi tersebut adalah Tempe Mas Aris, industri rumahan yang berdiri sejak tahun 2007 dengan kapasitas produksi sekitar 25 kg per hari. Proses produksi masih dilakukan secara tradisional, khususnya pada tahap fermentasi yang menggunakan rak kayu tanpa pengendalian suhu dan kelembaban. Padahal, fermentasi merupakan tahapan paling krusial dalam produksi tempe karena sangat menentukan kualitas akhir produk. Suhu ideal fermentasi berada pada kisaran 30–35°C dengan kelembaban sekitar 70% selama 30–35 jam (Rosidah dkk., 2023). Ketidakstabilan kondisi lingkungan menyebabkan kualitas tempe tidak seragam, daya simpan rendah, serta berkontribusi terhadap penurunan pendapatan pengrajin (Oktaviani dkk., 2021).

Selain persoalan teknis produksi, tantangan lain yang dihadapi mitra adalah lemahnya pengelolaan kelembagaan usaha. Manajemen produksi, pencatatan keuangan, pengendalian mutu, serta strategi pemasaran masih berjalan secara sederhana. Produk tempe juga belum memiliki diferensiasi kemasan, sehingga nilai jual relatif rendah dan sulit bersaing dengan produk tempe premium. Padahal, penerapan pengemasan yang tepat serta penyimpanan pada ruang terkendali berpotensi meningkatkan umur simpan tempe hingga 12 hari sekaligus menjaga mutu produk sesuai standar SNI 3144:2015 (Purwanto, 2024).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan upaya pengembangan industri tempe yang tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga pada penguatan kualitas dan tata kelola usaha (Kurniawan, 2024; Rindy dkk., 2023; Tan dkk., 2024). Program pengabdian kepada masyarakat ini menjadi penting sebagai respons terhadap kebutuhan mitra dalam meningkatkan efisiensi proses fermentasi, menjaga mutu produk, serta memperkuat kelembagaan usaha. Kebaruan program terletak pada penerapan teknologi *smart farming* berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk pengendalian suhu dan kelembaban ruang fermentasi secara otomatis, yang dipadukan dengan penerapan *smart packaging* dan pendampingan penguatan kelembagaan. Integrasi ketiga aspek tersebut diharapkan mampu mendorong transformasi industri tempe skala rumah tangga menuju usaha yang lebih profesional, berdaya saing, dan berkelanjutan.

Permasalahan yang dihadapi mitra secara umum meliputi keterbatasan kapasitas produksi akibat proses fermentasi yang belum terkendali, rendahnya kualitas dan daya simpan tempe yang berdampak pada nilai jual produk, serta lemahnya pengelolaan kelembagaan dan

manajemen usaha. Oleh karena itu, program ini dirancang melalui pendekatan partisipatif yang mencakup penerapan teknologi *smart farming*, peningkatan mutu pengemasan, serta pendampingan manajerial secara berkelanjutan. Pendekatan tersebut menjadi dasar dalam perumusan metode pelaksanaan program yang dijelaskan pada bagian selanjutnya.

METODE PELAKSANAAN

Waktu dan tempat

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Rumah Produksi Tempe Mas Aris yang berlokasi di RT 04 RW 02 Desa Pliken, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah (53182), dengan jumlah peserta pelatihan sebanyak 10 orang. Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama enam bulan, yaitu dari bulan Juli hingga Desember 2025. Rentang waktu tersebut mencakup tahap persiapan, pelaksanaan program, pendampingan, hingga evaluasi hasil penerapan teknologi dan penguatan kelembagaan usaha.

Prosedur Pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan dirancang secara bertahap dan partisipatif dengan melibatkan tim pengabdian, mitra, serta mahasiswa. Pendekatan ini bertujuan agar solusi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan riil mitra serta dapat diterapkan secara berkelanjutan. Secara umum, alur pelaksanaan kegiatan terdiri atas empat tahapan utama, yaitu identifikasi masalah, implementasi teknologi, pendampingan kelembagaan, serta evaluasi dan monitoring.

Tahapan pelaksanaan kegiatan disusun secara sistematis agar setiap aktivitas berjalan terarah dan terukur. Adapun tahapan kegiatan meliputi:

1. Identifikasi Masalah dan Perencanaan Program

Kegiatan diawali dengan sosialisasi dan pemetaan permasalahan mitra menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Pada tahap ini, mitra berperan aktif dalam mengemukakan permasalahan produksi, kualitas produk, serta pengelolaan usaha yang selama ini dihadapi. Tim pengabdian berperan sebagai fasilitator diskusi dan perumus alternatif solusi, sedangkan mahasiswa membantu pengumpulan data lapangan dan dokumentasi kegiatan. Hasil tahap ini digunakan sebagai dasar dalam penyusunan desain teknologi serta perencanaan penguatan kelembagaan.

