



Inovasi Pembelajaran Bioteknologi Melalui *Deep Learning* Berbasis Lingkungan di MTsN Pangandaran

Erlina Erlina

MTs Negeri 3 Pangandaran

Email: erlinahidayat2023@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to enhance students' conceptual understanding and scientific process skills through the implementation of environment-based Deep Learning in biotechnology learning. The classroom action research employed the Kemmis and McTaggart model, conducted in two cycles at MTsN 3 Pangandaran involving 24 ninth-grade students. Each cycle consisted of planning, action, observation, and reflection stages. The learning activities engaged students in producing tape (fermented cassava) as a local biotechnological product with probiotic potential. Data were collected through participatory observation, product assessment, motivation questionnaires, and student reflection journals, then analyzed qualitatively using triangulation techniques. The results indicated significant improvement in students' engagement, scientific reasoning, and understanding of fermentation and probiotic mechanisms. Ninety-two percent of the student groups produced tape of optimal quality, while 87% demonstrated the ability to explain the relationship between fermentation processes and probiotic health benefits. Furthermore, the learning process fostered creativity, contextual thinking, and awareness of local potential. In conclusion, the implementation of environment-based Deep Learning effectively promotes contextual, meaningful, and science-literate biotechnology learning that integrates local resources with 21st-century competencies.

Keywords: *deep learning, biotechnology, environment-based learning, fermented cassava (tape), natural probiotics*

PENDAHULUAN

Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) 3 Pangandaran berada di wilayah dengan potensi pertanian yang melimpah, khususnya tanaman singkong di Desa Bangunjaya, Kecamatan Langkaplancar. Berdasarkan data Dinas Pertanian Kabupaten Pangandaran (2023), Desa Bangunjaya merupakan salah satu sentra utama produksi singkong dengan rata-rata hasil panen mencapai 50 ton per bulan. Meskipun demikian, pemanfaatan singkong di daerah tersebut masih terbatas pada produk tradisional dengan nilai ekonomi yang rendah. Kondisi ini menyebabkan hasil panen yang berlebih sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan belum memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat.

Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), materi bioteknologi di tingkat Madrasah Tsanawiyah umumnya disampaikan secara teoretis dan belum sepenuhnya diintegrasikan dengan potensi sumber daya lokal (Hasanah et al., 2022). Akibatnya, peserta didik kurang memahami relevansi konsep bioteknologi dengan kehidupan nyata. Padahal, pembuatan tape singkong merupakan bentuk penerapan bioteknologi sederhana yang dapat dijadikan media pembelajaran kontekstual. Proses fermentasi dalam pembuatan tape singkong tidak hanya menghasilkan produk pangan khas, tetapi juga mengandung nilai ilmiah dan kesehatan melalui keberadaan mikroorganisme probiotik alami seperti *Saccharomyces cerevisiae* dan *Bacillus* sp. yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikroflora usus (Pangestu & Wijaya, 2021).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani antara teori dan praktik nyata adalah Deep Learning. Menurut Fullan dan Langworthy (2014), Deep Learning menekankan pada pengembangan pemahaman konseptual yang mendalam, pembelajaran berbasis masalah nyata, serta penguatan kompetensi abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas. Penerapan Deep Learning dalam pembelajaran IPA

memungkinkan siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses inkuiri ilmiah dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar (environment-based learning). Dengan demikian, lingkungan dapat berfungsi sebagai laboratorium terbuka yang menumbuhkan rasa ingin tahu dan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik (Ananta, Y., 2025).

