

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember

Fitriana¹, Habibatul Azizah Al Faruq², Iswahyudi¹, Mokh. Hairul Bahri³, Ahmad Rodi¹, Septian Vhani Eka Saputra¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

⁴Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

Penulis korespondensi : Fitriana

E-mail : fitriana@unmuhjember.ac.id

Diterima: 14 Mei 2024 | Direvisi: 14 Juni 2024 | Disetujui: 14 Juni 2024 | © Penulis 2024

Abstrak

Usaha “Tempe Pak Yadi” merupakan salah satu bidang usaha pembuatan tempe yang ada di Kabupaten Jember. Usaha “Tempe Pak Yadi” yang saat ini dikelola Bapak Jumriadi mampu menghasilkan sekitar 225 tempe perharinya dengan menggunakan 50 kg kedelai. Selama ini, proses fermentasi kedelai pada usaha “Tempe Pak Yadi” masih dilakukan secara manual atau konvensional yaitu dengan penempatan kedelai yang sudah dikemas di atas papan dalam sebuah ruangan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pengelola usaha “Tempe Pak Yadi”, salah satu masalah dalam pembuatan tempe yang dialami oleh usaha “Tempe Pak Yadi” dalam proses produksi tempe adalah pada cuaca yang suhu dan kelembabannya tidak menentu. Pada kondisi cuaca tidak menentu, perubahan suhu dan kelembaban didalam ruangan proses fermentasi tempe menjadi fluktuatif sehingga mengakibatkan tempe tidak bisa terbentuk tepat pada waktunya dan kualitasnya juga berkurang. Permasalahan lainnya yang dialami oleh usaha “Tempe Pak Yadi” selaku mitra yaitu kurangnya pengetahuan tentang adanya teknologi yang dapat mengatur suhu secara otomatis pada proses fermentasi kedelai. Berdasarkan permasalahan mitra tersebut, tim pengabdian ingin membantu memberikan solusi terhadap permasalahan yang dihadapi mitra tersebut dengan cara: 1) Menerapkan teknologi tepat guna berupa alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai dan 2) Memberikan sosialisasi terkait manfaat, cara penggunaan, dan perawatan alat pengatur suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai pada pembuatan tempe. Adapun rangkaian pelaksanaan pengabdian yang dilakukan yaitu survey lapangan, perencanaan, pembuatan alat, ujicoba alat, sosialisasi terkait alat, dan serah terima alat. Hasil uji alat menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik seperti yang diharapkan.

Kata kunci: fermentasi kedelai; pengatur suhu; teknologi tepat guna; tempe

Abstract

The "Pak Yadi Tempe" business is one of the tempe making businesses in Jember Regency. The "Tempeh Pak Yadi" business which is currently managed by Mr Jumriadi is capable of producing around 225 tempeh per day using 50 kg of soybeans. So far, the soybean fermentation process in the "Tempe Pak Yadi" business is still carried out manually or conventionally, namely by placing the packaged soybeans on a board in a room. Based on the results of interviews conducted with the manager of the "Tempe Pak Yadi" business, one of the problems in making tempeh experienced by the "Tempe Pak Yadi" business in the tempe production process is the weather where the temperature and humidity are unpredictable. In uncertain weather conditions, changes in temperature and humidity in the tempeh fermentation process become fluctuating, resulting in tempeh not being able to form on time and its quality also being reduced. Another problem experienced by the "Tempe Pak Yadi" business as a partner is the lack of

knowledge about the existence of technology that can regulate temperature automatically in the soybean fermentation process. Based on the partner's problems, the service team wants to help provide solutions to the problems faced by these partners by: 1) Applying appropriate technology in the form of an automatic temperature control device in the soybean fermentation process and 2) Providing outreach regarding the benefits, how to use and care for the control device automatic temperature for the soybean fermentation process in making tempeh. The series of service implementation carried out were field survey, planning, tool making, tool testing, tool related outreach, and tool handover. The tool test results show that the tool can work well as expected.

