

Pemberdayaan Siswa SMP melalui Pelatihan Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Singkong untuk Mendukung Gerakan *Zero Plastic* di Kota Ambon

Empowering Junior High School Students through Cassava Starch-Based Bioplastic Training to Support the Zero Plastic Movement in Ambon City

Sendy Putra Pradana^{1*}, Gede Wiratma Jaya², Husnaini Bahri¹, Advend Sri Rizki Sianturi¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, Ambon

²Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon

*Corresponding author: sendy.pradana@lecturer.unpatti.ac.id

Informasi Artikel

Dikirim : 02 Agustus 2026

Direvisi : 16 September 2026

Diterima : 01 Oktober 2026

Diterbitkan online : 10 Oktober 2026

Abstrak

Peningkatan penggunaan plastik konvensional menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang mendorong perlunya edukasi mengenai alternatif material ramah lingkungan sejak usia sekolah. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa melalui pelatihan pembuatan bioplastik berbasis pati singkong menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Project-Based Learning (PjBL) sebagai bentuk dukungan terhadap Gerakan *Zero Plastic* di Kota Ambon. Kegiatan dilaksanakan pada 78 siswa kelas VII SMP Angkasa Lanud Pattimura melalui tahapan penyampaian materi, demonstrasi, praktik pembuatan bioplastik, evaluasi produk, pengembangan kemasan sederhana, dan refleksi. Peningkatan pengetahuan dianalisis menggunakan normalized gain (N-gain), sedangkan respons peserta dianalisis secara deskriptif berdasarkan persentase. Hasil menunjukkan rata-rata skor meningkat dari 33,4 menjadi 86,5 dengan nilai N-gain sebesar 0,801 (kategori tinggi). Respons peserta terhadap pelaksanaan pelatihan mencapai 94,1% (kategori sangat baik). Selain meningkatkan pemahaman peserta mengenai bioplastik dan isu pencemaran plastik, kegiatan ini menghasilkan LKPD berbasis PjBL yang dapat dimanfaatkan sebagai perangkat pembelajaran pendidikan lingkungan di sekolah. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis proyek merupakan pendekatan edukatif yang layak diterapkan untuk mendukung pendidikan lingkungan dan implementasi Gerakan *Zero Plastic* di Kota Ambon.

Kata kunci: Bioplastik; Pati Singkong; Project-Based Learning; Pendidikan Lingkungan; *Zero Plastic*.

Abstract

The increasing use of conventional plastics has become an environmental concern, highlighting the need for early environmental education and environmentally friendly alternative materials. This community service program aimed to improve students' knowledge and skills through cassava starch-based bioplastic production training using a Project-Based Learning (PjBL)-based Student Worksheet (LKPD) to support the Zero Plastic Movement in Ambon City. The program involved 78 seventh-grade students at SMP Angkasa Lanud Pattimura and included lectures, demonstrations, hands-on bioplastic production, product evaluation, simple packaging development, and

reflection activities. Knowledge improvement was assessed using normalized gain (N-gain), while participants' responses were analyzed descriptively using percentage scores. The results showed that the average score increased from 33.4 on the pretest to 86.5 on the posttest, with an average N-gain of 0.801, indicating high knowledge improvement. Participants also demonstrated highly positive responses, achieving an average satisfaction score of 94.1%. Beyond improving students' understanding of bioplastics and plastic pollution, the program produced a PjBL-based LKPD that can serve as an environmental education resource in schools. These findings indicate that project-based bioplastic production training is a feasible educational approach to strengthen environmental awareness and support the implementation of the Zero Plastic Movement in Ambon City through practical, student-centered learning activities.

Keywords: *Bioplastic; Cassava Starch; Environmental Education; Project-Based Learning; Zero Plastic Movement.*

PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi plastik konvensional telah menjadi salah satu tantangan lingkungan yang mendapat perhatian global karena karakteristiknya yang ringan, kuat, mudah dibentuk, dan relatif murah, tetapi memiliki ketahanan yang tinggi terhadap proses degradasi alami. Sebagian besar plastik berbasis minyak bumi memerlukan waktu yang sangat lama untuk terurai sehingga akumulasinya berkontribusi terhadap pencemaran tanah, perairan, maupun ekosistem lainnya (Negrete-Bolagay & Guerrero, 2024). Permasalahan tersebut tidak hanya berkaitan dengan meningkatnya volume limbah, tetapi juga dengan sifat polimer sintetis yang sulit mengalami degradasi biologis maupun fisik di lingkungan.

Sejalan dengan permasalahan tersebut, Pemerintah Kota Ambon terus mendorong upaya pengurangan penggunaan plastik sekali pakai melalui Gerakan *Zero Plastic* sebagai bagian dari komitmen mewujudkan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Keberhasilan gerakan tersebut tidak hanya bergantung pada kebijakan pemerintah, tetapi juga memerlukan dukungan melalui kegiatan edukasi yang mampu membangun pengetahuan, kepedulian, dan perilaku ramah lingkungan sejak usia sekolah. Oleh karena itu, pengembangan material berbasis biomassa terus dilakukan sebagai salah satu alternatif yang lebih berkelanjutan,

meskipun karakteristik degradasinya tetap dipengaruhi oleh komposisi bahan dan kondisi lingkungan tempat material tersebut digunakan maupun dibuang (Pooja et al., 2023).

Salah satu material yang banyak dikembangkan sebagai bahan baku bioplastik adalah pati karena berasal dari sumber daya terbarukan, tersedia dalam jumlah melimpah, relatif ekonomis, serta memiliki kemampuan membentuk matriks film melalui proses gelatinisasi (Silveira et al., 2025). Struktur pati yang tersusun atas amilosa dan amilopektin memungkinkan terbentuknya lapisan film yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar pembuatan bioplastik, meskipun film berbasis pati umumnya masih memiliki kelemahan berupa sifat yang rapuh dan sensitif terhadap kelembapan (Tan et al., 2022). Oleh sebab itu, berbagai penelitian terus diarahkan pada modifikasi formulasi maupun penambahan bahan tertentu untuk meningkatkan karakteristik mekanik dan fungsional bioplastik berbasis pati (Sobeih et al., 2025). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemilihan bahan penyusun merupakan aspek penting dalam menghasilkan bioplastik dengan karakteristik yang lebih baik.

Di antara berbagai sumber pati, singkong memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioplastik karena mudah diperoleh, berbiaya relatif rendah, dan mampu membentuk matriks film melalui

proses gelatinisasi. Pemanfaatan pati singkong juga mendukung peningkatan nilai tambah komoditas lokal serta pengembangan material berbasis sumber daya hayati terbarukan. Selain itu, pengaturan komposisi bahan dan penambahan komponen tertentu diketahui dapat meningkatkan karakteristik mekanik maupun fungsional film pati singkong (Matheus et al., 2023; Negrete-Bolagay & Guerrero, 2024; Silveira et al., 2025). Dengan demikian, pemanfaatan pati singkong tidak hanya memiliki relevansi dari sisi lingkungan, tetapi juga memberikan peluang untuk memperkenalkan konsep pemanfaatan sumber daya lokal dalam pembelajaran.