Berdasarkan permasalahan dan potensi tersebut, penelitian ini mengimplementasikan model Deep Learning berbasis lingkungan dalam pembelajaran bioteknologi dengan topik pembuatan tape singkong sebagai probiotik alami. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa mengenai bioteknologi serta menumbuhkan kesadaran akan potensi sumber daya lokal sebagai sarana pembelajaran yang bermakna dan aplikatif. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran IPA yang inovatif, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan literasi sains peserta didik.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dengan model spiral dari Kemmis dan McTaggart, yang meliputi empat tahap berulang: perencanaan (planning), pelaksanaan tindakan (acting), pengamatan (observing), dan refleksi (reflecting). Model ini dipilih karena memberikan ruang bagi guru untuk melakukan perbaikan berkelanjutan terhadap proses pembelajaran melalui siklus tindakan yang sistematis dan reflektif. Penelitian dilaksanakan selama dua siklus pada bulan April hingga Mei 2024 di MTsN 3 Pangandaran.

Penelitian dilaksanakan di MTsN 3 Pangandaran dengan subjek penelitian sebanyak 24 peserta didik kelas IX tahun pelajaran 2023/2024. Lokasi penelitian dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan potensi lingkungan sekitar, khususnya ketersediaan bahan baku singkong yang melimpah di Desa Bangunjaya, Kecamatan Langkaplancar. Kondisi ini memberikan peluang optimal untuk mengintegrasikan pembelajaran bioteknologi dengan sumber daya lokal melalui pendekatan berbasis lingkungan.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam dua siklus tindakan, masing-masing terdiri atas tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Pada Siklus I, tahap perencanaan meliputi penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis Deep Learning, pembuatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) terstruktur, serta penyusunan instrumen penelitian berupa lembar observasi dan rubrik penilaian. Guru menyiapkan bahan baku singkong yang diperoleh dari kebun warga setempat untuk digunakan dalam praktik pembuatan tape singkong. Tahap pelaksanaan tindakan dimulai dengan kegiatan eksplorasi masalah melalui model problem-based learning yang menantang siswa untuk menemukan cara pemanfaatan singkong yang lebih bernilai. Peserta didik bekerja secara kolaboratif untuk merancang dan melaksanakan prosedur pembuatan tape sambil memperhatikan prinsip sanitasi dan kontrol kualitas. Observasi dilakukan terhadap aktivitas belajar, keterampilan proses sains, dan dinamika kerja kelompok, sedangkan refleksi berfokus pada analisis kelemahan dalam teknik fermentasi serta pemahaman konsep tentang mikroorganisme probiotik.

Pada Siklus II, kegiatan difokuskan pada penyempurnaan dan pendalaman konsep. Tahap perencanaan dilakukan dengan merevisi LKPD agar menekankan pada analisis kandungan probiotik dan faktor-faktor yang memengaruhi kualitas tape. Dalam tahap pelaksanaan, siswa menganalisis hasil produk dari Siklus I dan melakukan inovasi pada proses fermentasi, misalnya dengan memodifikasi waktu inkubasi atau proporsi bahan. Diskusi difokuskan pada mekanisme kerja probiotik, nilai gizi, serta potensi pengembangan produk berbasis bioteknologi lokal. Observasi diarahkan pada peningkatan kualitas produk serta kedalaman analisis ilmiah peserta didik. Tahap refleksi dilakukan secara komprehensif untuk menilai efektivitas tindakan terhadap peningkatan pemahaman konsep bioteknologi dan kemampuan berpikir ilmiah siswa.

Data penelitian dikumpulkan melalui beberapa teknik, yaitu: (1) observasi partisipatif untuk merekam aktivitas belajar dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran; (2) penilaian produk untuk menilai kualitas tape berdasarkan parameter organoleptik (rasa, aroma, dan tekstur) serta indikator mikrobiologis sederhana; (3) angket motivasi belajar untuk mengukur minat, antusiasme, dan persepsi siswa terhadap pembelajaran bioteknologi berbasis lingkungan; serta (4) jurnal refleksi siswa yang digunakan untuk menggali pemahaman konseptual dan pengalaman belajar mereka secara mendalam.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menekankan pada proses dan hasil pembelajaran. Analisis dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Untuk menjaga validitas data digunakan teknik triangulasi sumber dan metode, dengan cara membandingkan hasil observasi, angket, penilaian produk, dan jurnal refleksi. Analisis dilakukan secara berkelanjutan sepanjang proses