Keywords: soybean fermentation; temperature control; appropriate technology; tempeh

PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan tempe memiliki cita rasa yang lezat dan juga harga yang terjangkau (Santoso & Cori, 2023). Tempe juga kaya akan gizi yang penting bagi tubuh, seperti protein, lemak, karbohidrat, dan mineral (Aryanta, 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa zat gizi dalam tempe lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh dibandingkan dengan kacang kedelai (Mukhoyaroh, 2015) (Asbur & Khairunnisyah, 2021). Pada proses fermentasi tempe, digunakan kapang *Rhizopus oligosporus* yang tumbuh di yang tumbuh pada permukaan kedelai (Attaqiroh et al., 2023). Umumnya, proses fermentasi berlangsung selama sekitar 36-48 jam sebelum tempe siap dikonsumsi (Supratiwi et al., 2023).

Pada umumnya, proses pembuatan tempe dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu tahap pencucian dan pembersihan, tahap perebusan, tahap perendaman, tahap pengupasan, tahap penirisan, tahap pendinginan dan pengeringan, tahap pemberian ragi, tahap pengemasan, dan tahap terakhir yaitu tahap inkubasi atau fermentasi (Safitri et al., 2021). Salah satu faktor kunci yang memengaruhi proses fermentasi adalah suhu dan kelembaban (Prabowo et al., 2021). Suhu optimal untuk fermentasi tempe berkisar antara 30-35°C (Hidayah et al., 2020), dengan tingkat kelembaban sekitar 60%-80% RH (Rusdianto et al., 2022). Kondisi cuaca yang tidak stabil dapat mengakibatkan kapang *Rhizopus oligosporus* tidak berkembang dengan baik, bahkan dapat menyebabkan kematian kapang tersebut (Putri et al., 2018).

Salah satu usaha di Kabupaten Jember yang bergerak dalam bidang pembuatan tempe adalah usaha "Tempe Pak Yadi" yang beralamat di Jl. PB. Sudirman Gg.10 No. 67, Pagah, Jember. Usaha ini didirikan pada tahun 1986 oleh bapak Salekan dan saat ini dikelola oleh anaknya yang bernama Jumriadi. Setiap harinya, usaha ini membutuhkan bahan baku kedelai sebanyak 50 kg. Dari jumlah tersebut, mereka mampu menghasilkan sekitar 225 lembar tempe yang di jual dengan harga Rp 5.000,-/lembar tempe. Proses fermentasi pembuatan tempe pada usaha "Tempe Pak Yadi" masih dilakukan secara manual yaitu dengan penempatan kedelai yang sudah dikemas di atas papan dalam sebuah ruangan.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pengelola usaha "Tempe Pak Yadi", salah satu masalah dalam pembuatan tempe yang dialami oleh usaha "Tempe Pak Yadi" dalam proses produksi tempe adalah pada cuaca yang suhu dan kelembabannya tidak menentu. Pada kondisi cuaca tidak menentu, perubahan suhu dan kelembaban didalam ruangan proses fermentasi tempe menjadi fluktuatif sehingga mengakibatkan tempe tidak bisa terbentuk tepat pada waktunya dan kualitasnya juga berkurang. Jika cuaca dingin, biasanya tempe akan ditutupi dengan kain atau bahan penutup lainnya. Namun, metode ini dianggap kurang efektif karena suhu dan kelembaban dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi cuaca. Permasalahan lainnya yang dialami oleh usaha "Tempe Pak Yadi" selaku mitra yaitu kurangnya pengetahuan tentang adanya teknologi yang dapat mengatur suhu secara otomatis pada proses fermentasi kedelai.