Karakteristik bioplastik berbasis pati dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya. Penambahan bahan pendukung seperti gliserol dan gelatin berperan dalam meningkatkan fleksibilitas serta kestabilan struktur film bioplastik (Otálora González et al., 2023). Selain itu, gelatin berperan sebagai pembentuk film yang dapat berinteraksi dengan pati sehingga membantu membentuk struktur polimer yang lebih stabil selama proses pemanasan (Anitha et al., 2024). Secara umum, formulasi, homogenitas campuran, suhu pemanasan, serta proses pengeringan merupakan faktor yang menentukan karakteristik akhir bioplastik sehingga pemahaman terhadap fungsi masing-masing bahan menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran maupun pelatihan (Ancy et al., 2024) Garavito et al., 2024).

Meskipun demikian, penting dipahami bahwa bioplastik bukanlah solusi tunggal terhadap persoalan limbah plastik. Istilah biodegradable tidak berarti seluruh bioplastik akan terurai dengan cepat pada setiap kondisi lingkungan karena laju degradasinya dipengaruhi oleh komposisi bahan, ketebalan produk, suhu, kelembapan, serta aktivitas mikroorganisme (Dirpan et al., 2023). Di sisi lain, penerapan bioplastik sebagai bahan kemasan juga memerlukan pengujian lebih lanjut terkait keamanan, karakteristik fisik, migrasi komponen, dan ketahanan produk sebelum dapat dimanfaatkan secara luas, khususnya untuk pangan (Nair et al., 2023). Oleh karena itu,

pada jenjang pendidikan menengah, pembuatan bioplastik lebih tepat diposisikan sebagai media edukasi untuk memperkenalkan konsep material ramah lingkungan dibandingkan sebagai proses menghasilkan produk siap pakai.

Pendekatan edukatif semacam ini menjadi semakin penting karena pendidikan lingkungan tidak cukup hanya berorientasi pada penyampaian konsep secara teoritis. Peserta didik perlu memperoleh pengalaman belajar yang memungkinkan mereka menghubungkan permasalahan lingkungan dengan solusi yang dapat diamati dan dipraktikkan secara langsung (Wibowo et al., 2023). Kegiatan praktik memberi kesempatan kepada siswa untuk mengamati perubahan sifat bahan, mengikuti prosedur ilmiah, bekerja secara kolaboratif, serta menghasilkan produk nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual (Joris et al., 2024; Kumala et al., 2023). Program pendidikan lingkungan berbasis pengalaman juga terbukti mampu meningkatkan pengetahuan peserta apabila dilaksanakan melalui aktivitas langsung yang disertai evaluasi secara sistematis (Ortega-Lasuen et al., 2023). Dengan demikian, pengalaman praktik memiliki peran penting dalam memperkuat pemahaman konseptual sekaligus membangun kepedulian peserta didik terhadap isu lingkungan.

Salah satu model yang relevan untuk mewujudkan pembelajaran tersebut adalah *Project-Based Learning* (PjBL) karena menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam keseluruhan proses pembelajaran. Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk mengidentifikasi permasalahan, merencanakan kegiatan, melaksanakan proyek, menghasilkan produk, serta melakukan evaluasi dan refleksi terhadap hasil yang diperoleh (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2023; Pérez Torres et al., 2023). Keterlibatan peserta didik dalam setiap tahapan proyek tidak hanya meningkatkan partisipasi selama pembelajaran, tetapi juga mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan isu (Yang et al., 2024). Sejalan dengan itu,

penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kesadaran lingkungan karena peserta didik memperoleh kesempatan menghubungkan konsep ilmiah dengan permasalahan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2023). Agar seluruh tahapan proyek dapat terlaksana secara sistematis, diperlukan perangkat pembelajaran yang mampu memberikan panduan yang jelas kepada peserta didik.

Perangkat yang dapat mendukung pelaksanaan PjBL adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dirancang secara sistematis sesuai tahapan proyek. LKPD tidak hanya berfungsi sebagai petunjuk praktikum, tetapi juga mengarahkan peserta didik dalam mengidentifikasi masalah, membagi peran, melaksanakan prosedur kerja, mencatat hasil pengamatan, mengevaluasi produk, hingga melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran (Marlina et al., 2025). Penyusunan tahapan yang jelas melalui LKPD membantu mengurangi kesulitan dalam memahami alur kegiatan sehingga proses pembelajaran berlangsung lebih terarah dan terstruktur (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2023; Setyowati et al., 2026). Penggunaan LKPD berbasis proyek menjadi strategi yang relevan karena mampu mengintegrasikan pembelajaran sains, keterampilan proses, dan pendidikan lingkungan dalam satu aktivitas pembelajaran yang utuh.

SMP Angkasa Lanud Pattimura dipilih sebagai mitra kegiatan karena berdasarkan hasil komunikasi awal dengan pihak sekolah, diperlukan penguatan pembelajaran lingkungan melalui kegiatan aplikatif yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam memahami permasalahan pencemaran plastik dan alternatif material ramah lingkungan. Berdasarkan hasil identifikasi awal bersama pihak sekolah, pembelajaran terkait pencemaran plastik masih lebih banyak dilakukan melalui pendekatan konseptual sehingga kesempatan peserta didik untuk memperoleh pengalaman praktik dan menghasilkan produk sederhana masih perlu ditingkatkan. Kondisi tersebut

hanya memperkenalkan konsep bioplastik, tetapi juga memberikan pengalaman kepada siswa dalam mengolah bahan sederhana menjadi produk yang memiliki nilai edukatif. Pemanfaatan pati singkong dipilih karena bahan tersebut mudah diperoleh, ekonomis, serta dapat diolah menggunakan peralatan sederhana sehingga sesuai diterapkan pada kegiatan pembelajaran di sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa kelas VII SMP Angkasa Lanud Pattimura melalui pelatihan pembuatan bioplastik berbahan pati singkong dengan memanfaatkan LKPD berbasis *Project-Based Learning*. Selain memberikan pengalaman praktik mengenai pemanfaatan material alternatif yang lebih berkelanjutan, kegiatan ini juga menghasilkan LKPD sebagai perangkat pembelajaran yang dapat digunakan kembali oleh guru untuk mendukung implementasi pendidikan lingkungan secara berkelanjutan di sekolah.

METODE

Lokasi dan Peserta Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMP Angkasa Lanud Pattimura, Ambon. Sasaran kegiatan adalah siswa kelas VII yang berjumlah 78 orang dengan pendampingan oleh 5 guru. Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama tiga hari dan dirancang secara bertahap agar peserta memperoleh pemahaman konseptual sekaligus pengalaman praktik dalam pembuatan bioplastik berbahan pati singkong. Pembagian tahapan kegiatan dilakukan untuk memastikan setiap proses pembelajaran berlangsung secara sistematis, mulai dari pengukuran pengetahuan awal hingga evaluasi hasil belajar.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi bersama pihak sekolah untuk menentukan jadwal pelaksanaan, jumlah peserta, kebutuhan sarana dan prasarana, serta mekanisme pelaksanaan kegiatan. Selain itu, tim pengabdian melakukan uji coba formulasi bioplastik di laboratorium

guna memastikan seluruh tahapan dapat diterapkan di sekolah. Formulasi yang digunakan terdiri atas 250 mL air, 10 g pati singkong, 5 g gelatin, dan 2 mL gliserol (Silviana et al., 2018). Penggunaan satu formulasi yang sama pada seluruh kelompok bertujuan menjaga keseragaman prosedur sehingga kegiatan difokuskan pada proses pembelajaran, bukan pada perbandingan karakteristik produk akibat variasi komposisi bahan.

