

IMPLEMENTASI PROYEK SAINS SEDERHANA: BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI PEMBUATAN TEMPE DI SEKOLAH DASAR

**Degi Alrinda Agustina^{1*}, Kartini², Kadek Dewi Wahyuni Andari³,
Agustinus Toding Bua⁴, Arief Ertha Kusuma⁵, Azika Amalia⁶,
Siskawati⁷, Tia Amanda⁸**

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan
Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan, Indonesia

*E-mail: gygyalrinda@gmail.com

ABSTRAK

Pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar melalui pengenalan konsep bioteknologi konvensional, khususnya peran fermentasi asam laktat dalam proses pembuatan tempe. Seringkali, pembuatan tempe hanya dipahami sebatas peragian jamur (*Rhizopus* sp.), padahal tahapan fermentasi asam laktat saat perendaman kedelai memegang peranan vital dalam menciptakan kondisi asam untuk menghambat bakteri patogen. Kegiatan pengabdian dilaksanakan di SD Negeri 016 Tarakan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Project Based Learning (PBL) yang meliputi sosialisasi, demonstrasi, dan praktik langsung pembuatan tempe. Hasil kegiatan menunjukkan tingkat keberhasilan produk sebesar 83%, di mana 5 dari 6 sampel tempe berhasil terfermentasi dengan baik. Kegagalan terjadi pada satu sampel di kelompok dengan anggota terbanyak (9 siswa), yang dianalisis akibat faktor kontaminasi dan kurangnya sterilitas. Meski demikian, pemahaman siswa dinilai sangat baik dengan rata-rata nilai Lembar Kerja Peserta Didik mencapai 88,5. Kegiatan ini menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis praktik efektif untuk menanamkan pemahaman konsep ilmiah dan melatih sikap ilmiah siswa dalam memecahkan masalah.

Kata Kunci: Bioteknologi Pangan; Fermentasi Asam Laktat; Pembelajaran IPA; Pembuatan Tempe.

ABSTRACT

*This community service program aims to improve the science literacy of elementary school students through the introduction of conventional biotechnology concepts, especially the role of lactic acid fermentation in the tempeh making process. Tempeh production is often understood as limited to the fungal fermentation (*Rhizopus* sp.); however, the lactic acid fermentation stage during soybean soaking plays a vital role in creating acidic conditions to inhibit the growth of pathogenic bacteria. This program was conducted at SD Negeri 016 Tarakan elementary school. It was implemented using a Project Based Learning (PjBL) approach that included socialization, demonstrations, and hands-on practice of making tempeh. The results showed a product success rate of 83%, where 5 out of 6 tempeh samples successfully fermented. The single failure occurred in the group with the largest number of members (9 students), which was attributed to*

contamination and inadequate sterility during the process. Despite this, students' conceptual understanding is considered as very good, as reflected in an average score of 88.5 on the Student Worksheets. To conclude, this program demonstrates that project-based learning is effective in instilling an understanding of scientific concepts and training students' scientific attitudes in solving problems.

Keywords: Food Biotechnology; Lactic Acid Fermentation; Science Learning; Tempe Production.

Article History:	
Diterima	: 05-01-2026
Disetujui	: 21-03-2026
Diterbitkan Online	: 25-03-2026

PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Tempe merupakan salah satu produk bioteknologi pangan tradisional kebanggaan Indonesia yang telah mendunia. Sebagai sumber protein nabati yang terjangkau namun bernilai gizi tinggi, tempe menjadi bagian tak terpisahkan dari pola konsumsi masyarakat sehari-hari. Proses pembuatannya melibatkan prinsip fermentasi fase padat yang mengubah biji kedelai menjadi produk yang lebih mudah dicerna, kaya akan antioksidan, dan memiliki cita rasa khas (Darmawan, 2025). Popularitas tempe ini menjadikan proses pembuatannya sebagai contoh aplikasi bioteknologi yang paling relevan dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar, sehingga sangat potensial untuk dijadikan media pembelajaran sains kontekstual bagi masyarakat maupun pelajar (Ismail et al., 2024)