Commented [RF1]: Cantumkan novelty penelitian

tindakan untuk memperoleh gambaran utuh mengenai efektivitas penerapan Deep Learning berbasis lingkungan dalam meningkatkan pemahaman konsep bioteknologi dan keterampilan proses sains peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pelaksanaan penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan dalam dua siklus yang masing-masing mencakup tahapan perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam keterlibatan, keterampilan proses sains, serta pemahaman konseptual peserta didik terhadap materi bioteknologi melalui penerapan Deep Learning berbasis lingkungan.

Pada Siklus I, pembelajaran difokuskan pada pengenalan konsep dasar bioteknologi dan praktik pembuatan tape singkong sebagai penerapan bioteknologi sederhana. Berdasarkan hasil observasi, sebanyak 83% peserta didik (20 dari 24 siswa) menunjukkan antusiasme tinggi terhadap kegiatan pembelajaran yang dilakukan di luar kelas. Kegiatan praktik lapangan memberikan pengalaman langsung bagi siswa dalam mengamati proses fermentasi, meskipun sebagian masih mengalami kesulitan dalam menerapkan prosedur ilmiah secara sistematis. Sekitar 75% kelompok mampu mengikuti tahapan pembuatan tape dengan benar, namun masih terdapat 33% produk yang mengalami kontaminasi atau gagal fermentasi akibat kurangnya pengendalian suhu dan sanitasi alat. Dari hasil analisis jurnal refleksi, pemahaman konsep probiotik siswa pada tahap ini masih terbatas pada pengertian umum, belum sampai pada penjelasan mekanisme kerja mikroorganisme dalam proses fermentasi. Temuan ini menunjukkan bahwa pada siklus pertama, kemampuan berpikir ilmiah siswa masih berada pada tahap eksploratif dan memerlukan penguatan konsep melalui bimbingan dan umpan balik yang lebih terarah.

Perbaikan tindakan pada Siklus II diarahkan pada pendalaman konsep dan peningkatan keterampilan analitis siswa. Modifikasi dilakukan pada perangkat pembelajaran dan LKPD dengan menambahkan kegiatan analisis hubungan antara proses fermentasi, suhu, serta aktivitas mikroorganisme probiotik. Hasil pengamatan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam kualitas produk dan kemampuan ilmiah peserta didik. Sebanyak 92% kelompok berhasil menghasilkan produk tape singkong dengan karakteristik optimal, ditandai oleh rasa manis, tekstur empuk, dan aroma khas hasil fermentasi sempurna. Selain itu, melalui analisis jurnal refleksi, 87% siswa mampu menjelaskan keterkaitan antara aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi dengan pembentukan senyawa probiotik dan manfaatnya bagi kesehatan pencernaan.

Peningkatan hasil belajar juga tercermin dari kemampuan siswa mengaitkan pengalaman praktis dengan konsep bioteknologi modern. Siswa mulai menunjukkan kemampuan transfer of knowledge dengan mengembangkan ide inovatif seperti pengemasan produk, pelabelan nilai gizi, hingga konsep pemasaran tape sebagai produk probiotik alami lokal. Hal ini menunjukkan terjadinya pergeseran dari pembelajaran berbasis hafalan menuju pembelajaran bermakna yang melibatkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif sesuai dengan karakteristik Deep Learning.