2. Implementasi Teknologi *Smart Farming* dan *Smart Packaging*

Tahap kedua meliputi perancangan, instalasi, dan uji coba *sistem smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pengendalian suhu dan kelembaban ruang fermentasi (Gunawan & Sukardi, 2020). Penerapan teknologi dilakukan menggunakan pendekatan *community action*, yaitu kerja kolaboratif antara tim pengabdian dan mitra dalam pemasangan alat, pengaturan parameter fermentasi, serta simulasi pengoperasian sistem. Mahasiswa berperan sebagai pendamping teknis dalam proses instalasi dan pengujian alat. Selain itu, dilakukan pelatihan penerapan *smart packaging* guna meningkatkan mutu dan daya simpan produk tempe.

3. Pendampingan Penguatan Kelembagaan dan Manajemen Usaha

Tahap ketiga difokuskan pada penguatan kapasitas kelembagaan mitra melalui pelatihan dan *Focus Group Discussion* (FGD). Kegiatan meliputi pendampingan manajemen produksi, pencatatan keuangan sederhana, pengendalian mutu, serta pengembangan strategi pemasaran. Pendekatan *Asset-Based Community Development*

(ABCD) digunakan untuk mengoptimalkan potensi lokal yang telah dimiliki mitra. Tim pengabdian bertindak sebagai narasumber dan fasilitator, mitra sebagai pelaku utama penerapan, dan mahasiswa membantu penyusunan dokumen administrasi serta kelembagaan usaha (Rachmatsyah, 2025; Sarusu & Suherman, 2025).

4. Monitoring dan Evaluasi Program

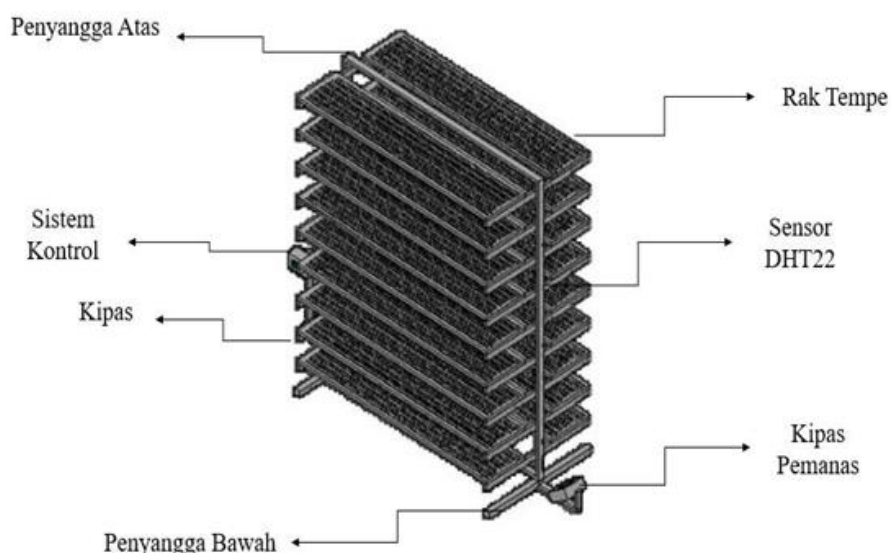
Tahap terakhir adalah monitoring dan evaluasi untuk menilai efektivitas penerapan teknologi dan penguatan kelembagaan. Evaluasi dilakukan melalui pengamatan langsung proses fermentasi, pengukuran kestabilan suhu dan kelembaban ruang produksi, serta perbandingan kualitas dan daya simpan tempe sebelum dan sesudah program. Evaluasi kelembagaan dilakukan melalui penilaian perubahan manajemen usaha, kelengkapan pencatatan produksi dan keuangan, serta wawancara dan diskusi bersama mitra guna memperoleh umpan balik. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar perbaikan berkelanjutan dan memastikan keberlanjutan program setelah kegiatan pengabdian selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat di Desa Pliken menghasilkan sejumlah luaran yang mencakup aspek peningkatan kapasitas mitra, penerapan teknologi *smart farming*, serta penguatan kelembagaan usaha tempe. Hasil ini sejalan dengan temuan beberapa penelitian pengabdian sebelumnya yang menegaskan bahwa integrasi teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) pada industri pangan skala kecil mampu meningkatkan efisiensi proses produksi dan konsistensi mutu produk (Safirin dkk., 2023; Vasuki dkk., 2023). Hasil kegiatan diperoleh melalui rangkaian sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta evaluasi penerapan teknologi dan manajemen usaha.