Meskipun tempe sangat populer, pemahaman siswa mengenai proses biologis yang terjadi di dalamnya seringkali masih bersifat parsial. Umumnya, pengetahuan tentang pembuatan tempe hanya berpusat pada peran kapang (jamur) dari genus *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus oryzae*, yang bertugas membentuk benang-benang hifa putih dan menyatukan biji kedelai. Padahal, ekosistem mikrobiologi dalam pembuatan tempe jauh lebih kompleks daripada sekadar pertumbuhan jamur. Terdapat “aktor” lain yang memegang peranan vital namun sering terabaikan dalam narasi pembuatan tempe, yaitu bakteri asam laktat yang bekerja pada tahap pra-fermentasi atau tahap perendaman (Purnasari & Rusdan, 2023)

Peran bakteri asam laktat (BAL) dalam proses pembuatan tempe terjadi secara spontan saat kedelai direndam dalam air. Selama proses perendaman ini, bakteri alami seperti *Lactobacillus plantarum* atau *Lactobacillus fermentum* tumbuh dan memetabolisme karbohidrat terlarut dalam kedelai menjadi asam organik (Arsini et al., 2023). Pemahaman mengenai peran vital bakteri asam laktat dalam proses perendaman juga berkorelasi erat dengan kualitas gizi dan keamanan produk akhir. Studi terbaru menunjukkan bahwa dominasi BAL tidak hanya menciptakan suasana asam, tetapi juga berpotensi meningkatkan nilai probiotik yang bermanfaat bagi pencernaan (Kusuma & Ermamilia, 2024). Pengabaian terhadap tahapan ini seringkali menjadi penyebab utama kontaminasi bakteri patogen yang berujung pada kegagalan produksi atau keracunan pangan. Oleh karena itu, pengenalan pembuatan tempe yang higienis dengan penekanan pada kontrol fermentasi alami

menjadi sangat krusial untuk diajarkan sejak dini sebagai bagian dari kecakapan hidup.

Dalam konteks pendidikan, fenomena sains di balik pembuatan tempe ini memiliki nilai edukasi yang tinggi, khususnya bagi siswa sekolah dasar (SD). Kurikulum IPA di tingkat SD menuntut pembelajaran yang tidak hanya teoretis tetapi juga menyentuh aspek keterampilan proses dan pemahaman lingkungan sekitar (Gunawan et al., 2024). Mengajarkan siswa bahwa “bau masam” pada rendaman kedelai adalah tanda aktivitas makhluk hidup (bakteri) yang menguntungkan, bukan tanda kebusukan, merupakan cara efektif untuk meluruskan miskonsepsi dan membangun literasi sains (Saenab et al., 2024). Dalam perspektif pendidikan, integrasi kearifan lokal seperti pembuatan tempe ke dalam pembelajaran IPA merupakan bentuk implementasi etnosains yang efektif. Melalui praktik langsung, siswa dapat belajar mengapresiasi kearifan lokal (membuat tempe) sekaligus memahami konsep bioteknologi konvensional secara utuh (Dal et al., 2024).

2. Permasalahan Mitra dan Solusi yang Ditawarkan

Berdasarkan analisis situasi di sekolah mitra, permasalahan utama dalam pembelajaran IPA, khususnya terkait bioteknologi konvensional, terletak pada masih terbatasnya pemahaman siswa yang bersifat parsial terhadap proses pembuatan tempe. Siswa umumnya hanya mengenal peran kapang *Rhizopus* sp. dalam fermentasi, tanpa memahami keterlibatan bakteri asam laktat (BAL) pada tahap perendaman yang berfungsi menciptakan kondisi asam dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Selain itu, masih ditemukan miskonsepsi, di mana siswa menganggap bau asam pada kedelai sebagai tanda pembusukan, bukan sebagai indikator aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan. Permasalahan ini diperparah oleh proses pembelajaran yang masih cenderung teoretis dan kurang kontekstual, sehingga belum mampu mengaitkan konsep sains dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar siswa. Di sisi lain, keterampilan proses sains siswa juga masih rendah karena minimnya kegiatan praktik langsung, serta kurangnya pemahaman mengenai pentingnya higienitas dalam proses bioteknologi pangan yang berpengaruh terhadap keberhasilan fermentasi dan keamanan produk.