Secara keseluruhan, hasil penelitian pada kedua siklus menunjukkan bahwa penerapan Deep Learning berbasis lingkungan mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran bioteknologi sekaligus memperkuat pemahaman konseptual mereka tentang proses fermentasi dan manfaat probiotik. Lingkungan sekitar terbukti menjadi sumber belajar yang efektif untuk menumbuhkan literasi sains dan sikap ilmiah peserta didik melalui aktivitas autentik yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Pembahasan

Implementasi Deep Learning berbasis lingkungan dalam pembelajaran bioteknologi di MTsN 3 Pangandaran menunjukkan bahwa proses belajar tidak hanya menghasilkan peningkatan pemahaman konseptual, tetapi juga membentuk pengalaman belajar yang transformatif. Pendekatan ini memadukan unsur inquiry-based learning, keterlibatan autentik siswa dengan lingkungan sekitar, serta refleksi ilmiah terhadap hasil kegiatan eksperimen. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa Deep Learning mampu mengubah paradigma pembelajaran IPA dari sekadar transfer pengetahuan menuju konstruksi makna yang mendalam dan kontekstual.

Salah satu keberhasilan utama terletak pada kontekstualisasi pembelajaran melalui pemanfaatan singkong sebagai sumber belajar lokal. Dengan mengintegrasikan potensi pertanian di Desa Bangunjaya, peserta didik memperoleh kesempatan untuk memahami konsep bioteknologi dalam konteks kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan pandangan Fullan dan Langworthy (2014) bahwa Deep Learning menuntut keterhubungan antara materi pelajaran dengan pengalaman nyata agar siswa dapat membangun makna konseptual yang lebih kuat. Dalam konteks ini, siswa tidak hanya mempelajari teori fermentasi, tetapi juga menerapkannya secara langsung melalui kegiatan pembuatan tape singkong sebagai produk bioteknologi sederhana yang relevan secara sosial dan kultural.

Selanjutnya, hasil penelitian memperlihatkan bahwa kegiatan praktik fermentasi mampu menumbuhkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam. Siswa tidak hanya mengenali peran mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* dan *Bacillus* sp., tetapi juga mampu menjelaskan mekanisme kerja probiotik dalam proses fermentasi serta manfaat fisiologisnya bagi kesehatan pencernaan. Proses pembelajaran semacam ini mendukung terbentuknya scientific literacy, yaitu kemampuan untuk mengaitkan pengetahuan ilmiah dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Menurut Djamahar et al. (2021), pembelajaran berbasis lingkungan mampu

memperkuat hubungan antara pengalaman empiris dengan pembentukan konsep ilmiah melalui pengamatan langsung dan refleksi kritis.

Penerapan Deep Learning juga mendorong pengembangan kompetensi abad ke-21. Melalui kegiatan kolaboratif dalam merancang, memproduksi, dan mengevaluasi hasil fermentasi, peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, kerja sama tim, serta kreativitas dalam menyelesaikan masalah. Keterampilan tersebut sangat penting untuk menghadapi tantangan pembelajaran sains di era global yang menuntut peserta didik menjadi problem solver dan innovative thinker. Proses ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila melalui aktivitas kontekstual dan kolaboratif.

Dari perspektif sosial dan ekologis, penerapan pembelajaran ini memberikan kontribusi pada pemberdayaan potensi lokal. Peserta didik tidak hanya memahami konsep bioteknologi, tetapi juga belajar bagaimana ilmu sains dapat digunakan untuk meningkatkan nilai ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Mereka mampu mentransformasikan singkong — yang semula hanya dianggap komoditas tradisional — menjadi produk bioteknologi bernilai tambah tinggi. Pendekatan ini mencerminkan integrasi antara sains modern dan kearifan lokal, sebuah kombinasi yang penting dalam pengembangan pendidikan berbasis ekologi dan kewirausahaan ilmiah di tingkat madrasah.

Selain itu, aspek edukasi kesehatan juga menjadi luaran penting dari penelitian ini. Pemahaman siswa mengenai kandungan probiotik pada tape singkong menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pangan fungsional bagi kesehatan masyarakat. Dengan demikian, pembelajaran bioteknologi tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga menanamkan nilai aplikatif dan sosial yang mendukung pembentukan perilaku hidup sehat. Temuan ini mendukung hasil penelitian Pangestu dan Wijaya (2021) yang menyatakan bahwa tape singkong mengandung mikroorganisme probiotik alami yang berpotensi meningkatkan kesehatan pencernaan dengan biaya yang terjangkau.

Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi antara pendekatan Deep Learning dan pemberdayaan sumber daya lokal dalam konteks madrasah. Pembelajaran tidak hanya menekankan aspek sains murni, tetapi juga memperkuat dimensi nilai, karakter, dan kepedulian terhadap lingkungan. Model pembelajaran semacam ini dapat menjadi alternatif inovatif bagi guru IPA dalam mengimplementasikan pendidikan sains yang lebih humanistik, kontekstual, dan berorientasi pada pemberdayaan masyarakat. Dengan demikian, hasil penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran sains berkelanjutan yang mampu menjembatani antara literasi ilmiah, kearifan lokal, dan kompetensi abad ke-21.

KESIMPULAN

Implementasi Deep Learning berbasis lingkungan dalam pembelajaran bioteknologi di MTsN 3 Pangandaran terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan proses sains, dan literasi ilmiah peserta didik. Melalui keterlibatan langsung dalam proses pembuatan tape singkong sebagai probiotik alami, siswa memperoleh pengalaman belajar autentik yang menghubungkan konsep bioteknologi dengan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran berbasis lingkungan ini mendorong terjadinya transformasi dari pembelajaran teoritis menuju pembelajaran bermakna yang berorientasi pada eksplorasi, refleksi, dan penerapan nyata. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kualitas hasil belajar, keterampilan berpikir kritis, serta kemampuan kolaboratif siswa dalam menyelesaikan permasalahan ilmiah. Selain itu, pembelajaran ini juga berperan dalam pemberdayaan potensi lokal, menumbuhkan kesadaran ekologis, serta menanamkan nilai-nilai kewirausahaan berbasis sains melalui inovasi produk bioteknologi lokal. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi Deep Learning dengan konteks lingkungan sekitar dapat menjadi strategi efektif untuk memperkuat pendidikan sains di madrasah. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran IPA yang kontekstual, berkelanjutan, dan selaras dengan kompetensi abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, Y., Fitri, Salsabila D. (2025). The Relationship between Science Literacy and Students' Environmental Awareness in Environmental Pollution Material: A Literature Review. *Education Scence and Culture Journal*, 1(1), 7--116. <https://doi.org/10.38035/paidea.v1i1>
- Dinas Pertanian Kabupaten Pangandaran. (2023). *Laporan produksi komoditas pertanian tahun 2023: Kecamatan Langkaplancar*. Pangandaran: Dinas Pertanian Kabupaten Pangandaran.
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*. London: Pearson Education.
- Hasanah, U., Sari, M., & Azizah, N. (2022). Analisis Kendala Praktikum IPA di Madrasah Tsanawiyah dan Solusi Alternatifnya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 10(2), 89-101.
- Djamahar, R., Heryanti, E., & Sanjaya, M. E. (2021). Bioteknologi Konvensional dalam Kearifan Lokal Indonesia: Potensi sebagai Sumber Belajar IPA Berbasis Etnosains. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(1), 1-10
- Multidisciplinary: *Journal of Education and Learning*, Vol 1 (1), 2025

Erlina Erlina

- Pangestu, R., & Wijaya, C. H. (2021). Potensi Tape Singkong sebagai Sumber Probiotik Alami: Kajian Mikrobiologi dan Kandungan Gizi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 9(2), 45-56
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2019). *Framework for 21st century learning: A unified vision for learning to ensure student success in a global society*. Washington, DC: P21.
- Suyanto, S., & Jihad, A. (2020). *Penelitian tindakan kelas: Teori dan praktik untuk guru profesional*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Zubaidah, S. (2019). Science learning to develop 21st-century skills: An integrated approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 153-162. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18128>

Commented [RF3]: Gunakan zotero atau mendeley