



Pelatihan Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba untuk Mendukung Pengetahuan dan Persepsi Siswa terhadap Pertanian Berkelanjutan di SMA Negeri 1 Sitiotio, Kabupaten Samosir

Bioecoenzim and Lacuba Fertilizer Training to Enhance Students' Knowledge and Perceptions of Sustainable Agriculture at SMA Negeri 1 Sitiotio, Samosir Regency

Fajar Adinugraha^{1*}, Rivaldi Sitinjak², Sunarto³, Marina Silalahi⁴, Riska Septia Wahyuningtyas⁵, Erni Murniarti⁶, Adisti Ratnapuri⁷, Wahyu Agustianto⁸

^{1,2,3,4,5,7,8} Program Studi Sarjana Pendidikan Biologi, FKIP-Universitas Kristen Indonesia, Jakarta, Indonesia

⁶ Program Magister Administrasi Pendidikan, Pascasarjana-Universitas Kristen Indonesia, Jakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: fajar.adinugraha@uki.ac.id¹

Article History:

Menerima: Agustus 02, 2024

Direvisi: Agustus 16, 2025

Diterima: Agustus 29, 2025

Terbit: Agustus 30, 2025

Keywords: Bioecoenzim; Knowledge; Lacuba Fertilizer; Perception; SMA Negeri 1 Sitiotio.

Abstract: Agriculture in Samosir Regency has great potential but still faces land degradation, dependence on chemical fertilizers, and low utilization of organic waste. The younger generation's knowledge of sustainable agriculture remains limited, accompanied by negative perceptions of the sector, while practice-based studies at the high school level are rare. Therefore, this study aims to implement bioecoenzim and Lacuba fertilizer training and examine students' knowledge and perceptions of these activities. The research was conducted at SMA Negeri 1 Sitiotio, involving 41 eleventh-grade students using a one-shot case study design. Data were collected through observation, documentation, questionnaires, and knowledge tests. The results showed that the training ran effectively, as evidenced by active student participation. Students' perceptions were in the very positive category, with an average score of 87.97, while their knowledge was in the high category, with an average score of 89.76 (Above Average). Thus, bioecoenzim and Lacuba fertilizer training has proven to have the potential to enhance knowledge and foster positive perceptions among students toward sustainable agriculture. Therefore, expanding the application of bioecoenzim and Lacuba training in other schools is important as a practical environmental education tool to support sustainable agriculture.

Abstrak

Pertanian di Kabupaten Samosir memiliki potensi besar, tetapi masih menghadapi degradasi lahan, ketergantungan pada pupuk kimia, dan rendahnya pemanfaatan limbah organik. Pengetahuan generasi muda tentang pertanian berkelanjutan juga masih rendah dengan persepsi negatif terhadap sektor ini, sementara kajian berbasis praktik di tingkat SMA jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba serta menelaah persepsi dan pengetahuan siswa terhadap kegiatan tersebut. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Sitiotio dengan melibatkan 41 siswa kelas XI menggunakan desain *one shot case study*. Data diperoleh melalui observasi, dokumentasi, kuesioner, dan tes pengetahuan. Hasil menunjukkan pelatihan berjalan dengan baik terlihat dari keterlibatan aktif siswa. Persepsi siswa berada pada kategori sangat positif dengan skor rata-rata 87,97, sedangkan pengetahuan siswa berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata 89,76 (*Above Average*). Dengan demikian, pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba terbukti berpotensi meningkatkan pengetahuan serta membangun persepsi positif siswa terhadap pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, pentingnya memperluas penerapan pelatihan bioecoenzim dan Lacuba di sekolah lain sebagai sarana pendidikan lingkungan yang aplikatif guna mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci: Bioecoenzim; Pengetahuan; Persepsi; Pupuk Lacuba; SMA N 1 Sitiotio.

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, termasuk di wilayah Samosir, Sumatra Utara, yang memiliki potensi besar di bidang ini. Namun, sektor pertanian di Samosir menghadapi tantangan serius berupa degradasi lahan dan penggunaan pupuk kimia berlebihan. Degradasi lahan merupakan penurunan produktivitas akibat alih fungsi untuk permukiman dan pertanian, yang berdampak pada munculnya lahan kritis serta tidak produktif (Taufikurrohman & Rahman, 2024). Selama ini pupuk kimia menjadi andalan untuk meningkatkan hasil pertanian, namun penggunaannya menimbulkan berbagai dampak negatif (Pahlepi et al., 2023). Sebaliknya, pupuk organik merupakan bahan alami yang lebih baik untuk memperbaiki kualitas tanah dibandingkan pupuk anorganik atau pupuk kimia buatan (Tambunan et al., 2022).