Teknologi *smart farming* merupakan konsep budidaya atau produksi di bidang pertanian yang terintegrasi dengan kontrol otomatis atau *internet of things* (IoT) (Safirin dkk., 2023). Pemanfaatan sensor suhu dan kelembaban pada proses fermentasi tempe yang dapat dimanfaatkan untuk monitoring secara *real-time* (Vasuki dkk., 2023). Proses ini diimplementasikan dalam menjaga kualitas tempe agar pada suhu ideal 30-35°C selama 30 - 35 jam. Sistem otomatis akan bekerja ketika suhu di bawah 30°C, maka kipas *exhaust* akan hidup dan akan mati jika mencapai suhu 35°C. Sedangkan *desk* kipas akan hidup jika suhu mencapai 35°C dan mati pada suhu 35°C. Kondisi dalam rak fermentasi tempe akan memberikan notifikasi ketika ada perubahan suhu drastis dan disimpan pada *report* (Mekongga dkk., 2023). Berikut merupakan gambar dari model rak untuk fermentasi tempe dengan teknologi *smart farming*.



Gambar 1. Rak Fermentasi dengan *Smart Farming*

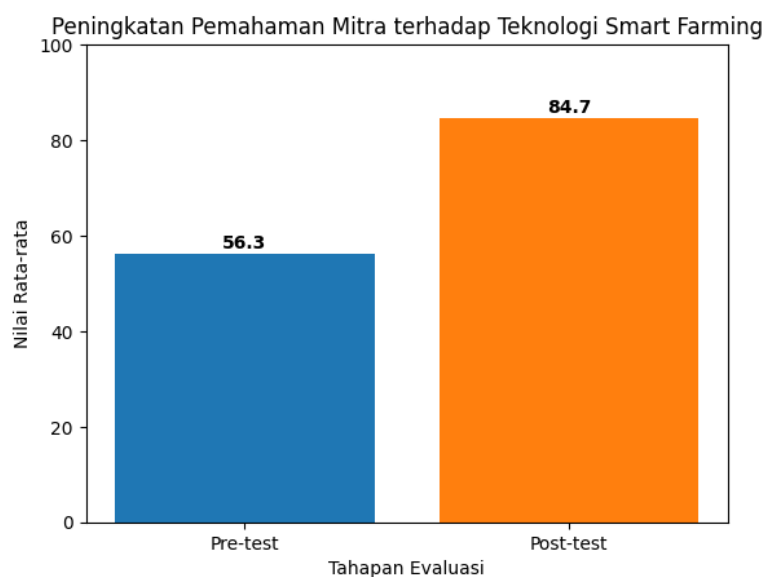
1. Luaran Kegiatan

Luaran utama yang dihasilkan dalam kegiatan ini meliputi:

- Terpasangnya sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) pada rak fermentasi tempe yang mampu memantau dan mengendalikan suhu serta kelembaban secara real-time.
- Tersedianya aplikasi dan *dashboard Smart Tempe Pliken* yang dapat diakses melalui smartphone dan website untuk monitoring proses fermentasi.
- Penerapan smart packaging dengan identitas produk dan QR code sebagai sarana informasi mutu dan asal produk.
- Meningkatnya pemahaman dan kesiapan mitra dalam mengoperasikan teknologi *smart farming* secara mandiri.
- Penguatan kelembagaan usaha melalui kepemilikan izin usaha, label halal, serta penerapan pencatatan produksi dan keuangan sederhana.

2. Peningkatan Pemahaman dan Kesiapan Mitra

Peningkatan pemahaman mitra terhadap teknologi *smart farming* diukur melalui pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada 10 orang pengrajin tempe peserta kegiatan. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata peserta dari 56,3 pada *pre-test* menjadi 84,7 pada *post-test*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi dan pelatihan mampu meningkatkan pemahaman mitra terhadap prinsip kerja teknologi IoT, pengendalian fermentasi, serta pemanfaatan aplikasi monitoring. Hasil dari evaluasi lebih jelasnya dapat di lihat pada diagram berikut ini:



Gambar 2. Grafik peningkatan hasil *pre-test* dan *post-test*

Selain peningkatan pemahaman, kesiapan mitra dalam mengadopsi teknologi juga terlihat dari kemampuan mitra dalam mengoperasikan sistem secara mandiri, seperti membaca data suhu dan kelembaban, mengaktifkan perangkat, serta melakukan pengaturan parameter fermentasi sesuai standar produksi tempe.