Pada tahap yang sama, tim juga menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) sebagai perangkat pembelajaran yang digunakan selama pelatihan. LKPD dirancang mengikuti tahapan pembelajaran berbasis proyek dengan memuat identifikasi permasalahan, tujuan kegiatan, pertanyaan pemantik, alat dan bahan, prosedur kerja, pembagian tugas kelompok, lembar pengamatan, evaluasi produk, serta refleksi pembelajaran (Al-Kamzari & Alias, 2025). Penyusunan LKPD tersebut bertujuan memberikan panduan yang jelas kepada peserta didik sehingga setiap kelompok dapat melaksanakan proyek secara sistematis dan terarah (Simamora & Hajar, 2025).

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan menggunakan model *Project-Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan metode ceramah interaktif, demonstrasi, praktik terbimbing, diskusi kelompok, evaluasi, dan refleksi. Konsep tersebut dipilih untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik menghubungkan konsep pencemaran plastik dengan pengalaman langsung dalam menghasilkan produk bioplastik sederhana. Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan secara bertahap sehingga siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkan prosedur ilmiah melalui aktivitas proyek yang dilakukan secara kolaboratif.

Pada hari pertama, peserta mengerjakan pretest untuk mengidentifikasi pengetahuan awal mengenai pencemaran plastik, bioplastik, pemanfaatan pati singkong, serta perilaku pengurangan sampah plastik. Setelah pretest, tim

pengabdian menyampaikan materi mengenai dampak penggunaan plastik konvensional terhadap lingkungan, konsep dasar bioplastik, potensi pemanfaatan bahan lokal sebagai sumber biopolimer, fungsi masing-masing bahan penyusun bioplastik, serta prosedur pembuatan bioplastik berbasis pati singkong. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif melalui diskusi dan tanya jawab sehingga peserta memperoleh pemahaman awal sebelum melaksanakan praktik.

Hari kedua difokuskan pada demonstrasi dan praktik pembuatan bioplastik. Tim terlebih dahulu memperagakan seluruh tahapan pembuatan bioplastik mulai dari penimbangan bahan, pencampuran, proses pemanasan, hingga pencetakan produk. Selanjutnya peserta dibagi ke dalam 10 kelompok yang masing-masing terdiri atas 5 siswa untuk melaksanakan praktik secara mandiri dengan pendampingan dari tim pengabdian dan juga guru pendamping.

Setiap kelompok menyiapkan formulasi yang sama, yaitu 250 mL air, 10 g pati singkong, 5 g gelatin, dan 2 mL gliserol. Seluruh bahan dicampurkan dalam wadah tahan panas, kemudian dipanaskan sambil diaduk secara terus-menerus hingga campuran mengalami proses gelatinisasi dan membentuk larutan yang homogen. Suhu pemanasan dijaga agar tidak melebihi sekitar 80°C untuk mengurangi risiko kerusakan bahan sekaligus menghasilkan campuran yang sesuai untuk proses pencetakan. Larutan yang telah mengental kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan diratakan sebelum dikeringkan menggunakan dehydrator pada suhu 60°C selama 4 jam.

Pada hari ketiga, kegiatan difokuskan pada evaluasi hasil proyek dan pengenalan karakteristik bioplastik. Bioplastik yang telah dikeringkan dilepaskan dari cetakan, kemudian diamati berdasarkan bentuk, warna, tekstur, tingkat kelenturan, keberadaan retakan, serta kemudahan pelepasan dari cetakan. Produk yang memenuhi kriteria minimum selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat berbagai bentuk kemasan sederhana sesuai kreativitas masing-masing

kelompok. Selain itu, peserta didik mengikuti demonstrasi sederhana dengan membandingkan bioplastik berbasis pati singkong dan plastik konvensional melalui perendaman dalam air mendidih untuk mengamati perbedaan karakteristik kedua material terhadap perlakuan panas serta memahami keunggulan bioplastik sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan. Seluruh rangkaian kegiatan ini merupakan bagian dari implementasi *Project-Based Learning* (PjBL), karena peserta didik tidak hanya menghasilkan produk, tetapi juga mengevaluasi kualitas hasil proyek serta merefleksikan potensi bioplastik sebagai pengganti plastik konvensional dalam mendukung gerakan *Zero Plastic*.

Setelah seluruh kegiatan praktik selesai, peserta mengerjakan posttest menggunakan instrumen yang setara dengan pretest untuk menggambarkan perubahan pengetahuan setelah mengikuti pelatihan. Selanjutnya peserta mengisi angket kepuasan yang mencakup aspek kualitas materi, kejelasan penyampaian, kemudahan penggunaan LKPD, pelaksanaan praktik, pendampingan tim, serta manfaat kegiatan secara keseluruhan. Rangkaian kegiatan diakhiri dengan sesi refleksi bersama guru dan peserta didik untuk mengidentifikasi pengalaman belajar, kendala selama pelaksanaan proyek, serta peluang penerapan kembali kegiatan serupa dalam pembelajaran IPA di sekolah.

Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan dalam kegiatan ini meliputi skor pretest dan posttest, respons peserta melalui angket, serta hasil observasi dan refleksi sebagai data pendukung pelaksanaan kegiatan. Instrumen pretest dan posttest terdiri atas 20 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan tujuan pelatihan dan tahapan *Project-Based Learning* (PjBL). Sebelum digunakan, instrumen divalidasi melalui validitas isi (content validity) oleh tiga validator yang terdiri atas dua dosen dan satu guru IPA. Masukan dari para validator digunakan untuk menyempurnakan kesesuaian materi, konstruksi soal, dan kejelasan bahasa sebelum instrumen diterapkan dalam kegiatan. Skor pretest dan

posttest digunakan untuk menggambarkan perubahan pengetahuan peserta sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan. Sementara itu, hasil observasi dan refleksi dimanfaatkan sebagai data pendukung dalam mendeskripsikan proses pelaksanaan kegiatan. Produk bioplastik diamati secara kualitatif berdasarkan karakteristik fisiknya tanpa dilakukan pengujian mekanik maupun karakterisasi laboratorium.

Peningkatan pengetahuan peserta dianalisis secara deskriptif menggunakan *normalized gain* (N-gain) berdasarkan skor pretest dan posttest setiap peserta. Nilai N-gain dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada Hake (1998), sementara penggunaannya sebagai ukuran peningkatan hasil belajar telah dibahas dan dikaji lebih lanjut oleh (Triyono et al., 2024) dan diinterpretasikan ke dalam kategori rendah ($g < 0,30$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan tinggi ($g \geq 0,70$). Analisis ini bertujuan menggambarkan besarnya peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti kegiatan pelatihan dan tidak dimaksudkan untuk menguji pengaruh secara statistik karena kegiatan pengabdian tidak menggunakan kelompok kontrol maupun rancangan eksperimen.