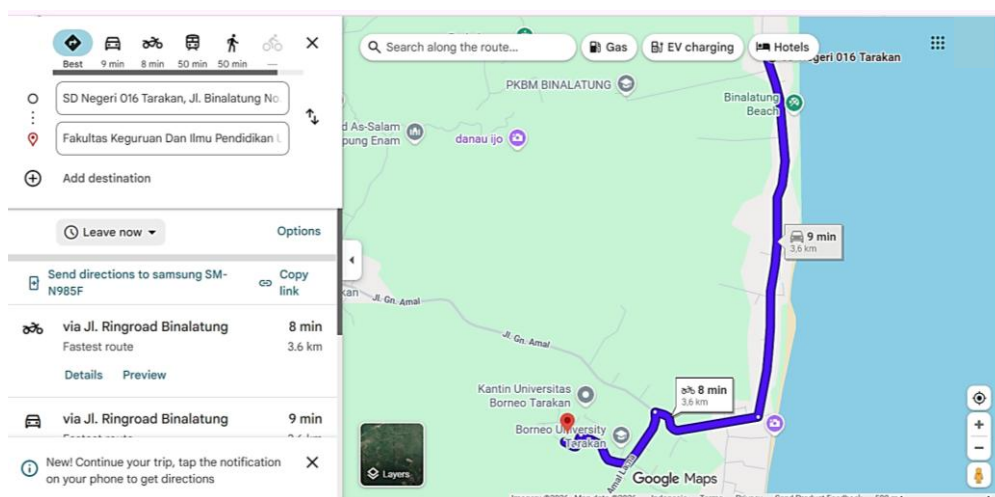
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, program pengabdian ini menawarkan solusi melalui penerapan pendekatan Project-Based Learning (PBL) yang mengintegrasikan praktik pembuatan tempe sebagai media pembelajaran kontekstual. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bioteknologi, tidak hanya menekankan peran kapang *Rhizopus* sp., tetapi juga mengkaji fungsi bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* sp. dalam tahap perendaman. Selain itu, program ini bertujuan meluruskan miskonsepsi siswa melalui penjelasan fenomena ilmiah secara kontekstual, khususnya terkait terbentuknya bau asam sebagai hasil aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan. Implementasi kegiatan dilakukan melalui demonstrasi dan praktik langsung pembuatan tempe yang melibatkan siswa secara aktif dalam setiap tahapan, sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains seperti observasi, analisis, dan pemecahan masalah. Program ini juga memberikan edukasi mengenai pentingnya higienitas dan sterilisasi dalam proses fermentasi guna mencegah kontaminasi. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal berupa pembuatan tempe ke dalam pembelajaran IPA, kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan literasi sains siswa sekaligus menumbuhkan apresiasi terhadap budaya lokal secara lebih bermakna.

Kegiatan pengabdian bertujuan untuk menjembatani pengetahuan siswa antara teori di buku dengan praktik nyata. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung (*hands-on experience*) kepada siswa dalam memproduksi tempe, dengan penekanan khusus pada pemahaman fungsi fermentasi asam laktat (Barus & Hutagalung, 2024). Oleh karena itu, melalui kegiatan pengenalan bioteknologi konvensional berupa pembuatan tempe ini, siswa diharapkan tidak hanya terampil membuat tempe secara teknis, tetapi juga mampu menjelaskan secara ilmiah mengapa setiap tahapan mulai dari pencucian, perendaman, hingga peragian sangat krusial dalam menentukan keberhasilan fermentasi.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

1. Lokasi, Waktu, dan Peserta Kegiatan

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SD Negeri 016 Tarakan dengan melibatkan partisipan sebanyak 25 orang siswa. Pendekatan yang digunakan adalah sosialisasi atau pengenalan tentang bioteknologi konvensional berupa fermentasi asam laktat yaitu pembuatan tempe yang dipadukan dengan praktik langsung pembuatan tempe.



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan PKM di SD Negeri 016 Tarakan.