Gambar 3. Sosialisasi *Smart Farmaning*

3. Hasil Penerapan Teknologi *Smart Farming*

- Penerapan teknologi *smart farming* pada agroindustri pangan skala UMKM dinilai efektif dalam mengatasi keterbatasan kontrol lingkungan produksi yang selama ini bergantung pada kondisi alam (Mekongga dkk., 2023; Pratama dkk., 2024).
- Penerapan *smart farming* pada *proses fermentasi* tempe menunjukkan hasil yang positif. Sistem mampu menjaga suhu fermentasi pada rentang 30–35°C dengan kelembaban relatif sekitar 70% selama 30–35 jam fermentasi. Data monitoring menunjukkan fluktuasi suhu lebih stabil dibandingkan proses fermentasi sebelumnya yang sepenuhnya bergantung pada kondisi lingkungan.
- Penggunaan sensor DHT22, ESP32, dan sistem kontrol otomatis memungkinkan kipas dan pemanas bekerja secara adaptif. Ketika suhu berada di bawah batas minimal, sistem secara otomatis mengaktifkan pemanas, sedangkan pada suhu tinggi

kipas *exhaust* bekerja untuk menurunkan suhu. Seluruh data tersimpan dalam sistem dan dapat diakses melalui aplikasi *Smart Tempe Pliken*.

- d. Dampak penerapan teknologi ini terlihat pada kualitas tempe yang lebih seragam, tekstur lebih padat, aroma khas tempe lebih stabil, serta penurunan tingkat kegagalan fermentasi. Selain itu, daya simpan tempe meningkat dari rata-rata 2–3 hari menjadi ± 10 –12 hari pada penyimpanan terkendali.



Gambar 4. Rak *Smart Farming*



Gambar 5. Kegiatan Pendampingan *Smart Farming* pada Pembuatan Tempe

4. Indikator Keberhasilan Program

Keberhasilan program diukur menggunakan beberapa indikator terukur, yaitu:

- a. Peningkatan nilai pemahaman mitra berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*.
- b. Stabilitas suhu dan kelembaban fermentasi sesuai standar produksi tempe.
- c. Peningkatan daya simpan produk tempe.
- d. Kemampuan mitra mengoperasikan sistem *smart farming* secara mandiri.
- e. Tersusunnya pencatatan produksi dan keuangan sederhana.
- f. Kepemilikan legalitas usaha dan label halal produk.
- g. Seluruh indikator tersebut tercapai selama periode pelaksanaan kegiatan.

Untuk memperjelas capaian program, indikator keberhasilan kegiatan pengabdian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Keberhasilan Program

No.	Aspek Kegiatan	Indikator Keberhasilan	Kondisi Awal	Hasil Capaian
1.	Pemahaman mitra	Nilai <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>	Rata-rata 56,3	Meningkat menjadi 84,7
2.	Produksi tempe	Stabilitas suhu dan kelembaban fermentasi	Tidak terkendali	Stabil pada 30–35°C dan RH \pm 70%
3.	Kualitas produk	Daya simpan tempe	2–3 hari	\pm 10–12 hari
4.	Teknologi	Kemampuan operasional sistem	Belum mengenal IoT	Mampu mengoperasikan secara mandiri
5.	Pengemasan	Identitas dan informasi produk	Kemasan polos	<i>Smart packaging</i> + <i>QR code</i>
6.	Kelembagaan	Legalitas dan manajemen usaha	Terbatas	Izin usaha, label halal, pencatatan sederhana

PEMBAHASAN

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan teknologi smart farming berbasis IoT memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas dan konsistensi produksi tempe. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis sensor mampu menurunkan tingkat kegagalan fermentasi pada produk pangan fermentasi tradisional (Mekongga dkk., 2023; Yunas & Pulungan, 2020). Pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis terbukti mampu mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca yang selama ini menjadi kendala utama pengrajin tempe tradisional.

Peningkatan pemahaman mitra yang ditunjukkan melalui hasil *pre-test* dan *post-test* memperlihatkan bahwa pendekatan pelatihan partisipatif yang dikombinasikan dengan praktik langsung efektif dalam meningkatkan literasi teknologi pelaku usaha kecil. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa adopsi teknologi pada UMKM pangan akan lebih optimal apabila disertai pendampingan intensif dan praktik langsung.