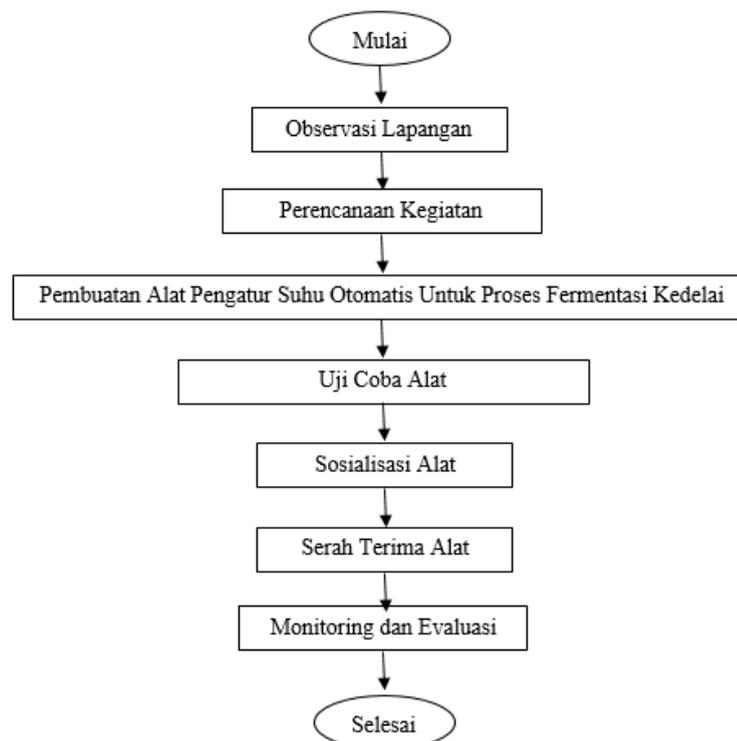
Guna mengatasi permasalahan tersebut maka pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat kali ini akan dilakukan penerapan teknologi tepat guna berupa pengatur suhu otomatis pada proses

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember

fermentasi kedelai. Pada kegiatan pengabdian ini dilakukan pembuatan alat suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai. Alat ini selanjutnya diberikan kepada usaha “Tempe Pak Yadi” selaku mitra. Namun sebelum dilakukan serah terima alat, terlebih dahulu dilakukan sosialisasi terkait manfaat alat, cara penggunaan alat, dan cara perawatan alat. Hal ini dilakukan agar mitra dapat secara mandiri memanfaatkan alat tersebut. Melalui kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan mitra terkait proses fermentasi kedelai sehingga dapat meningkatkan kuantitas maupun kualitas dari tempe yang dihasilkan oleh usaha “Tempe Pak Yadi”.

METODE

Kegiatan pengabdian ini akan dilaksanakan dalam empat tahapan yaitu tahap survey lapangan, perencanaan, pelaksanaan, serta monitoring dan evaluasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Pengabdian

a. Survey Lapangan

Dalam tahap observasi lapangan ini, pengusul melakukan kunjungan ke tempat mitra yaitu usaha “Tempe Pak Yadi” untuk memperoleh informasi terkait permasalahan mitra terkait proses pembuatan tempe.

b. Perencanaan Kegiatan

Agar program pengabdian ini berjalan secara maksimal, maka diperlukan perencanaan secara tepat, diantaranya yaitu:

1. Melakukan koordinasi dengan pemilik usaha “Tempe Pak Yadi” terkait pelaksanaan kegiatan.
2. Melakukan perencanaan terkait alat pengatur suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai.

c. Pelaksanaan

Pelaksanaan pengabdian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan alat, uji coba alat, dan sosialisasi. Tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan direalisasikan dengan mekanisme sebagai berikut:

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember

1. Pembuatan alat pengatur suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai pada pembuatan tempe akan dilakukan di laboratorium elektronika dasar Universitas Muhammadiyah Jember.
 2. Ujicoba untuk mengetahui kinerja alat dilakukan dengan melakukan proses fermentasi kedelai pada alat yang telah dibuat.
 3. Kegiatan sosialisasi dilakukan agar pemilik maupun pekerja di usaha “Tempe Pak Yadi” mengetahui manfaat, cara penggunaan, dan perawatan alat pengatur suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai pada pembuatan tempe.
 4. Serah terima alat dilakukan setelah kegiatan sosialisasi telah dilaksanakan. Serah terima alat ini akan dilakukan di lokasi usaha “Tempe Pak Yadi”.
- d. Monitoring dan Evaluasi
- Tahap monitoring dan evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui progres dan evaluasi kegiatan pengabdian yang telah dilakukan. Tahap ini dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara dengan mitra sebagai bahan evaluasi pelaksanaan kegiatan pengabdian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini diawali dengan melakukan survey di lokasi usaha “Tempek Pak Yadi” yang ada di Kampung Pagah. Berdasarkan hasil survey tersebut diketahui bahwa selama ini proses fermentasi kedelai menjadi tempe pada tempat tersebut masih dilakukan secara manual dengan menempatkan kedelai yang sudah dikemas di atas papan dalam sebuah ruangan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Proses fermentasi yang tepat sangat penting dalam pembuatan tempe untuk mencapai kualitas yang baik. Namun, kontrol suhu yang tidak konsisten pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe seringkali menimbulkan masalah bagi produsen tempe.



