

Implementasi Inkubator Fermentasi Tempe Sagu Otomatis di UMKM Mugi Berkah Semarang

¹⁾Adeguna Ridlo Pramurti*, ²⁾Mochammad Muqorrobin, ³⁾Pangestuningtyas Diah Larasati, ⁴⁾Syahid, ⁵⁾Yusnan Badruzzaman, ⁶⁾Eriko Arvin Karuniawan, ⁷⁾Aggie Brenda Vernandez

^{1,2,4,5)}Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

^{3,6,7)}Teknik Listrik, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email Corresponding: adegunapramurti@polines.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Tempe sagu Inkubator otomatis Suhu Kelembapan UMKM Mugi Berkah Semarang	Tempe merupakan produk pangan asli Indonesia yang berasal dari kedelai yang difermentasi menggunakan kapang <i>Rhizopus</i> spp. Pada prinsipnya, proses produksi tempe memiliki kesamaan tahapan yang meliputi pencucian kedelai, perendaman, perebusan, penambahan ragi, pengemasan, dan fermentasi. Proses produksi tempe cukup sederhana, namun sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan. UMKM Mugi Berkah merupakan mitra yang bergerak pada produksi dan penjualan keripik tempe sagu yang telah menjual hasil produksinya di berbagai wilayah di Indonesia secara <i>offline</i> atau pun <i>online</i> . Mitra memproduksi sendiri tempe sagu yang dijadikan sebagai olahan keripik tempe sagu. Permasalahan yang ditemui di mitra adalah tidak menentunya proses produksi tempe sagu yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang tidak menentu. Kondisi tersebut membuat suhu dan kelembapan ruangan fermentasi tempe sagu tidak stabil. Waktu yang dibutuhkan mitra untuk proses fermentasi adalah 3 hari, dan lebih lama pada musim penghujan. Tujuan dilaksanakannya pengabdian ini adalah untuk mengoptimalkan dan mengefisiensi waktu fermentasi tempe sagu di lokasi mitra. Upaya yang dilakukan adalah menerapkan inkubator fermentasi tempe sagu otomatis agar fermentasi dapat dilakukan secara optimal. Metode kegiatan ini adalah tim pengabdian adalah koordinasi dengan mitra, perancangan alat berdasarkan hasil koordinasi, pengujian alat, dan penerapan alat dan sosialisasi. Tempe sagu difermentasi pada suhu 32°C dan kelembapan 70% membutuhkan waktu 48 jam, sedangkan untuk menghasilkan kualitas tempe sagu yang serupa diperlukan waktu fermentasi konvensional selama 72 jam. Mitra UMKM Mugi Berkah Semarang memberikan apresiasi dan terima kasih atas penerapan alat ini.
Keywords: Sago tempeh Automatic incubator Temperature Humidity Mugi Berkah Semarang MSME	Tempeh is an authentic Indonesian food product derived from soybeans fermented using <i>Rhizopus</i> spp. mold. In principle, the tempeh production process has similar stages that include washing soybeans, soaking, boiling, adding yeast, packaging, and fermentation. The tempeh production process is quite simple but is greatly influenced by several environmental factors such as temperature and humidity. MSME Mugi Berkah is a partner engaged in the production and sale of tempeh sago chips that has sold its products in various regions in Indonesia, both offline and online. Partners produce their own tempeh sago which is used as processed tempeh sago chips. The problem encountered by partners is the uncertainty of the tempeh sago production process caused by uncertain weather conditions. These conditions make the temperature and humidity of the tempeh sago fermentation room unstable. The time required for the partner for the fermentation process is 3 days, and longer during the rainy season. The purpose of this community service is to optimize and streamline the tempeh sago fermentation time at the partner's location. Efforts made is implementing an automatic tempeh sago fermentation incubator so that fermentation can be carried out optimally. The method of this activity is a community service team that coordinates with partners, designs tools based on the results of coordination, tests tools, implements tools and socializes. Fermented sago tempeh at a temperature of 32°C and 70% humidity requires 48 hours, while to produce similar quality sago tempeh requires a conventional fermentation time of 72 hours. Mugi Berkah Semarang MSME expressed their appreciation and gratitude for the implementation of this tool.
This is an open access article under the CC-BY-SA license.	
	

I. PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk pangan asli Indonesia yang berasal dari kedelai yang difermentasi menggunakan kapang *Rhizopus* spp. Secara umum proses pembuatan tempe diperoleh secara turun-temurun sehingga sangat beragam antardaerah, wilayah, atau pengrajin di wilayah yang sama. Namun pada prinsipnya, proses produksi tempe memiliki kesamaan tahapan yang meliputi pencucian kedelai, perendaman, perebusan, penambahan ragi, pengemasan, dan fermentasi. Proses produksi tempe cukup sederhana, namun sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan pH (Kristiadi & Lunggani, 2022; Rokhan Bukhari & Studi Pendidikan Biologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2022; Sari et al., 2024).

UMKM Mugi Berkah merupakan mitra yang bergerak pada produksi dan penjualan keripik tempe sagu yang telah menjual hasil produksinya di berbagai wilayah di Indonesia secara *offline* atau pun *online*. Mitra memproduksi sendiri tempe sagu yang dijadikan sebagai olahan keripik tempe sagu. Gambar 1 menunjukkan proses pembuatan tempe oleh anggota mitra. Usaha mitra telah memiliki nomor ijin berusaha (NIB) yang terbit sejak tahun 2022. Mitra tergolong sebagai usaha mikro ini berlokasi di Jl Brigjend Sudiarto no 47 RT 01 RW 01, Desa/Kelurahan Penggaron Kidul, Kec. Pedurungan, Kota Semarang. Usaha mitra ini didirikan oleh Bapak Djoko Prasetyo. Hasil produksi keripik tempe sagu Bapak Djoko telah dipasarkan secara luas melalui *offline*, yaitu ke pertokoan dan pasar-pasar yang ada di Kota Semarang dan sekitarnya. Selain itu, Bapak Djoko juga memasarkan produknya secara *online* di sosial media yang membuat keripik tempe mitra telah dikonsumsi oleh konsumen di luar wilayah Semarang. Pemasaran secara *online* ini dapat meningkatkan potensi penjualan mitra (Kuswardani et al., 2025).

Proses fermentasi di mitra adalah bagian terpenting dan sangat memengaruhi kualitas dan rasa akhir produk. Suhu dan kelembapan mempengaruhi tumbuhnya kapang *Rhizopus* spp., yang menjadi agen utama pada proses fermentasi. Jika suhu terlalu rendah, kapang akan tumbuh lebih lambat, sedangkan suhu terlalu tinggi bisa menghambat pertumbuhan miselium dan mengurangi kualitas tempe (Prasasti et al., 2024). Berdasarkan hasil diskusi dengan mitra bahwa diperlukan sistem yang mampu menjaga suhu dan kelembapan tetap stabil selama fermentasi agar hasilnya optimal dan konsisten di setiap produksi. Penelitian terdahulu telah banyak mengembangkan sistem inkubator dengan kendali otomatis suhu dan kelembapan untuk mempercepat dan memastikan proses fermentasi berjalan stabil. Penelitian oleh Attaqiroh et al., 2023 menggunakan kendali Proportional–Integral–Derivative (PID) bahwa inkubator dengan set point suhu 36°C dan kelembapan sekitar 74%, waktu fermentasi bisa jadi 16 jam, lebih cepat dibandingkan cara konvensional yang memakan waktu 48-72 jam. Penelitian oleh Subono et al., 2020 menyatakan bahwa rentang set point suhu 30°C - 36°C dan kelembapan 60%-70% menghasilkan waktu fermentasi tempe lebih cepat dibanding fermentasi secara konvensional. Sistem kontrol berbasis mikrokontroler semakin populer karena bisa merespons perubahan lingkungan dengan cepat. Salah satu algoritma kontrol yang digunakan adalah Proportional–Integral–Derivative (PID), karena mampu menjaga nilai suhu dan kelembapan tetap stabil meskipun ada gangguan luar (Attaqiroh et al., 2023; Putra et al., 2022; Shahir et al., 2022).