Jarak antara SD Negeri 016 Tarakan dan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Borneo Tarakan adalah sekitar 3,6 km. Perjalanan dapat ditempuh dalam waktu relatif singkat, yaitu sekitar 8 hingga 9 menit, tergantung pada kondisi lalu lintas. Rute yang dilalui umumnya melalui Jalan Ringroad Binalatung yang merupakan jalur utama, sehingga akses antara kedua lokasi tergolong mudah, lancar, dan efisien untuk kegiatan mobilitas maupun pelaksanaan program.

2. Instrumen Kegiatan

Instrumen evaluasi ketercapaian kegiatan dalam program ini dirancang secara sistematis dengan menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai alat ukur utama untuk menilai pemahaman kognitif siswa. LKPD tidak hanya berfungsi sebagai panduan selama praktikum, tetapi juga sebagai instrumen evaluasi yang memuat bagian reflektif “Ayo Pikirkan!” yang terdiri atas lima pertanyaan kunci terkait konsep bioteknologi pangan. Pertanyaan-pertanyaan tersebut mencakup identifikasi bahan utama pembuatan tempe, pemahaman terhadap fungsi perendaman sebagai proses fermentasi asam laktat, peran ragi sebagai agen biologis, kemampuan mengamati ciri-ciri tempe yang berhasil, serta kesadaran akan nilai gizi tempe.

Penilaian dilakukan dengan menganalisis ketepatan dan kelengkapan jawaban siswa pada LKPD, sehingga dapat menggambarkan tingkat pemahaman konseptual secara komprehensif. Selain itu, ketercapaian kegiatan juga dievaluasi melalui indikator keberhasilan produk tempe yang dihasilkan oleh masing-masing kelompok, yang mencerminkan keterampilan psikomotorik dan penerapan konsep secara langsung. Kombinasi antara hasil produk dan skor LKPD memberikan gambaran utuh mengenai capaian pembelajaran siswa, baik dari aspek kognitif maupun praktik. Dengan demikian, instrumen evaluasi ini dinilai efektif dalam mengukur keberhasilan kegiatan sekaligus memberikan umpan balik terhadap proses pembelajaran berbasis proyek yang telah dilaksanakan.

3. Tahapan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dirancang dalam tiga tahapan sistematis, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan praktikum dan tahap evaluasi pemahaman melalui pengisian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Pada tahap persiapan, tim pengabdian menyusun instrumen pembelajaran berupa LKPD yang didesain menarik secara visual untuk siswa SD LKPD ini memuat kolom identitas (Nama dan Kelas) serta panduan observasi. Peserta dibagi menjadi tiga kelompok kerja untuk mengefektifkan pendampingan dan memastikan setiap siswa terlibat aktif. Pembagian kelompok terdiri dari satu kelompok beranggotakan 9 orang dan dua kelompok lainnya beranggotakan masing-masing 8 orang. Setiap kelompok difasilitasi dengan satu set alat dan bahan lengkap untuk memproduksi dua bungkus tempe.

Pada tahap Pelaksanaan, diawali dengan pengenalan terkait fermentasi asam laktat sebagai konsep yang digunakan dalam pembuatan tempe. Setelah itu, siswa mempersiapkan alat dan bahan. Siswa diminta untuk mengidentifikasi apa saja yang diperlukan dalam pembuatan tempe dan menuliskannya ke dalam kolom "Bahan dan Alat" yang tersedia pada halaman 3 LKPD. Siswa mencatat bahan utama seperti kedelai dan ragi, serta alat-alat seperti panci, sendok, kain bersih, saringan dan wadah. Selanjutnya, siswa dipandu melakukan tahapan pembuatan tempe secara berurutan sebagai berikut.

- a. Pencucian dan Pengupasan: Siswa membersihkan kedelai untuk membuang kulit ari.
- b. Perendaman (Fermentasi Asam Laktat): Ini adalah tahap kunci yang ditekankan oleh tim pengabdian. Siswa diajak mengamati aroma masam pada air rendaman sebagai bukti aktivitas bakteri. Hal ini berkaitan langsung dengan pertanyaan nomor 2 pada LKPD, yaitu "Mengapa kedelai harus direndam terlebih dahulu?".
- c. Perebusan dan Pendinginan: Kedelai direbus hingga matang kemudian ditiriskan dan didinginkan agar ragi tidak mati saat ditaburkan.
- d. Peragian: Siswa menaburkan ragi (*Rhizopus* sp.) ke kedelai yang sudah dingin. Tahap ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan nomor 3 pada LKPD mengenai fungsi ragi.
- e. Pembungkusan: Kedelai yang sudah diragi dibungkus rapat dengan plastik yang telah dilubangi kecil-kecil untuk sirkulasi udara.