Angket respons terdiri atas 15 pernyataan menggunakan skala Likert 4 tingkat yang mencakup aspek LKPD, pelaksanaan pelatihan, dan manfaat kegiatan. Angket respons juga divalidasi oleh validator yang sama untuk memastikan kesesuaian setiap butir pernyataan dengan aspek evaluasi kegiatan, kejelasan bahasa, dan kemudahan dipahami oleh peserta. Data angket respons peserta dianalisis secara deskriptif menggunakan indeks persentase yang diperoleh dari perbandingan antara skor yang diperoleh dengan skor maksimum, kemudian dikalikan 100%. Hasil analisis disajikan dalam bentuk persentase untuk menggambarkan tingkat penerimaan peserta terhadap program, sedangkan interpretasi kategori kurang (0–40%), cukup (41–60%), baik (61–80%), dan sangat baik (81–100%) mengacu pada kriteria yang telah digunakan pada penelitian-penelitian pengembangan dan evaluasi berbasis skala Likert (Prihatiningtyas et al., 2025). Pendekatan tersebut digunakan agar

evaluasi keberhasilan kegiatan tidak hanya didasarkan pada peningkatan pengetahuan, tetapi juga mempertimbangkan respons peserta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Pelatihan Pembuatan Bioplastik

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat diikuti oleh 78 siswa kelas VII SMP Angkasa Lanud Pattimura dengan pendampingan 5 guru. Secara umum, seluruh rangkaian kegiatan dapat dilaksanakan sesuai jadwal yang telah disepakati bersama pihak sekolah, mulai dari penyampaian materi, praktik pembuatan bioplastik, evaluasi produk, hingga refleksi pembelajaran. Kelancaran pelaksanaan kegiatan didukung oleh koordinasi yang baik antara tim pelaksana dan pihak sekolah sehingga setiap tahapan dapat berlangsung sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pelatihan berbasis proyek dapat diimplementasikan pada lingkungan sekolah.

Tahap awal kegiatan difokuskan pada pemberian materi mengenai permasalahan sampah plastik, konsep dasar bioplastik, potensi pemanfaatan pati singkong sebagai sumber biopolimer, serta fungsi masing-masing bahan yang digunakan dalam formulasi bioplastik. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif melalui diskusi sehingga peserta tidak hanya menerima informasi, tetapi juga diberi kesempatan mengaitkan materi dengan kondisi lingkungan di sekitar mereka. Pendekatan tersebut penting karena pembelajaran lingkungan akan lebih bermakna apabila peserta didik memahami hubungan antara konsep ilmiah dengan permasalahan nyata yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Kumala et al., 2023). Selain membangun pengetahuan awal, kegiatan diskusi juga menjadi landasan bagi peserta untuk memahami alasan ilmiah di balik setiap tahapan praktik yang akan dilakukan. Pelaksanaan penyampaian materi pada tahap awal kegiatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyampaian materi mengenai bioplastik kepada peserta pelatihan

Antusiasme peserta terlihat dari keterlibatan aktif selama proses diskusi, keberanian mengemukakan pendapat, serta kemampuan mengidentifikasi berbagai jenis plastik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa peserta mulai menghubungkan pengalaman sehari-hari dengan konsep pencemaran lingkungan yang dipelajari selama kegiatan. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik Project-Based Learning yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang kontekstual (Thanyaphongphat et al., 2023). Dengan demikian, tahap penyampaian materi tidak hanya berfungsi sebagai transfer informasi, tetapi juga sebagai proses membangun kesiapan peserta sebelum memasuki tahap praktik.

Praktik Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Singkong

Tahap praktik merupakan inti kegiatan karena memberikan kesempatan kepada peserta untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari melalui pengalaman langsung (gambar 2). Peserta bekerja secara berkelompok untuk menimbang bahan, mencampurkan larutan, melakukan pemanasan, mengaduk campuran hingga homogen, kemudian menuangkannya ke dalam cetakan sesuai prosedur yang terdapat pada LKPD. Seluruh kelompok menggunakan formulasi yang sama sehingga perbedaan karakteristik produk lebih dipengaruhi oleh ketelitian dalam mengikuti prosedur dibandingkan variasi komposisi bahan. Pendekatan tersebut dipilih agar kegiatan tetap berorientasi pada penguasaan

konsep dan keterampilan dasar, bukan pada optimasi formulasi bioplastik.

Pati singkong berfungsi sebagai matriks utama pembentuk bioplastik karena memiliki kemampuan membentuk struktur polimer setelah mengalami proses gelatinisasi selama pemanasan (Silveira et al., 2025). Penambahan gliserol sebagai plasticizer bertujuan meningkatkan fleksibilitas produk dengan mengurangi interaksi antarrantai polimer, sedangkan gelatin berperan memperkuat pembentukan film melalui interaksi dengan matriks pati (Anitha et al., 2024; Sobeih et al., 2025). Kombinasi ketiga bahan tersebut memungkinkan terbentuknya lapisan bioplastik sederhana yang sesuai digunakan sebagai media pembelajaran. Oleh karena itu, peserta juga diberikan penjelasan mengenai fungsi masing-masing bahan agar memahami bahwa setiap komponen memiliki kontribusi terhadap karakteristik produk yang dihasilkan.



Gambar 2. Pendampingan pembuatan bioplastik pati singkong

Selama proses pemanasan, peserta diarahkan untuk menjaga suhu tidak melebihi sekitar 80°C sambil terus mengaduk campuran hingga terbentuk larutan yang homogen. Pengadukan yang dilakukan secara kontinu bertujuan mencegah terbentuknya gumpalan sekaligus menghasilkan distribusi panas yang lebih merata. Tahapan tersebut menjadi salah satu bagian penting dalam proses pembuatan bioplastik karena homogenitas campuran sangat memengaruhi kualitas film yang dihasilkan (Negrete-Bolagay & Guerrero, 2024). Dengan demikian, praktik tidak

hanya mengajarkan keterampilan teknis, tetapi juga memperkenalkan peserta pada pentingnya pengendalian proses dalam pembuatan suatu produk berbasis biopolimer.

Selama pelaksanaan praktik masih ditemukan beberapa kendala, seperti campuran yang mulai menggumpal, ketebalan cetakan yang belum seragam, maupun kesulitan peserta dalam menjaga kestabilan suhu selama pemanasan. Kendala tersebut segera diatasi melalui pendampingan langsung oleh tim pelaksana dengan memberikan demonstrasi ulang, memperbaiki teknik pengadukan, serta membantu peserta memperoleh ketebalan campuran yang lebih merata sebelum proses pengeringan. Pendampingan tersebut memungkinkan seluruh kelompok menyelesaikan tahapan praktik sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan pembelajaran berbasis proyek tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat pembelajaran, tetapi juga oleh intensitas pendampingan selama proses pelaksanaan.



Gambar 3. Proses pemanasan dan pengadukan bioplastik

Selain menghasilkan produk, kegiatan praktik juga mendorong berkembangnya keterampilan kolaborasi antaranggota kelompok. Setiap peserta memperoleh kesempatan untuk membagi

tugas, berdiskusi, menyelesaikan permasalahan yang muncul selama praktik, serta bertanggung jawab terhadap hasil kerja kelompok. Karakteristik tersebut sejalan dengan tujuan PjBL yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam menyelesaikan suatu proyek secara kolaboratif (Marlina et al., 2025). Namun demikian, pelaksanaan proyek tetap memerlukan arahan yang sistematis agar seluruh anggota kelompok memahami perannya masing-masing dan mampu menyelesaikan setiap tahapan.