Dari sisi kelembagaan, penguatan legalitas usaha, penerapan pencatatan produksi, serta peningkatan standar pengemasan berperan penting dalam meningkatkan kesiapan usaha menuju skala yang lebih profesional. Penguatan kelembagaan terbukti menjadi faktor kunci keberlanjutan UMKM pangan karena mampu meningkatkan akses pasar, kepercayaan konsumen, dan daya saing produk (Hutahaean dkk., 2025; Rachmatsyah, 2025). Integrasi antara aspek teknologi dan kelembagaan menjadi faktor kunci keberhasilan program, karena peningkatan produksi tanpa tata kelola usaha yang baik berpotensi tidak berkelanjutan (Mahpuz dkk., 2021).

Meskipun demikian, beberapa kendala masih ditemui dalam tahap awal penerapan teknologi, antara lain keterbatasan literasi digital sebagian mitra serta kebutuhan waktu adaptasi terhadap sistem otomatis. Tindak lanjut yang dilakukan meliputi pendampingan lanjutan, penyederhanaan modul penggunaan alat, serta monitoring berkala untuk memastikan teknologi dapat digunakan secara optimal.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa model integratif antara *smart farming*, *smart packaging*, dan penguatan kelembagaan mampu meningkatkan kualitas produk, kesiapan mitra, serta keberlanjutan usaha tempe di Desa Pliken. Pendekatan ini berpotensi direplikasi pada sentra tempe lain dengan karakteristik usaha serupa.

SIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi *smart farming* dan *smart packaging* pada Sentra Produksi Tempe Pliken terbukti memberikan dampak nyata terhadap peningkatan kapasitas mitra dan penguatan kelembagaan usaha. Penerapan *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu meningkatkan keterampilan mitra dalam mengendalikan proses fermentasi secara terukur melalui stabilitas suhu dan kelembaban sesuai standar produksi tempe. Dampak implementasi teknologi ini tercermin pada meningkatnya kualitas produk yang lebih seragam, menurunnya tingkat kegagalan fermentasi, serta bertambahnya daya simpan tempe hingga $\pm 10-12$ hari.

Selain peningkatan aspek teknis produksi, penerapan *smart packaging* berkontribusi dalam meningkatkan nilai tambah produk melalui identitas kemasan, informasi mutu, dan penggunaan *QR code* yang memperkuat kepercayaan konsumen serta membuka peluang akses pasar yang lebih luas. Dari sisi kelembagaan, program ini mendorong peningkatan kapasitas manajerial mitra melalui penguatan legalitas usaha, pencatatan produksi dan keuangan sederhana, serta peningkatan kesadaran terhadap standar mutu pangan. Ke depan, program ini direkomendasikan untuk dilanjutkan melalui pendampingan berkelanjutan dan kolaborasi multipihak, serta berpotensi direplikasi pada sentra tempe lainnya sebagai model pengembangan UMKM pangan yang berdaya saing dan berkelanjutan.

PERNYATAAN PENULIS

Bahwa dengan ini kami sebagai tim penyusun artikel pengabdian kepada masyarakat menyatakan, artikel ini dibuat berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan belum pernah di publikasikan pada jurnal mana pun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi yang telah mendanai program PKM tahun 2025 dengan nomor kontrak 123/C3/DT.04.00/PM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Catherine, C. (2023). Inovasi Smart Packaging Untuk Menjaga Kualitas Produk Pangan Dari Kerusakan Oksidatif. *ZIGMA*, 38(2), 19–28. <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/view/5179>
- Gunawan, B., & Sukardi, S. (2020). Rancang Bangun Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe Berbasis Internet of Things. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 168–173. <https://doi.org/10.24036/JTEIN.V1I2.63>