Sistem kendali PID sudah terbukti efektif digunakan pada berbagai aplikasi, seperti inkubator telur, pengeringan pertanian, dan pengolahan makanan (Hadi et al., 2019a, 2019b; Rahmansyah et al., 2024; Sampurno et al., 2016a, 2016b; Septian et al., 2025). Prinsip yang sama juga bisa diterapkan pada fermentasi tempe untuk memastikan kondisi optimal pertumbuhan *Rhizopus* spp. Di UMKM Mugi Berkah, kondisi lingkungan di sekitar area produksi terpengaruh oleh cuaca dan musim, sehingga menyebabkan ketidakkonsistenan hasil fermentasi. Saat suhu rendah dan kelembapan tinggi, waktu fermentasi bisa mencapai lebih dari tiga hari, menurunkan efisiensi dan kualitas tempe sagu.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan inovasi teknologi berupa sistem kontrol otomatis berbasis PID untuk inkubator fermentasi tempe sagu di UMKM Mugi Berkah Semarang. Sistem ini diharapkan bisa menjaga suhu dan kelembapan tetap optimal secara terus-menerus tanpa perlu pengawasan manual yang terus-menerus. Hal ini dapat mendukung proses fermentasi bisa berjalan lebih cepat, dan hasil tempe memiliki tekstur, warna, serta aroma yang seragam. Penggunaan sistem kontrol ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga menjadi bentuk penerapan teknologi yang tepat guna, yang bisa mendukung peningkatan daya saing dan keberlanjutan usaha mikro di bidang pangan tradisional.

II. MASALAH

Masalah mitra yang diangkat pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah proses waktu dan pengoptimalan hasil fermentasi tempe sagu di mitra. Lamanya waktu fermentasi tempe menyebabkan tidak

menentunya proses produksi tempe sagu yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang tidak menentu. Kondisi tersebut membuat suhu dan kelembapan ruangan fermentasi tempe sagu tidak stabil. Waktu yang dibutuhkan mitra untuk proses fermentasi adalah 3 hari, dan bisa lebih lama pada musim penghujan. Berdasarkan hasil diskusi dengan mitra bahwa perlu adanya inkubator fermentasi khusus yang memiliki kendali suhu dan kelembapan agar waktu fermentasi dapat dioptimalkan. Berdasarkan pengalaman mitra, pada saat musim penghujan dan pesananan sedang banyak, lamanya waktu fermentasi tempe sagu membuat adanya potensi kehilangan omzet.