Karakteristik Produk Bioplastik

Setelah proses pengeringan menggunakan dehidrator selama 4 jam dan pendiaman selama 1 malam, seluruh produk dilepaskan dari cetakan dan diamati berdasarkan bentuk, warna, tekstur, tingkat kelenturan, keberadaan retakan, serta kemudahan pelepasan dari cetakan. Pengamatan dilakukan secara visual sebagai bagian dari evaluasi pembelajaran sehingga tidak mencakup pengujian mekanik maupun karakterisasi laboratorium. Pendekatan tersebut sesuai dengan tujuan kegiatan yang berorientasi pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan dasar peserta didik dalam pembuatan bioplastik. Oleh karena itu, hasil pengamatan lebih diarahkan pada kemampuan peserta memahami hubungan antara prosedur kerja dengan kualitas produk yang dihasilkan.

Setiap kelompok berhasil menghasilkan lembaran bioplastik yang dapat dilepaskan dari cetakan dengan baik. Secara umum, bioplastik yang dihasilkan memiliki penampilan bening hingga transparan, permukaan yang halus dan menyerupai lembaran plastik tipis, serta tingkat kelenturan yang baik sehingga dapat dilipat tanpa mengalami keretakan atau patah. Meskipun demikian, beberapa produk masih menunjukkan ketidakrataan permukaan, retakan halus, maupun ketebalan yang belum seragam. Variasi karakteristik tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan teknik pengadukan, ketebalan larutan saat proses pencetakan, serta kondisi pengeringan pada masing-masing kelompok. Temuan ini sejalan dengan Negrete-Bolagay & Guerrero, (2024)

serta Sobeih et al. (2025) yang melaporkan bahwa sifat fisik bioplastik berbasis pati sangat dipengaruhi oleh homogenitas campuran, komposisi bahan, konsentrasi plasticizer, suhu pemanasan, dan lama proses pengeringan.

Perbedaan karakteristik produk juga memberikan pengalaman belajar yang penting bagi peserta didik karena mereka dapat mengamati secara langsung bagaimana perubahan prosedur memengaruhi hasil akhir. Melalui diskusi kelompok, peserta diajak mengevaluasi faktor-faktor yang menyebabkan variasi kualitas produk sehingga proses pembelajaran tidak berhenti pada tahap menghasilkan bioplastik semata. Aktivitas evaluasi tersebut memperkuat keterampilan berpikir ilmiah karena peserta belajar menghubungkan hasil pengamatan dengan prosedur yang telah dilakukan. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya menghasilkan produk, tetapi juga membangun kemampuan reflektif terhadap proses ilmiah yang telah dilaksanakan.



Gambar 4. Hasil pembuatan bioplastik berbasis pati singkong dan contoh pemanfaatannya sebagai kemasan sederhana

Produk bioplastik yang telah terbentuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat berbagai bentuk kemasan sederhana sesuai kreativitas

masing-masing kelompok. Tahapan ini menjadi bagian akhir proyek yang memungkinkan peserta mengintegrasikan konsep sains dengan kreativitas dalam menghasilkan produk yang memiliki nilai edukatif. Dalam konteks PjBL, keberadaan produk akhir merupakan bukti ketercapaian proses pembelajaran sekaligus sarana untuk melakukan evaluasi terhadap keseluruhan rangkaian kegiatan (McLaughlin, 2026). Oleh karena itu, pengembangan produk menjadi kemasan sederhana tidak hanya meningkatkan motivasi peserta, tetapi juga memperkuat pengalaman belajar yang diperoleh selama pelatihan.

Gambar 5 memperlihatkan hasil akhir bioplastik berbasis pati singkong yang berhasil dibuat oleh peserta beserta contoh pemanfaatannya sebagai kemasan sederhana. Secara umum, produk yang dihasilkan telah membentuk lembaran bioplastik yang utuh, cukup fleksibel, dan dapat diaplikasikan menjadi berbagai bentuk kemasan sesuai kreativitas masing-masing kelompok. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta tidak hanya mampu mengikuti prosedur pembuatan bioplastik dengan baik, tetapi juga mengaplikasikan produk yang dihasilkan ke dalam bentuk yang lebih fungsional. Kegiatan ini menjadi indikator ketercapaian tujuan pelatihan, yaitu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan peserta dalam mengolah bahan lokal menjadi produk ramah lingkungan yang memiliki potensi sebagai alternatif pengganti plastik konvensional.

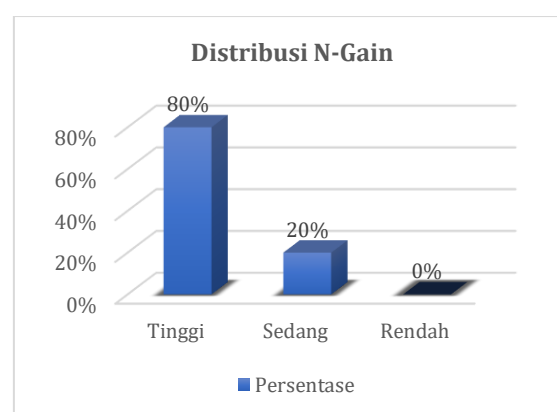
Peningkatan Pengetahuan Peserta

Efektivitas pelaksanaan pelatihan dievaluasi melalui perbandingan skor pretest dan posttest yang diberikan sebelum dan setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai. Evaluasi ini bertujuan untuk menggambarkan perubahan tingkat pengetahuan peserta mengenai pencemaran plastik, konsep dasar bioplastik, fungsi bahan penyusun, serta prosedur pembuatan bioplastik berbasis pati singkong. Ringkasan hasil pengukuran pengetahuan peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pretest, posttest, dan N-gain

Komponen	Hasil
Jumlah peserta	78
Rata-rata pretest	33,4
Rata-rata posttest	86,5
Selisih rata-rata	53,1
Rata-rata N-gain	0,801
Kategori N-gain	Tinggi

Berdasarkan hasil pretest dan posttest, rata-rata skor peserta meningkat dari 33,4 menjadi 86,5 dengan rata-rata peningkatan sebesar 53,1 poin. Analisis menggunakan *normalized gain* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,801 yang termasuk dalam kategori tinggi menurut Hake (1998). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan bioplastik berbasis pati singkong mampu meningkatkan pengetahuan peserta secara substansial. Peningkatan tersebut diduga dipengaruhi oleh kombinasi penyampaian materi, praktik langsung, diskusi kelompok, serta evaluasi hasil proyek yang memungkinkan peserta membangun pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang autentik. Untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai tingkat peningkatan pengetahuan setiap peserta, distribusi kategori *normalized gain* (N-gain) disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Distribusi kategori *normalized gain* (N-gain) pengetahuan siswa tentang bioplastik