Pada tahap evaluasi dan refleksi, tim melanjutkan dengan sesi diskusi dan pengisian bagian evaluasi pada LKPD yang bertajuk "Ayo Pikirkan!". Hasil pengerjaan LKPD ini kemudian dikumpulkan dan dinilai sebagai indikator keberhasilan pemahaman kognitif siswa terhadap materi bioteknologi pangan yang telah dipraktikkan.

HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan pembuatan tempe dengan penekanan pada konsep fermentasi asam laktat telah dilaksanakan di SD Negeri 016 Tarakan. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa. Berikut adalah pemaparan mendalam mengenai hasil pelaksanaan kegiatan, analisis produk akhir, serta evaluasi pemahaman siswa berdasarkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

1. Pelaksanaan Kegiatan

Tim pengabdian memberikan penekanan khusus pada tahap perendaman (*soaking*). Berbeda dengan praktik pembuatan tempe konvensional yang seringkali mengabaikan penjelasan ilmiah tahap ini, tim pengabdian mengajak siswa untuk mencium aroma air rendaman kedelai yang telah didiamkan semalam. Siswa mendapati adanya aroma masam yang khas. Pada momen ini, tim menjelaskan bahwa aroma tersebut adalah bukti terjadinya fermentasi asam laktat. Bakteri alami yang hidup di kulit kedelai (seperti *Lactobacillus plantarum*) memakan karbohidrat sederhana dan menghasilkan asam. Penjelasan ini menjawab rasa penasaran siswa dan mengubah persepsi mereka bahwa “bau masam” tidak selalu berarti busuk, melainkan sebuah mekanisme pertahanan alami agar kedelai aman dari bakteri jahat. Setelah perendaman, siswa melakukan pengupasan kulit ari (*dehulling*). Keterlibatan motorik halus siswa sangat terasah di sini. Mereka memahami bahwa kulit ari harus dibuang agar miselium jamur nantinya bisa menembus masuk ke dalam biji kedelai (kotiledon). Proses berlanjut ke perebusan untuk sterilisasi, penirisan hingga kedelai kering angin, dan diakhiri dengan inokulasi (pemberian ragi). Siswa diajarkan untuk menaburkan ragi secara merata suatu keterampilan yang membutuhkan ketelitian agar fermentasi kapang berjalan seragam.



Gambar 2. Kegiatan Pemberian Ragi dan Pengemasan Tempe.

Setelah proses inkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu ruang, dilakukan pengamatan terhadap enam sampel tempe yang dihasilkan oleh tiga kelompok siswa. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Kelompok 2 dan Kelompok 3, dengan total 16 siswa, mencapai tingkat keberhasilan sempurna sebesar 100%. Empat bungkus tempe yang dihasilkan oleh kedua kelompok ini menampilkan karakteristik fisik yang sangat baik, meliputi tekstur yang padat dan kompak antar biji kedelai, serta visual permukaan yang tertutup merata oleh miselium kapang berwarna putih bersih seperti kapas tanpa bercak hitam atau lendir. Selain itu, aroma yang tercium adalah wangi khas tempe segar tanpa bau amoniak. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi asam laktat saat perendaman telah berhasil menurunkan

pH kedelai ke level optimal, sehingga memungkinkan kapang *Rhizopus sp.* tumbuh mendominasi dan menghambat mikroba patogen lainnya.