- Hutahaean, L. A., Arsana, I. K. S., Manullang, D. R., Afnita, V., HS, S. R., Purba, S. E. E., & Paembonan, T. L. (2025). Digital Marketing Dan Branding: Kunci Pemberdayaan Dan Peningkatan Umkm di Era Digital Kelembagaan Bumdes Wori, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Publikasi Kegiatan Pengabdian Masyarakat Widya (PUNDIMASWID)*, 4(2). <https://jurnal.amikwidyaloka.ac.id/index.php/pundimaswid/article/view/461>
- Kurniawan, A. (2024). A Optimization of Oyster Mushroom Production at UD Agro Jamur Penolih, Kaligondang, Purbalingga. *MALLOMO: Journal of Community Service*, 5(1), 485–493. <https://doi.org/10.55678/MALLOMO.V5I1.1697>
- Mahpuz, M., Bahtiar, H., Fathurahman, F., & Nur, A. M. (2021). Pelatihan pembinaan UMKM berbasis Teknologi Informasi untuk meningkatkan SDM pelaku UMKM. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2), 212–219. <https://doi.org/10.29408/ab.v2i2.4206>
- Mekongga, I., Mustaziri, Fazarrudin, M., Asrafi, I., & Aryanti, A. (2023). Prototipe dengan Sistem IoT Pada Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Permentasi Tempe. *Jurnal Ampere*, 8(2), 127–137. <https://doi.org/10.31851/AMPERE.V8I2.13461>
- Novitasari, D., & Hidayat, H. H. (2021). Analisis Kelayakan Finansial Perbaikan Tempat Produksi UMKM Keripik Tempe (Studi Kasus Umkm Keripik Tempe Yu Mudah Desa Pliken, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas). *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 5(3), 632–640. <https://doi.org/10.21776/UB.JEPA.2021.005.03.3>
- Oktaviani, F. A., Dharmawan, B., & Putri, D. D. (2021). Analisis Perilaku Biaya Pada Industri Rumah Tangga Tempe Akibat Adanya Fluktuasi Harga Kedelai. *ETNIK: Jurnal Ekonomi dan Teknik*, 1(2), 73–85. <https://doi.org/10.54543/ETNIK.V1I2.20>
- Pratama, A. Y., Arifin, M., Syifa, F. T., Winati, F. D., & Utami, G. P. (2024). Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Proses Produksi Dage Tradisional Masyarakat Desa Untuk Menjaga Konsistensi Kualitas Produk. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 5(3), 949–960. <https://doi.org/10.37339/JURPIKAT.V5I3.1870>
- Purwanto, P. (2024, April 25). *KUR BRI Mengakselerasi Pertumbuhan Usaha Perajin Tempe Pliken*. Suara Merdeka Banyumas. <https://banyumas.suaramerdeka.com/ekonomi/0912512022/kur-bri-mengakselerasi-pertumbuhan-usaha-perajin-tempe-pliken>
- Rachmatsyah, T. H. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi untuk Optimalisasi UMKM sebagai Pilar Utama Ekonomi Indonesia. *ABDI MOESTOPO: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(1), 164–173. <https://doi.org/10.32509/ABDIMOESTOPO.V8I1.4733>
- Rindy, R., Pramono, B., & Isnawaty. (2023). Tempeh Fermentation Monitoring System in Real Time Using Android-Base Fuzzy Inference System Tsukamoto Model. *Jurnal Informatika Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 1(3). <https://animator.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/37>
- Rosidah, R., Azizah, A. S., Megawati, H. P., & Rivaldi, R. (2023). Analisis Morfologi Fungi pada Tempe Kemasan Daun dan Tempe Kemasan Plastik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Biologi dan Sains*, 2(1), 48–57. <https://doi.org/10.30998/JPMBIO.V2I1.1930>

- Safirin, M. T., Samanhudi, D., Aryanny, E., & W., E. P. (2023). Pemanfaatan Teknologi Packaging untuk Meningkatkan Kualitas dan Keamanan Produk Pangan Lokal. *Jurnal Abdimas Peradaban*, 4(1), 30–40. <https://doi.org/10.54783/1PSC9A63>
- Sarusu, A. M., & Suherman, J. (2025). Optimalisasi Manajemen Persediaan Bahan Baku Tempe Manabaya dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Pada UMKM di Parakang Muncang Kabupaten Sumedang Jawa Barat. *Jurnal Abdi Mandala*, 4(1), 47–56. <https://doi.org/10.52859/JAM.V4I1.765>
- Tan, Z. J., Abu Bakar, M. F., Lim, S. Y., & Sutimin, H. (2024). Nutritional composition and sensory evaluation of tempeh from different combinations of beans. *Food Research*, 8(2), 138–146. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(2\).088](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).088)
- Vasuki, M. T., Kadirvel, V., & Pejavara Narayana, G. (2023). Smart packaging - An overview of concepts and applications in various food industries. *Food Bioengineering*, 2(1), 25–41. <https://doi.org/10.1002/FBE2.12038;WGROUP:STRING:PUBLICATION>
- Yunas, R. P., & Pulungan, A. B. (2020). Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(1), 103–113. <https://doi.org/10.24036/JTEV.V6I1.106943>