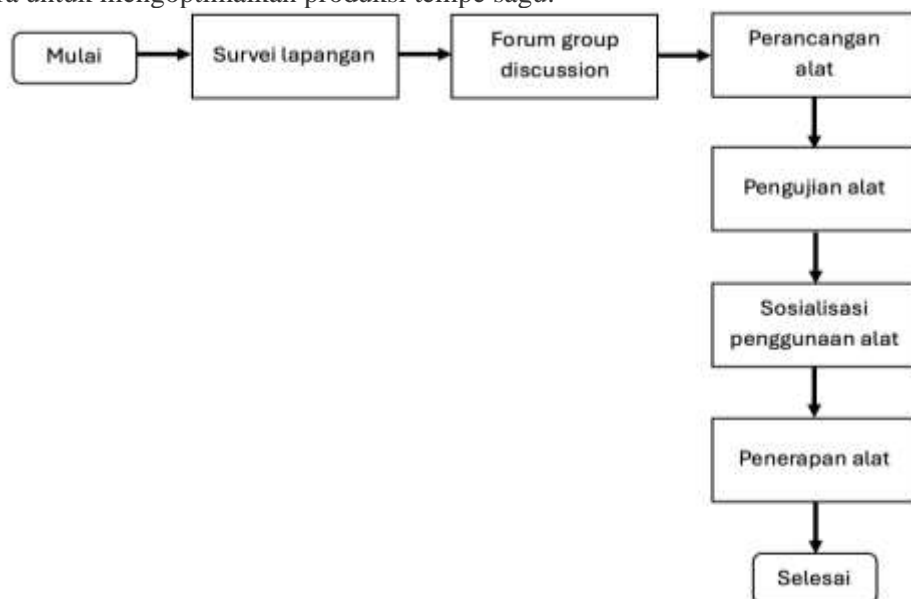
Gambar 1 menunjukkan proses pembuatan tempe sagu di lokasi mitra. Mitra merupakan industri rumahan, sehingga tidak memiliki cukup ruangan untuk fermentasi tempe dalam skala besar. Biasanya tempe diletakkan di belakang kulkas agar dapat mencapai suhu hangat yang dibutuhkan untuk fermentasi tempe sagu.



Gambar 1. Proses pembuatan tempe sagu.

III. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu survei lapangan, FGD (*forum group discussion*), perancangan alat, pengujian alat, dan tahap sosialisasi dan penerapan alat. Gambar 2 menunjukkan alur metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Solusi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah menerapkan inkubator fermentasi tempe sagu otomatis. Alat tersebut diharapkan dapat membantu mitra untuk mengoptimalkan produksi tempe sagu.



Gambar 2. Diagram alir kegiatan.

1. Tahap Survei Lapangan

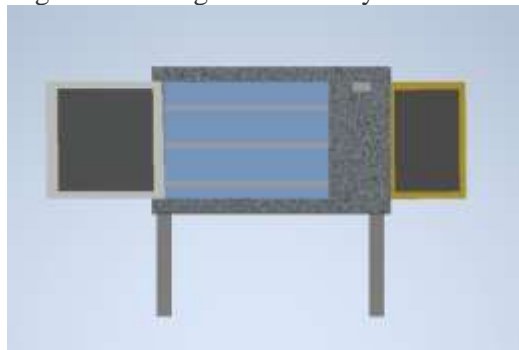
Tahap ini merupakan langkah awal dalam kegiatan pengabdian. Tim pengabdian yang terdiri dari dosen dan mahasiswa melakukan observasi langsung ke lokasi mitra, yaitu UMKM Mugi Berkah. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kondisi aktual proses produksi, lingkungan kerja, serta kendala yang dihadapi oleh mitra dalam proses fermentasi tempe sagu. Hasil yang diperoleh adalah mitra memiliki kendala untuk memfermentasi tempe sagu, yaitu kendala tempat dan waktu fermentasi. Hal ini dikarenakan cuaca yang fluktuatif mempengaruhi suhu dan kelembapan udara saat fermentasi. Berdasarkan hasil survei lapangan menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan inkubator fermentasi otomatis yang akan dirancang.

2. Tahap FGD (*Forum Group Discussion*)

Setelah survei lapangan, dilakukan kegiatan FGD antara tim pengabdian dan pihak mitra. Kegiatan ini berfungsi sebagai wadah diskusi untuk mengonfirmasi hasil survei, menggali lebih dalam permasalahan utama, serta mencari solusi yang paling tepat dan realistis. Berdasarkan hasil kegiatan FGD, disepakati bahwa permasalahan utama yang perlu segera diatasi adalah ketidakstabilan suhu dan kelembapan ruang fermentasi, yang berdampak pada kualitas dan konsistensi hasil produksi tempe sagu. Tim pengabdian dan mitra menyetujui untuk penerapan alat inkubator fermentasi tempe sagu otomatis sebagai solusi teknologi.