Berdasarkan Gambar 6, sebanyak 63 peserta (80%) memperoleh kategori N-gain tinggi, sedangkan 15 peserta (20%) berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat

peserta yang termasuk dalam kategori rendah. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mengalami peningkatan pengetahuan pada kategori tinggi setelah mengikuti pelatihan. Hasil ini mengindikasikan bahwa pelatihan tidak hanya meningkatkan rata-rata pengetahuan peserta, tetapi juga memberikan dampak positif yang relatif merata pada sebagian besar peserta.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari 33,4 pada pengukuran awal menjadi 86,5 setelah mengikuti pelatihan, dengan rata-rata peningkatan sebesar 53,1 poin. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, praktik terbimbing, serta penggunaan LKPD berbasis *Project-Based Learning* mampu membantu peserta memahami konsep yang dipelajari secara lebih baik. Walaupun peningkatan skor tidak secara langsung menunjukkan hubungan sebab-akibat, perubahan tersebut memberikan gambaran bahwa proses pembelajaran berlangsung secara efektif dalam mendukung pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan. Temuan ini juga memperlihatkan bahwa pengalaman belajar berbasis praktik memberikan kontribusi positif terhadap penguasaan konsep dibandingkan apabila peserta hanya memperoleh penjelasan secara teoritis. Keterlibatan peserta dalam setiap tahapan kegiatan memungkinkan terjadinya proses belajar yang lebih aktif sehingga pengetahuan tidak hanya diperoleh melalui penerimaan informasi, tetapi juga melalui pengalaman langsung selama pelaksanaan proyek.

Besarnya peningkatan pengetahuan selanjutnya dianalisis menggunakan *normalized gain* (N-gain). Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,801, yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai tersebut digunakan sebagai indikator deskriptif untuk menggambarkan tingkat peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti pelatihan dan tidak dimaksudkan sebagai dasar penarikan kesimpulan mengenai pengaruh yang signifikan secara statistik. Hal ini disebabkan kegiatan pengabdian tidak menggunakan kelompok kontrol maupun rancangan eksperimen

sehingga interpretasi hasil lebih diarahkan pada perubahan yang terjadi selama pelaksanaan program. Dengan demikian, nilai *N-gain* pada kegiatan ini memberikan gambaran mengenai besarnya peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti pelatihan.

Peningkatan skor *posttest* dibandingkan *pretest* menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan konsep-konsep ilmiah dengan aktivitas yang dilakukan secara langsung. Selama kegiatan, peserta tidak hanya menerima informasi mengenai pencemaran plastik dan bioplastik, tetapi juga mengamati perubahan sifat bahan, mengikuti prosedur pembuatan, mengevaluasi produk, serta mendiskusikan faktor-faktor yang memengaruhi kualitas bioplastik. Pengalaman tersebut memungkinkan peserta membangun pemahaman melalui proses observasi, eksplorasi, dan refleksi sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih bermakna. Selain meningkatkan aspek kognitif, kegiatan tersebut juga melatih kemampuan peserta dalam mengidentifikasi hubungan antara prosedur kerja, karakteristik produk yang dihasilkan, dan prinsip-prinsip ilmiah yang mendasarinya. Temuan ini sejalan dengan Ortega-Lasuen et al. (2023) yang menyatakan bahwa pendidikan lingkungan berbasis pengalaman mampu meningkatkan pengetahuan peserta karena proses pembelajaran melibatkan interaksi langsung dengan objek maupun fenomena yang dipelajari.

Hasil penelitian ini juga memperkuat temuan sebelumnya bahwa pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam mengintegrasikan pengetahuan konseptual dengan keterampilan proses sains. Selama pelaksanaan proyek, peserta didik dituntut untuk bekerja sama, membagi tugas, menyelesaikan permasalahan yang muncul, serta menghasilkan produk sebagai luaran pembelajaran. Keterlibatan aktif tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif dibandingkan pembelajaran yang hanya berpusat pada penyampaian materi di kelas. Melalui proses tersebut,

peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan mengenai konsep bioplastik, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi selama menyelesaikan proyek. Penelitian Ayerbe-López & Perales-Palacios, (2023) menunjukkan bahwa *Project-Based Learning* mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran lingkungan, sedangkan Pérez Torres et al. (2023) melaporkan bahwa penerapan STEAM-PjBL berkontribusi terhadap peningkatan literasi lingkungan pada aspek pengetahuan, keterampilan, sikap, dan perilaku.

Temuan yang diperoleh juga konsisten dengan berbagai kegiatan pengabdian yang memanfaatkan praktik pembuatan bioplastik sebagai media pembelajaran lingkungan. Kumala et al. (2023) melaporkan bahwa pelatihan dan praktik pembuatan bioplastik mampu meningkatkan pemahaman peserta mengenai konsep biologi sekaligus memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan melalui keterlibatan langsung dalam proses pembuatan produk. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga mampu membangun kesadaran peserta mengenai pentingnya pemanfaatan bahan ramah lingkungan sebagai alternatif pengganti plastik konvensional (Salmawati et al., 2024). Dengan demikian, praktik pembuatan bioplastik berpotensi menjadi strategi pembelajaran lingkungan yang kontekstual, aplikatif, dan mudah diterapkan pada jenjang pendidikan menengah.

Distribusi nilai *N-gain* menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan tidak hanya tercermin pada nilai rata-rata, tetapi juga dialami oleh sebagian besar peserta. Sebanyak 63 peserta (80%) memperoleh kategori *N-gain* tinggi, sedangkan 15 peserta (20%) berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat peserta yang termasuk kategori rendah. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan pelatihan memberikan dampak yang relatif merata terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Variasi hasil yang masih dijumpai pada

sebagian kecil peserta merupakan hal yang wajar karena dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan awal, tingkat partisipasi selama kegiatan, serta kecepatan masing-masing peserta dalam memahami materi dan mengikuti setiap tahapan proyek. Oleh karena itu, pelaksanaan kegiatan serupa pada masa mendatang dapat dioptimalkan melalui penambahan contoh yang lebih kontekstual, demonstrasi yang lebih rinci, pendampingan pada kelompok yang mengalami kesulitan, serta pemberian sesi refleksi yang lebih mendalam sehingga seluruh peserta memiliki kesempatan yang sama untuk mencapai peningkatan pengetahuan secara optimal.

Respons Peserta terhadap Pelaksanaan Pelatihan

Selain mengevaluasi peningkatan pengetahuan, kegiatan ini juga menilai respons peserta terhadap pelaksanaan pelatihan melalui angket yang diberikan setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai (tabel 2). Angket tersebut mencakup tiga aspek, yaitu respons terhadap LKPD (meliputi kemudahan memahami materi, kejelasan petunjuk, tampilan, ilustrasi, dan kemudahan penggunaan LKPD), pelaksanaan pelatihan (meliputi kejelasan penyampaian materi, demonstrasi, ketersediaan alat dan bahan, kesempatan praktik, serta pendampingan selama kegiatan), dan persepsi manfaat (meliputi peningkatan pengetahuan, kepedulian terhadap pengurangan sampah plastik, keterampilan membuat bioplastik, motivasi menggunakan bahan ramah lingkungan, serta kepuasan terhadap pelatihan). Evaluasi respons dilakukan untuk memperoleh gambaran tingkat penerimaan peserta terhadap pelaksanaan program.