Gambar 2. Proses Fermentasi Kedelai Menjadi Tempe Pada Usaha “Tempe Pak Yadi” yang dilakukan secara manual

Berdasarkan latar belakang di atas maka pada kegiatan pengabdian ini tim merancang alat pengatur suhu otomatis untuk proses fermentasi kedelai menjadi tempe seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Ruang fermentasi pada kegiatan pengabdian ini terbuat dari bahan kayu dan tutup dari bahan kaca. Alat pengatur suhu pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe ini menggunakan sensor suhu DHT11, dua buah lampu yang masing-masing berdaya 60 W sebagai pemanas, dan dua buah kipas sebagai pendingin.

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember



Gambar 3. Alat Pengatur Suhu Fermentasi Kedelai Menjadi Tempe

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan, suhu optimal untuk proses fermentasi kedelai menjadi tempe adalah 30°C - 35°C . Rentang suhu tersebut menjadi dasar set point suhu pada alat pengabdian ini. Berdasarkan hal tersebut cara kerja dari alat ini yaitu lampu dan kipas akan padam jika suhu pada ruang fermentasi 30°C - 35°C , jika suhu dalam ruang fermentasi lebih rendah dari 30°C maka lampu akan menyala seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, namun bila suhu lebih tinggi dari 35°C maka lampu akan mati dan kipas akan menyala agar suhu yang diinginkan dapat tercapai antara 30°C - 35°C .



Gambar 4. Kondisi Ruang Fermentasi Kedelai Menjadi Tempe Saat Lampu Menyala

Setelah dilakukan perakitan alat selanjutnya dilakukan pengujian hasil pembacaan suhu oleh sensor DHT11 dengan termometer digital dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berikut merupakan hasil pengujian sensor suhu DHT11:

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember

Tabel 1. Hasil pengujian dari sensor suhu DHT11

| No | Hasil Ukur Temperatur (°C) | | Selisih | Error (%) |
|-----------|----------------------------|--------------|---------|-----------|
| | Termometer Digital | Sensor DHT11 | | |
| 1 | 29,9 | 29,9 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 30,0 | 30,1 | 0,1 | 0,3 |
| 3 | 30,0 | 30,0 | 0,0 | 0,0 |
| Rata-Rata | | | | 0,3 |

Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa error sensor DHT11 dalam membaca suhu di dalam ruangan fermentasi adalah 0,3% yang berarti sensor DHT11 dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi suhu yang ada pada ruang fermentasi alat. Pada kegiatan pengabdian ini juga dilakukan pengujian kerja alat dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian tersebut diketahui bahwa tingkat keberhasilan alat adalah 100% yang artinya alat dapat bekerja dengan baik karena dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Alat yang telah di uji coba selanjutnya ditunjukkan kepada mitra seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Hasil Uji Kinerja Alat Pengatur Suhu Pada Fermentasi Kedelai Menjadi Tempe

| No | Suhu | Lampu | Kipas | Keterangan |
|-------------------------|--------|---------|---------|------------|
| 1 | 29,9°C | Menyala | Padam | Berhasil |
| 2 | 30,0°C | Padam | Padam | Berhasil |
| 3 | 30,1°C | Padam | Padam | Berhasil |
| 4 | 35,1°C | Padam | Menyala | Berhasil |
| 5 | 35,3°C | Padam | Menyala | Berhasil |
| Prosentase Keberhasilan | | | | 100% |

**Gambar 5.** Foto bersama mitra.

SIMPULAN DAN SARAN

Teknologi tepat guna berupa alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini dapat bekerja dengan baik. Melalui penerapan teknologi tepat guna berupa alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe, diharapkan terjadi peningkatan kualitas dan efisiensi produksi dalam pembuatan tempe yang dilakukan oleh mitra. Kegiatan pengabdian ini tidak hanya memberikan manfaat dalam hal peningkatan kualitas dan efisiensi produksi, tetapi juga berkontribusi pada pemberdayaan masyarakat setempat. Mereka menjadi lebih memahami teknologi dalam mengelola usaha pembuatan tempe dan mampu mengadopsi teknologi baru untuk meningkatkan kinerja dan daya saing usaha mereka.