3. Tahap Perancangan Alat

Perancangan alat yang dilakukan di Laboratorium Bengkel Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang. Perancangan alat dimulai dari menentukan identifikasi kebutuhan. Identifikasi ini dapat ditentukan dari hasil FGD yang dilakukan sebelumnya. Gambar 3 menunjukkan desain inkubator fermentasi tempe yang akan diterapkan ke mitra. Inkubator ini mampu menghasilkan kapasitas produksi 5 kg tempe. Alat ini akan dirancang dan diuji di Laboratorium Bengkel Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang. Hasil pengujian akan digunakan sebagai acuan kelayakan alat untuk diterapkan di mitra.



Gambar 3. Desain inkubator fermentasi tempe sagu

4. Tahap Pengujian Alat

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai rancangan dan mampu mempertahankan kondisi fermentasi secara optimal. Pengujian awal dilakukan di Laboratorium Bengkel Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang. Pengujian dilakukan untuk menguji performa dan kesesuaian alat dalam mengendalikan stabilitas suhu dan kelembapan, waktu respon sistem, serta hasil akhir proses fermentasi tempe sagu.

5. Tahap Sosialisasi dan Penerapan Alat

Tahap terakhir adalah penerapan dan sosialisasi alat di lokasi mitra. Tim pengabdian menyerahkan dan memasang inkubator fermentasi tempe sagu otomatis di UMKM Mugi Berkah. Mitra diberikan pemahaman dan pelatihan mengenai cara pengoperasian, perawatan, serta pemecahan masalah sederhana agar dapat mengelola alat secara mandiri. Kegiatan ini diikuti oleh semua tim pengabdian dan mitra. Partisipasi mitra diharapkan secara penuh sejak awal sampai dengan akhir kegiatan sosialisasi. Selain itu, tim juga melakukan evaluasi bersama terhadap kinerja alat dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi tempe sagu. Evaluasi program dilaksanakan dengan mengevaluasi tahapan-tahapan yang sesuai dengan tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Keseluruhan evaluasi melibatkan peran serta mitra, dengan tujuan agar mitra mengetahui manfaat dan perubahan yang lebih baik berdasarkan hasil dari kegiatan yang telah dilakukan, serta mitra paham bagaimana menilai perubahan yang terjadi. Demikian proses evaluasi akan membantu untuk mengetahui apakah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini sudah sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan, sehingga dapat dilakukan upaya-upaya untuk membuat program ini berkelanjutan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 menunjukkan alat inkubator fermentasi tempe otomatis. Bagian nomor 1 menunjukkan ruang fermentasi tempe sagu, nomor 2 menunjukkan tombol emergency, dan nomor 3 menunjukkan layar sentuh untuk kendali. Layar kendali ini adalah tampilan antar muka untuk mengoperasikan, menonaktifkan, dan mengatur semua proses kendalian alat. Selain itu, pengoperasian juga dapat dilakukan melalui smartphone yang terhubung ke internet dan telah terkoneksi dengan alat.



Gambar 4. Tampilan alat

Gambar 5 menunjukkan proses pembuatan program dan pembuatan alat yang dilakukan di Laboratorium Bengkel Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang. Proses pembuatan melibatkan tim dosen dan mahasiswa. Alat inkubator tempe sagu ini memiliki dimensi 120 cm x 50 cm x 50 cm dengan berat total adalah 10 kg saat kondisi kosong. Kapasitas produksi alat ini adalah 5 kg.



(a)




(b)

Gambar 5. (a) Proses pembuatan desain dan program; (b) Proses pembuatan alat.