Sebaliknya, hasil yang bervariasi ditemukan pada Kelompok 1 yang beranggotakan 9 siswa. Dari dua bungkus tempe yang dibuat, satu sampel berhasil dengan kualitas yang setara dengan kelompok lain, namun satu sampel lainnya mengalami kegagalan. Sampel yang gagal tersebut menunjukkan ciri-ciri berlendir, mengeluarkan aroma menyengat atau busuk, serta pertumbuhan jamur yang sangat minim dan tidak merata. Secara ilmiah, kegagalan ini disebabkan oleh kontaminasi bakteri pembusuk, seperti *Bacillus subtilis* atau *Bacillus cereus*, yang memenangkan kompetisi nutrisi melawan kapang *Rhizopus*.



Gambar 3. Produk Tempe yang Telah Diinkubasi Selama 2 x 24 Jam.

Berdasarkan evaluasi proses, kegagalan ini kemungkinan besar dipicu oleh faktor kesalahan manusia (*human error*) akibat kepadatan anggota kelompok. Banyaknya interaksi tangan dengan kedelai saat pencampuran ragi dan pembungkusan meningkatkan risiko kontaminasi silang, terutama jika tangan siswa belum sepenuhnya steril. Selain itu, ketidaksempurnaan pemadatan dalam plastik juga berpotensi mengganggu kondisi anaerob fakultatif yang dibutuhkan (Azaria & Nalhadi, 2024; Falisha et al., 2025). Kasus kegagalan ini justru menjadi materi pembelajaran berharga bagi seluruh siswa mengenai vitalnya aspek sterilitas dalam proses bioteknologi.

2. Evaluasi Kognitif Berdasarkan LKPD

Tingkat pemahaman konsep siswa diukur melalui isian pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), khususnya pada bagian “Ayo Pikirkan!” yang memuat lima pertanyaan kunci. Analisis jawaban menunjukkan hasil yang sangat positif pada pertanyaan pertama mengenai bahan utama pembuatan tempe, di mana 100% siswa menjawab benar dengan mengidentifikasi kedelai dan ragi sebagai komponen utama. Pada pertanyaan kedua tentang alasan perendaman kedelai, indikator keberhasilan pemahaman materi fermentasi asam laktat terlihat jelas karena sebagian besar siswa (85%) mampu menjawab dengan kata kunci “agar menjadi asam” atau “agar jamur bisa tumbuh”. Jawaban ini merefleksikan pemahaman siswa terhadap hubungan kausalitas antara perendaman, kondisi asam, dan pertumbuhan jamur sebagai proses biologis yang vital. Selanjutnya, pada pertanyaan ketiga mengenai fungsi ragi, siswa memberikan jawaban variatif namun tepat sasaran, memahami ragi sebagai agen hayati atau *starter* yang mengubah kedelai menjadi tempe dan mencegah pembusukan.

Kemampuan observasi siswa juga teruji pada pertanyaan keempat mengenai ciri-ciri tempe yang sudah jadi. Siswa mampu mendeskripsikan keberhasilan produk secara akurat menggunakan kalimat sederhana seperti

“berwarna putih”, “padat”, dan “baunya enak”, yang menunjukkan penggunaan indra penglihatan, peraba, dan penciuman secara efektif. Terakhir, pada pertanyaan kelima, kesadaran gizi siswa terlihat dari jawaban dominan yang menyebutkan manfaat tempe sebagai sumber protein dan pengganti daging. Secara kuantitatif, rata-rata nilai pengisian LKPD siswa mencapai angka 88,5 yang masuk dalam kategori “Sangat Baik”. Hal ini menunjukkan bahwa metode demonstrasi yang dipadukan dengan penjelasan teori sederhana sangat efektif untuk menyampaikan materi sains yang abstrak, seperti bakteri mikroskopis, menjadi pengetahuan yang konkret bagi siswa SD. Selain itu, penerapan kegiatan yang berbasis proyek ini juga dilaporkan efektif dalam melatih keterampilan proses sains dan literasi sains siswa secara simultan, karena siswa dituntut untuk melakukan observasi, inferensi, dan komunikasi data secara langsung (Yusuf & Dwirsnanda, 2023).