Tabel 2. Respons peserta terhadap pelaksanaan pelatihan

Aspek	%	Kategori
LKPD	93,2	Sangat Baik
Pelatihan	94,2	Sangat Baik
Manfaat	94,9	Sangat Baik
Rata-rata	94,1	Sangat Baik

Hasil angket menunjukkan bahwa peserta memberikan respons yang sangat baik terhadap seluruh aspek yang dievaluasi, dengan rata-rata persentase sebesar 94,1%. Respons positif tersebut menunjukkan bahwa materi yang disampaikan, aktivitas praktik, penggunaan LKPD, serta pendampingan selama kegiatan diterima dengan baik oleh peserta. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang diterapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif dan kontekstual melalui keterlibatan langsung peserta dalam setiap tahapan kegiatan. Bersama dengan hasil peningkatan skor *pretest-posttest*, respons tersebut memberikan gambaran bahwa pelatihan tidak hanya mendukung peningkatan pemahaman peserta, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang dinilai menarik dan bermanfaat.

Tingginya respons positif peserta diduga berkaitan dengan karakteristik pembelajaran berbasis proyek yang memungkinkan siswa berpartisipasi secara langsung dalam setiap tahapan kegiatan. Kesempatan untuk menghasilkan produk, berdiskusi dalam kelompok, mengevaluasi hasil kerja, serta mengamati secara langsung karakteristik bioplastik yang dihasilkan mampu meningkatkan keterlibatan peserta selama proses pembelajaran. Temuan tersebut sejalan dengan Kumala et al. (2023) yang melaporkan bahwa pelatihan pembuatan bioplastik memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus membantu peserta memahami konsep lingkungan secara lebih konkret. Selain itu, Ayerbe-López & Perales-Palacios, (2023) menjelaskan bahwa *Project-Based Learning* cenderung meningkatkan keterlibatan peserta didik karena aktivitas belajar berorientasi pada penyelesaian masalah nyata dan menghasilkan produk yang dapat diamati secara langsung.

Meskipun demikian, hasil angket respons peserta tidak digunakan sebagai satu-satunya indikator keberhasilan program. Respons yang tinggi belum tentu sepenuhnya mencerminkan peningkatan kompetensi peserta karena jawaban dapat dipengaruhi oleh persepsi dan pengalaman selama pelaksanaan kegiatan. Oleh sebab itu,

evaluasi keberhasilan pelatihan dilakukan dengan mempertimbangkan secara bersama-sama hasil *pretest-posttest*, capaian N-gain, kualitas produk bioplastik yang dihasilkan, hasil observasi selama kegiatan, serta refleksi peserta. Pendekatan tersebut memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak pelaksanaan program terhadap proses maupun hasil belajar peserta.

Keberlanjutan Program melalui LKPD Berbasis *Project-Based Learning*

Keberlanjutan program merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat agar manfaat yang diperoleh tidak berhenti setelah pelatihan selesai dilaksanakan. Dalam kegiatan ini, keberlanjutan diwujudkan melalui penyerahan LKPD berbasis *Project-Based Learning* kepada pihak sekolah sebagai perangkat pembelajaran yang dapat digunakan kembali oleh guru. LKPD tersebut dirancang tidak hanya sebagai panduan praktikum, tetapi juga sebagai perangkat yang mengintegrasikan identifikasi masalah, prosedur kerja, pengamatan, evaluasi produk, serta refleksi pembelajaran dalam satu kesatuan aktivitas. Dengan demikian, sekolah memiliki panduan yang dapat dimanfaatkan untuk melaksanakan kegiatan serupa secara mandiri.

Penggunaan LKPD memberikan fleksibilitas bagi guru untuk mengintegrasikan proyek pembuatan bioplastik ke dalam pembelajaran IPA, kegiatan Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5), maupun program lingkungan sekolah. Struktur LKPD yang sistematis membantu guru mempertahankan urutan pembelajaran mulai dari identifikasi permasalahan hingga evaluasi hasil proyek sehingga pelaksanaan kegiatan menjadi lebih terarah. Kondisi tersebut sejalan dengan (Zaenab et al., 2025) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berbasis proyek berperan penting dalam mendukung pembelajaran kontekstual sekaligus mengembangkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, (Susanti et al., 2020) menegaskan bahwa keberhasilan

implementasi PjBL sangat dipengaruhi oleh kejelasan tahapan pembelajaran yang digunakan selama pelaksanaan proyek.

Sebagai tindak lanjut, sekolah dapat mengembangkan berbagai variasi proyek menggunakan formulasi dasar yang telah diperkenalkan pada kegiatan ini. Misalnya, peserta didik dapat membandingkan ketebalan bioplastik, mengevaluasi pengaruh bentuk cetakan terhadap karakteristik produk, mengamati perubahan fisik bioplastik selama penyimpanan, atau mengembangkan desain kemasan yang lebih kreatif sesuai kebutuhan pembelajaran. Akan tetapi, perlu ditegaskan bahwa produk yang dihasilkan dalam kegiatan ini merupakan prototipe edukatif sehingga tidak dimaksudkan sebagai kemasan pangan maupun produk siap pakai. Pengembangan bioplastik untuk aplikasi yang lebih luas tetap memerlukan pengujian terhadap sifat mekanik, keamanan, biodegradabilitas, serta karakteristik lainnya sesuai standar yang berlaku (Dirpan et al., 2023). Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya menghasilkan prototipe bioplastik sebagai media pembelajaran, tetapi juga menjadi sarana untuk menumbuhkan kesadaran dan membangun budaya penggunaan material yang lebih ramah lingkungan sejak jenjang SMP sebagai salah satu bentuk dukungan terhadap implementasi Gerakan *Zero Plastic* di Kota Ambon.

KESIMPULAN

egiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan pembuatan bioplastik berbasis pati singkong menggunakan LKPD berbasis *Project-Based Learning* berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa kelas VII SMP Angkasa Lanud Pattimura mengenai material ramah lingkungan. Peningkatan tersebut ditunjukkan melalui kenaikan skor rata-rata pretest dari 33,4 menjadi 86,5 dengan nilai N-gain sebesar 0,801 yang termasuk kategori tinggi, serta respons positif peserta sebesar 94,1%. Kegiatan ini juga menghasilkan produk bioplastik sederhana dan perangkat pembelajaran berbasis proyek yang dapat dimanfaatkan sebagai media pendidikan lingkungan di sekolah. Dengan demikian, pelatihan

berbasis proyek pembuatan bioplastik dapat menjadi salah satu pendekatan edukatif untuk mendukung peningkatan kesadaran lingkungan dan implementasi Gerakan *Zero Plastic* di Kota Ambon.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: Theoretical foundations, design principles, and implementation strategies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 286.
- Ancy, A., Lazar, M., Saritha Chandran, A., & Ushamani, M. (2024). Development of ecofriendly and sustainable bioplastics from cassava starch: Tailoring the properties using nanoparticles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 37, 101377.
- Anitha, R., Jayakumar, K., Samuel, G. V., Joice, M. E., Sneha, M., & Seeli, D. S. (2024). Synthesis and Characterization of Starch-Based Bioplastics: A Promising Alternative for a Sustainable Future. *The International Conference on Processing and Performance of Materials (ICPPM 2023)*, 30.
- Ayerbe-López, J., & Perales-Palacios, F. J. (2023). Evaluating a Secondary Education Urban Ecology Project within the Framework of a Problem-Based Learning Methodology. *Education Sciences*, 13(9), 915.
- Dirpan, A., Ainani, A. F., & Djalal, M. (2023). A Review on Biopolymer-Based Biodegradable Film for Food Packaging: Trends over the Last Decade and Future Research. *Polymers*, 15(13), 2781.
- Garavito, J., Peña-Venegas, C. P., & Castellanos, D. A. (2024). Production of Starch-Based Flexible Food Packaging in Developing Countries: Analysis of the Processes, Challenges, and Requirements. *Foods*, 13(24), 4096.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-

- thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Joris, S. N., Sohilaht, H. J., Male, Y. T., Maahury, M. F., Pada, S. S., & Sri, D. (2024). Pengembangan Metode Pembelajaran Kimia Kreatif sebagai Sarana Pengabdian di SMK Negeri 8 Ambon. *Innovation for Community Service Journal*, 2(2), 94–100. <https://doi.org/10.30598/icsj.v2i2.15613>
- Kumala, D., Genisa, M. U., Sw Sumah, A., & Ismail, G. (2023). Pelatihan Pembuatan Bioplastik Pandan (*Pandanus amarylifollius*) sebagai Media Ramah Lingkungan dalam Memahami Konsep Biologi Bagi Siswa SMA Negeri 1 Indralaya Selatan Ogan Ilir Sumatera Selatan. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(2), 488–495.
- Marlina, R., Miaz, Y., F, F., & Ardipal. (2025). The Influence of Project Based Learning LKPD in Improving 21st Century Skills for Class V Elementary School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 634–641.
- Matheus, J. R. V., De Farias, P. M., Satoriva, J. M., De Andrade, C. J., & Fai, A. E. C. (2023). Cassava starch films for food packaging: Trends over the last decade and future research. *International Journal of Biological Macromolecules*, 225, 658–672.
- McLaughlin, J. (2026). Advancing Experiential Education: Investigating the Impact of Project-Based Learning on Critical Thinking, Problem-Solving, and Knowledge Retention. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 14(05), 4615–4624.
- Nair, S. S., Trafiałek, J., & Kolanowski, W. (2023). Edible Packaging: A Technological Update for the Sustainable Future of the Food Industry. *Applied Sciences*, 13(14), 8234.
- Negrete-Bolagay, D., & Guerrero, V. H. (2024). Opportunities and Challenges in the Application of Bioplastics: Perspectives from Formulation, Processing, and Performance. *Polymers*, 16(18), 2561.
- Ortega-Lasuen, U., Pedrera, O., Telletxea, E., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2023). Secondary Students' Knowledge on Birds and Attitudes towards Conservation: Evaluation of an Environmental Education Program. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(10), 5769.
- Otálora González, C. M., Alvarez Castillo, E., Flores, S., Gerschenson, L. N., & Bengoechea, C. (2023). Effect of plasticizer composition on the properties of injection molded cassava starch-based bioplastics. *Food Packaging and Shelf Life*, 40, 101218.
- Pérez Torres, M., Couso Lagarón, D., & Marquez Bargalló, C. (2023). Evaluation of STEAM Project-Based Learning (STEAM PBL) Instructional Designs from the STEM Practices Perspective. *Education Sciences*, 14(1), 53.
- Pooja, N., Chakraborty, I., Rahman, Md. H., & Mazumder, N. (2023). An insight on sources and biodegradation of bioplastics: A review. *3 Biotech*, 13(7), 220.
- Prihatiningtyas, S., Shofiyah, N., Yunus, S. R., Ma'arif, I. B., & Putra, I. A. (2025). Enhancing science literacy through flipbook-based STEM Qur'an e-modules: A case study in Islamic boarding schools. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 841.
- Salmawati, M., Rosmawaty, R., Sohilaht, M. R., Gaspersz, N., Hasanela, N., Pattiasina, P. M., & Sri, D. (2024). Peningkatan Pemahaman Konsep Kimia Siswa SMA Negeri 5 Ambon melalui Eksperimen Kimia Sederhana. *Innovation for Community Service Journal*, 2(2), 101–105.
- Setyowati, E., Agustin, H. Y., & Indana, S. (2026). Biology teachers' professional transformation through research-based teaching material

- development: Building understanding, self-confidence, and teaching motivation. *Acta Psychologica*, 266, 106946.
- Silveira, Y. D. O., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2025). Cassava Waste Starch as a Source of Bioplastics: Development of a Polymeric Film with Antimicrobial Properties. *Foods*, 14(1), 113.
- Silviana, S., Brandon, P. B., & Silawanda, B. A. (2018). Preparation of Cassava Bagasse Starch-Based Biodegradable Film Reinforced with Chicken Feet Gelatin, Citric Acid as Crosslinker, and Glycerol as Plasticizer. *Indonesian Journal of Chemistry*, 18(4), 688.
- Simamora, J. B., & Hajar, I. (2025). The Practicality of Electronic Student Worksheets (E-LKPD) Based on Project-Based Learning for Biotechnology Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 42(2), 304–309.
- Sobeih, M. O., Sawalha, S., Hamed, R., Ali, F., & Kim, M. P. (2025). Starch-Derived Bioplastics: Pioneering Sustainable Solutions for Industrial Use. *Materials*, 18(8), 1762.
- Susanti, D., Fitriani, V., & Sari, L. Y. (2020). Validity of module based on project based learning in media biology subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042012.
- Tan, S. X., Andriyana, A., Ong, H. C., Lim, S., Pang, Y. L., & Ngoh, G. C. (2022). A Comprehensive Review on the Emerging Roles of Nanofillers and Plasticizers towards Sustainable Starch-Based Bioplastic Fabrication. *Polymers*, 14(4), 664.
- Thanyaphongphat, J., Tapingkae, P., Daungcharone, K., & Thongkoo, K. (2023). Exploring the Relationship between 21st Century Skills and Motivation: A Study Using Contextual Inquiry Project-based Learning. *International Conference on Computers in Education*.
- Triyono, A., Nuary, R. H., Permatasari, N., Yuni, Y., & Wibowo, T. (2024). The Level of Effectiveness of TPS and Conventional Methods Judging from Students' Geometry Learning Results Using the N-Gain Test. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 10(1), 125.
- Wibowo, N. A., Sumarmi, S., Utaya, S., Bachri, S., & Kodama, Y. (2023). Students' Environmental Care Attitude: A Study at Adiwiyata Public High School Based on the New Ecological Paradigm (NEP). *Sustainability*, 15(11), 8651.
- Yang, H., Zhang, Q., & Shen, M. (2024). The Practice and Research of Junior High School Information Technology Project-Based Learning Based on STEM Education Concept. *International Journal of Technology in Education and Science*, 8(1), 63–74.
- Zaenab, S., Chamisijatin, L., Sukarsono, S., & Fatmawati, D. (2025). Integrating project-based and experiential learning for lower secondary competencies: A mixed-methods study. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 5(2), 907–921.