Fermentasi sagu dibandingkan antara yang menggunakan alat inkubator otomatis dan konvensional. Set point inkubator otomatis diatur pada suhu 32°C dan kelembapan 70%. Pengujian dilakukan secara bersamaan pada Selasa 15 Juni 2025. Tabel 1 menunjukkan hasil fermentasi tempe sagu. Berdasarkan dokumentasi visual hasil fermentasi tempe sagu, dilakukan perbandingan antara metode inkubasi menggunakan alat dan metode konvensional, masing-masing diamati pada waktu fermentasi 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Pada pengamatan setelah 24 jam, tempe yang difermentasi menggunakan alat menunjukkan pertumbuhan miselium yang sudah mulai menyebar merata di permukaan kedelai, meskipun belum sepenuhnya menyatu. Sementara itu, pada metode konvensional, pertumbuhan miselium tampak lebih lambat dan belum merata, dengan beberapa bagian kedelai masih terlihat terpisah dan belum terbungkus oleh jamur *Rhizopus*. Hal ini mengindikasikan bahwa inkubator mampu menciptakan kondisi lingkungan yang lebih stabil dan sesuai untuk mendukung awal proses fermentasi.

Hasil pengamatan setelah 48 jam, tempe yang difermentasi dengan alat menunjukkan pertumbuhan miselium yang lebih padat, putih, dan menyatu secara merata di seluruh permukaan, menandakan bahwa proses fermentasi telah berlangsung dengan baik dan tempe sagu memiliki kematangan sempurna (Milinda et al., 2021; Rosidah et al., 2023). Sebaliknya, tempe yang difermentasi secara konvensional masih menunjukkan pertumbuhan miselium yang belum sepadat dan semerata hasil dari inkubator. Beberapa bagian terlihat belum sepenuhnya tertutup jamur dan teksturnya tampak kurang kompak. Hasil pengamatan 72 jam pada tempe sagu konvensional sudah menunjukkan hasil yang matang seperti pada tempe sagu yang difermentasi dengan alat selama 48 jam.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Fermentasi Tempe Sagu

Waktu (Jam)	Hasil Fermentasi	
	Konvensional	Inkubator
0		
24		
48		
72		

Tahap akhir dari pelaksanaan kegiatan pengabdian adalah penerapan dan sosialisasi alat kepada mitra. Penerapan dan sosialisasi dilaksanakan pada 29 Agustus 2025. Gambar 6 menunjukkan dokumentasi pelatihan dan penyerahan alat kepada mitra. Mitra dalam hal ini Bapak Djoko memberikan apresiasi atas penerapan teknologi di bidang pangan untuk membantu pengembangan usahanya. Harapannya adalah inkubator fermentasi tempe sagu dapat diandalkan untuk mendukung proses produksi dan menghasilkan kualitas tempe sagu yang optimal.