Saran dari kegiatan pengabdian ini yaitu melakukan monitoring dan evaluasi secara berkelanjutan terhadap implementasi teknologi tepat guna ini untuk memastikan konsistensi kinerja

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember

alat dan dampaknya terhadap produksi tempe. Dengan memantau secara teratur, kita dapat mengidentifikasi masalah potensial atau area perbaikan yang perlu ditangani lebih lanjut. Selain itu perlu mendorong para produsen tempe untuk terus mengembangkan inovasi dalam penggunaan teknologi, termasuk eksplorasi potensi penggunaan sensor suhu otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi lainnya. Dukungan dapat diberikan melalui program bimbingan dan pengembangan inovasi lokal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Mitra yang telah berkontribusi pada pelaksanaan pengabdian ini dan juga kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memberikan pembiayaan kegiatan pengabdian ini secara keseluruhan melalui program Pengabdian kepada Masyarakat Skim Program Kemitraan Masyarakat Tahun Anggaran 2023/2024.

DAFTAR RUJUKAN

- Aryanta, I. wayan R. (2020). Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v2i1.609>
- Asbur, Y., & Khairunnisyah. (2021). Tempe Sebagai Sumber Antioksidan : Sebuah Telaah Pustaka Tempe as a Source Of Antioxidants : A Review. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3), 183–192.
- Attaqiroh, A. D., Chaidir, A. R., & Sumardi. (2023). Sistem Pengendalian Suhu pada Inkubator Fermentasi Tempe dengan Metode Proportional Integral Derivative (PID) Secara Digital. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 23(1), 14–22. <https://doi.org/10.23917/emitor.v1i1.21593>
- Hidayah, M., Prihartono, E., & Santoso, B. (2020). Automatic Room Temperature Regulator for Making Tempe Based on Arduino with Fuzzy Logic Method. *Jurnal INFORM*, 5(1), 39–44. <https://doi.org/10.25139/inform.v3i2.1053>
- Mukhoyaroh, H. (2015). Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu Dan Suhu Pemeraman Terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 2(2), 47–51. <https://doi.org/10.25273/florea.v2i2.415>
- Prabowo, S. A., Artanti, G. D., & Efrina. (2021). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Akhir (Final Proofing) Terhadap Kualitas Japanese Milk Bread. *Jurnal Sains Boga*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.21009/jsb.004.1.01>
- Putri, R. S., Fanani, M. I., Kurniawan, I. I., Danawan, E. P. O., Sugiarto, K. I. F., & Istiadi. (2018). Penerapan Teknologi Pengendali Fermentasi Tempe Bagi Usaha Krudel Lariso Kelurahan Purwantoro Kota Malang. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, 9(September), 353–361.
- Rusdianto, A. S., Khasanah, L. M., Suryadharma, B., Wibowo, Y., & Mahardika, N. S. (2022). Pengembangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban di Ruang Fermentasi Tembakau Bawah Naungan (TBN) Berbasis Internet of Things (IoT). *JOFE: Journal of Food Engineering*, 1(2), 90–100. <https://doi.org/10.25047/jofe.v1i2.3111>
- Safitri, R. A., Ikhsan, M., Putri, I. V. ., Ahda, Y., & Fevria, R. (2021). Aplikasi Bioteknologi Konvensional dalam Pembuatan Tempe Kacang Kedelai. *Prosiding SEMNAS BIO*, 1–10.
- Santoso, S., & Cori, C. (2023). Penguatan Kualitas Produksi Dan Pengemasan Tempe Di Batu Tumbuh Jatiwaringin Bekasi. *SIKAMA: Sinergi Akademisi dan Masyarakat*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.61488/sikama.v1i1.1>
- Supratiwi, E., Zulnazri, Z., Hakim, L., Kurniawan, E., & Muhammad, M. (2023). Pembuatan Tempe Berbahan Dasar Ampas Tahu Dengan Proses Fermentasi Dengan Menggunakan Ragi (*Rhizopus Orizae*). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(1), 129–138. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.10219>

Penerapan teknologi tepat guna alat pengatur suhu otomatis pada proses fermentasi kedelai bagi usaha pembuatan tempe di kampung Pagah kabupaten Jember