3. Dampak Edukatif dan Pengembangan Karakter

Selain aspek kognitif dan psikomotorik, kegiatan ini juga berhasil mengembangkan aspek afektif siswa secara signifikan. Hal ini terlihat dari tumbuhnya kerjasama tim yang solid, di mana siswa dalam kelompok terutama kelompok besar beranggotakan sembilan orang belajar berbagi peran mulai dari mencuci, mengupas, hingga membungkus kedelai, yang secara langsung melatih kemampuan komunikasi dan negosiasi mereka. Selanjutnya, nilai ketelitian dan kesabaran juga terasah melalui proses pembuangan kulit ari kedelai yang memakan waktu, mengajarkan siswa bahwa produk berkualitas tidak dapat dihasilkan melalui proses yang instan. Lebih jauh lagi, sikap ilmiah (*scientific inquiry*) mulai terbentuk ketika siswa merespons kegagalan satu sampel tempe pada Kelompok 1 bukan dengan kekecewaan berlebih, melainkan dengan rasa ingin tahu yang tinggi. Pertanyaan kritis siswa mengenai penyebab perbedaan keberhasilan antar kelompok menjadi indikator awal tumbuhnya pola pikir analitis yang ingin ditanamkan melalui kegiatan ini. Menurut Junnanto & Masithoh (2025). Selain itu kegiatan proyek ini juga menyediakan ruang belajar yang lebih kolaboratif, reflektif, dan kontekstual sehingga mendorong siswa untuk menginternalisasi nilai-nilai sosial secara lebih bermakna (Koba’a et al., 2022).

Berdasarkan evaluasi pelaksanaan kegiatan, terdapat beberapa saran untuk optimalisasi kegiatan serupa di masa mendatang. *Pertama*, terkait manajemen pengelompokan, disarankan untuk membatasi jumlah anggota per kelompok menjadi lebih kecil (maksimal 5-6 siswa). Hal ini bertujuan untuk meminimalisir risiko kontaminasi silang akibat terlalu banyaknya interaksi tangan (*handling*) serta memastikan setiap siswa mendapatkan porsi praktik yang merata. *Kedua*, untuk memperkaya pengalaman visual siswa, kegiatan dapat dikembangkan dengan penggunaan mikroskop sederhana guna mengamati struktur hifa jamur atau bakteri secara langsung. *Terakhir*, disarankan bagi pihak sekolah untuk dapat mengintegrasikan pengenalan bioteknologi sederhana ini ke dalam agenda praktikum IPA rutin atau muatan lokal kewirausahaan, guna menumbuhkan kemandirian dan keterampilan kecakapan hidup siswa sejak dini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di SD Negeri 016 Tarakan berhasil mencapai tujuannya dalam mengenalkan konsep bioteknologi pangan kepada siswa, khususnya mengenai peran vital fermentasi asam laktat. Melalui pendekatan praktik langsung (*hands-on experience*), siswa tidak hanya memperoleh keterampilan teknis membuat tempe, tetapi juga pemahaman ilmiah bahwa proses perendaman berfungsi menciptakan kondisi asam yang

dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang. Indikator keberhasilan kegiatan ini terlihat dari tingkat kesuksesan produk akhir sebesar 83% dan rata-rata nilai evaluasi kognitif siswa pada LKPD yang mencapai angka 88,5 (kategori sangat baik). Meskipun terdapat satu kasus kegagalan produk pada kelompok dengan jumlah anggota terbesar akibat faktor kontaminasi, hal tersebut justru memberikan pembelajaran kontekstual bagi siswa mengenai pentingnya menjaga sterilitas dan prosedur standar dalam eksperimen biologi. Secara keseluruhan, metode pembelajaran berbasis proyek terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains dan antusiasme belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Borneo Tarakan atas dukungan yang telah diberikan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan lancar. Terima kasih juga kami haturkan kepada Kepala Sekolah SDN 016 Tarakan yang telah menyediakan sarana dan prasarana selama kegiatan berlangsung. Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada rekan-rekan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar yang telah berkontribusi aktif dalam kegiatan ini, guru-guru yang terlibat dalam kegiatan ini, serta secara khusus kepada mahasiswa yang telah bekerja sama dengan penuh dedikasi sejak tahap perencanaan hingga penyelesaian kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsini, A., Handayani, B. R., & Amaro, M. (2023). Pengaruh Lama Pengeringan dengan Ruang Penjemur Efek Rumah Kaca (ERK) terhadap Mutu Tempe Ampas Tahu. *EduFood*, 1(1), 1–12. <https://jurnal.unram.ac.id/index.php/edufood/id/article/view/3635>
- Azaria, A. K., & Nalhadi, A. (2024). Peningkatan Kualitas dan Keamanan Produk Tempe Menggunakan Pendekatan Six Sigma dan Good Manufacturing Practice (GMP). 6(2), 142–158. <https://doi.org/10.37631/jri.v6i2.1583>
- Barus, T., & Hutagalung, R. A. (2024). Pelatihan Pembuatan Tempe yang Higienis untuk Penyediaan Pangan Sehat Masyarakat Kampung Cibulut Cisauk-Tangerang Hygienic. *Abdimas Galuh*, 6(2), 1123–1135. <http://dx.doi.org/10.25157/ag.v6i2.14303>
- Dal, M., Lidi, M. W., & Priska, M. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Etnosains untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains Peserta Didik SMP. *Pancasakti Science Education Journal*, 9(1), 39–57. <https://doi.org/10.24905/psej.v9i1.204>
- Darmawan, M. (2025). Darmawan, M. (2025). Pengaruh Jenis Kemasan terhadap Total Mikroba dan Uji Organoleptik Tempe Kedelai. *Wanatani*, 5(1), 54–64. <https://doi.org/10.51574/jip.v5i1.377>
- Falisha, S. N., Amaliasari, N., Salsabila, H., & Sajati, S. S. (2025). Analisis Faktor Penyebab Kerusakan pada Tempe di. 9(5), 165–172. <https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jimt/article/view/10626>
- Gunawan, A., Marsita, E. N., Sari, M. O., Astikasari, R., & Amelia, S. (2024). Penggunaan Metode Eksperimen dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar : Pendekatan Efektif untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Biolova*, 5(2), 96–103. <https://doi.org/10.24127/biolova.v5i2.6158>
- Ismail, I. A., Weriza, J., Mawardi, M., Lufri, L., Usmeldi, U., Festiyed, F., & Handri, S. (2024). Tinjauan Sistematis Analisis Integrasi Etnosains dalam Pembelajaran IPA dan Dampaknya terhadap Kompetensi Era Modern dan Nilai-nilai Pancasila. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 4(5), 207–219. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.478>

- Junnanto, M. W., & Masithoh, D. (2025). Analisis Pembentukan Karakter Sikap Ilmiah Siswa. *Al-Itirafiah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 5(1), 30–40.
<https://doi.org/10.47498/ihtirafiah.v5i1.4670>
- Koba'a, H., Jumahir, & Mawaddah. (2022). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Pengembangan Karakter Sosial Siswa. *Damhil Education Journal*, 5(2), 95–107.
<https://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/DEJ/article/view/3039>
- Kusuma, R. J., & Ermamilia, A. (2024). Analisis Nilai Gizi dan Total Bakteri Asam Laktat Tempe Probiotik. *Ilmu Gizi Indonesia*, 8(1), 15–24.
<https://doi.org/10.35842/ilgi.v8i1.496>
- Purnasari, N., & Rusdan, I. H. (2023). Halal Fermented Functional Food in Indonesia: A Review. *Halalsphere*, 3(2), 59–66.
<https://doi.org/10.31436/hs.v3i2.73>
- Saenab, S., Astuti, W., Lisdayanti, P. D., Ramadani, I., Hasan, N. R., Makassar, U. N., Makassar, U. N., Makassar, U. N., & Makassar, U. N. (2024). Pelatihan Pembuatan Nata de Coco bagi Peserta Didik SMPN 13 Makassar. *Jurnal Kemitraan Masyarakat*, 3(2), 84–90.
<https://doi.org/10.35580/jkm.v3i2.68578>
- Yusuf, A., & Dwirisnanda, D. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dalam Pembuatan Tempe Kedelai untuk Meningkatkan Keterampilan Vokasional pada Peserta Didik Tunarungu. *Jurnal Pendidikan Khusus*, 20(2), 1–5.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-khusus/article/view/66983>