Gambar 6. Dokumentasi pelatihan dan penyerahan alat kepada mitra

V. KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan bahwa alat inkubator fermentasi tempe sagu dapat beroperasi dan dapat mempercepat waktu fermentasi tempe sagu. Alat ini berkapasitas 5 kg dan dapat dioperasikan menggunakan layar sentuh yang ada di alat atau melalui smartphone yang terkoneksi ke alat. Tempe sagu difermentasi pada suhu 32°C dan kelembapan 70% membutuhkan waktu 48 jam, sedangkan untuk menghasilkan kualitas tempe sagu yang serupa diperlukan waktu fermentasi konvensional selama 72 jam. Mitra UMKM Mugi Berkah Semarang memberikan apresiasi dan terima kasih atas penerapan alat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada DIPA Politeknik Negeri Semarang sebagai pemberi dana kegiatan ini. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan kegiatan Pengabdian. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada P3M Politeknik Negeri Semarang dan Bapak Djoko Prasetyo selaku pemilik UMKM Mugi Berkah Semarang yang membantu dan berkontribusi atas pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- Hadi, M. S., Ubaidillah, S., Sari, R. A. P., & Fatmala, D. P. (2019b). Sistem kendali otomatis mesin penetas telur menggunakan kontroler PID. *TEKNO*, 27(2), 116. <https://doi.org/10.17977/UM034V27I2P116-124>
- Kristiadi, O. H., & Lunggani, A. T. (2022). Tempe sebagai Pangan Fermentasi Khas Indonesia : Literature Review. *Jurnal Andaliman: Jurnal Gizi Pangan, Klinik Dan Masyarakat*, 2(2), 48–56. <https://doi.org/10.24114/JGPKM.V2I2.40334>
- Kuswardani, D. C., Mulia Widayat, G., Mara, L., Setyowati, A., & Manajemen, M. (2025). PEMANFAATAN MEDIA SOSIAL UNTUK MENINGKATKAN PENJUALAN PRODUK BAGI USAHA KECIL MENENGAH (UKM) DI KEL. PENDRIKAN LOR KEC. SEMARANG TENGAH KOTA SEMARANG. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(4), 5250–5254. <https://doi.org/10.31004/CDJ.V6I4.49207>
- Milinda, I. R., Dieny, F. F., Noer, E. R., & Ayustaningwarno, F. (2021). Analisis Sifat Fisik, Organoleptik dan Kandungan Asam Lemak pada Tempe Mete dan Tempe Kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(4), 119–126. <https://doi.org/10.17728/JATP.10877>
- Prasasti, H. A., Toharmat, T., & Prihantoro, I. (2024). Karakteristik Fermentasi Kedelai yang Diperkaya Cu dengan *Rhizopus oryzae*: Characteristics Different of Cu Enriched Soybean with *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 22(3), 183–189. <https://doi.org/10.29244/JINTP.22.3.183-189>
- Putra, R. D. S., Rahmawati, T., & T.P, Moch. P. A. (2022). A Comparative Analysis of Temperature and Humidity with PID Control System and Fuzzy Logic in Climatic Chamber (PID Control). *International Journal of Advanced Health Science and Technology*, 2(6). <https://doi.org/10.35882/IJAHST.V2I6.177>

- Rahmansyah, H. D., Nawawi, I., & Setiawan, H. T. (2024). SISTEM KENDALI SUHU PADA PENGERINGAN ECENG GONDOK BERBASIS HMI. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1), 362438. <https://doi.org/10.23960/JITET.V12I1.3969>
- Rokhan Bukhari, M., & Studi Pendidikan Biologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, P. (2022). Pelatihan Fermentasi Tempe. *BARAKATI: Journal of Community Service*, 01, 10–14.
- 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>
- Sampurno, B., Abdurrahman, A., & Had, H. S. (2016a). *Sistem Kendali PID pada Pengendalian Suhu untuk Kestabilan Proses Pemanasan Minuman Sari Jagung*. 242. <https://doi.org/10.5614/SNIKO.2015.34>
- Sampurno, B., Abdurrahman, A., & Had, H. S. (2016b). *Sistem Kendali PID pada Pengendalian Suhu untuk Kestabilan Proses Pemanasan Minuman Sari Jagung*. 242. <https://doi.org/10.5614/SNIKO.2015.34>
- Sari, W. P., 'Ainiyah, T. L., Marcellina, V., Sabrina, T. V., & A, L. D. D. (2024). Pengaruh Mikroba Dalam Proses Fermentasi Pembuatan Tempe. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 2(3), 84–93. <https://doi.org/10.54066/JIKMA.V2I3.1925>
- Septian, F. A., Muhammad, A., Almy, T., Nashir, M. N., Andrasto, T., & Komputer, T. (2025). SIMULASI PENGENDALIAN SUHU PADA INKUBATOR PENETASAN TELUR AYAM MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS PID. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3), 2830–7062. <https://doi.org/10.23960/JITET.V13I3.6741>
- Shahir, A., Mokhtar, B., & Oktaviandri, M. (2022). PID Controller for Optimum Energy Efficiency in Air-Conditioner. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 5(1), 24–29. <https://doi.org/10.31258/IJEEPSE.5.1.24-29>
- Subono, Hidayat, A., wardhany, V. A., & Agustin, K. P. (2020). SISTEM PENGENDALI SUHU DAN KELEMBAPAN PADA INKUBATOR TEMPE BERBASIS MIKROKONTROLLER ESP 32. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), 1103–1110.