Selain masalah pupuk, limbah rumah tangga juga menjadi permasalahan bagi sektor pertanian. Limbah rumah tangga merupakan hasil buangan dari aktivitas sehari-hari, seperti sisa makanan, plastik, kertas, botol, kaleng, dan bahan kimia yang tidak terpakai (Utami & Hasibuan, 2015). Padahal, limbah rumah tangga, khususnya sampah organik, sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pertanian. Limbah organik seperti sisa sayur, buah, dan air cucian beras masih sering tidak dimanfaatkan secara optimal, padahal dapat diolah menjadi produk ramah lingkungan seperti bioecoenzim dan pupuk limbah cucian beras (Lacuba). Pertanian yang berkelanjutan dimulai dengan pemanfaatan limbah pertanian secara maksimal (Pratiwi et al., 2023).

Eco-enzyme merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik non-lemak yang bermanfaat bagi kesehatan manusia maupun pengelolaan lingkungan (Rukmini & Astuti Herawati, 2023; Sihite, 2024), sedangkan bioecoenzim merupakan produk yang dikembangkan oleh Program Studi Pendidikan Biologi UKI. Eco-enzyme terbukti mampu meningkatkan hasil dan kualitas buah serta sayuran, menjadi pupuk alami, memperbaiki tanah, membersihkan air tercemar, serta digunakan sebagai pembersih rumah tangga, seperti sampo, sabun cuci piring, deterjen, cairan pel, dan pengusir serangga alami (Sihite, 2024). Sementara itu, air cucian beras yang mengandung senyawa organik dan mineral (Hadiyanti, 2021) telah dikembangkan menjadi pupuk cair Lacuba oleh Program Studi Pendidikan Biologi UKI. Pemanfaatan kedua produk ini merupakan wujud nyata pengetahuan pertanian berkelanjutan.

Namun demikian, pengetahuan pertanian berkelanjutan pada generasi muda masih tergolong rendah, terutama dalam pemanfaatan limbah organik untuk pertanian. Pengaruh globalisasi dan teknologi membuat generasi muda memandang sektor pertanian sebagai bidang yang rendah dan jauh dari kesan modern (Nawawi et al., 2022). Persepsi negatif ini menjadikan

pertanian tidak lagi dianggap sebagai sektor yang menjanjikan dan perlahan ditinggalkan, terutama oleh generasi muda (Aziza et al., 2022). Menurunnya minat dan partisipasi generasi muda di bidang pertanian menyebabkan keberlanjutan sektor ini menjadi terhambat (Oktaviani & Rozci, 2024). Padahal, siswa di Samosir memiliki latar belakang erat dengan pertanian sehingga perlu ditingkatkan kesadaran mereka terhadap praktik pertanian berkelanjutan.

Sekolah menghadapi berbagai tantangan, termasuk terbatasnya pengalaman praktik siswa dan minimnya pengetahuan mengenai pertanian terpadu (Irawan et al., 2024). Upaya diperlukan untuk melakukan kegiatan pelatihan berbasis praktik bioecoenzim dan pupuk Lacuba. Melalui pelatihan ini, siswa diharapkan mampu mengenal, memahami, dan mengimplementasikan teknologi sederhana dalam pengolahan limbah organik. Sekolah sebagai pusat pendidikan dapat menjadi ruang pengembangan pengetahuan pertanian berkelanjutan yang mengintegrasikan sains dan lingkungan (Kurniasih, 2025). Sayangnya, kajian tentang pengetahuan pertanian berkelanjutan di tingkat SMA masih jarang dilakukan, khususnya yang mengintegrasikan praktik pembuatan bioecoenzim dan pupuk Lacuba, termasuk di SMA Negeri 1 Sitiotio.

Belum ada penelitian terdokumentasi di SMA Negeri 1 Sitiotio, Kabupaten Samosir, yang secara khusus mengaitkan pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba dengan peningkatan pengetahuan pertanian berkelanjutan siswa. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengimplementasikan pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba serta menelaah persepsi siswa terhadap pelatihan tersebut. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui sejauh mana pengetahuan siswa terkait bioecoenzim dan pupuk Lacuba. Pengetahuan pertanian berkelanjutan penting untuk membentuk generasi muda yang peduli lingkungan dan mendukung Profil Pelajar Pancasila.

2. METODE

Metode

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan desain *one shot case study*, di mana siswa diberi perlakuan berupa pelatihan pembuatan bioecoenzim dan Lacuba, kemudian diberikan post-test untuk mengukur hasilnya.

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Sitiotio dengan melibatkan 41 siswa sebagai peserta. Pelaksanaan dilakukan pada 11 September 2025. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pelatihan bioecoenzim dan Lacuba, sedangkan variabel terikatnya adalah pengetahuan siswa dan persepsi siswa.

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan dokumentasi untuk implementasi pelatihan, kuesioner untuk persepsi siswa, serta tes pilihan ganda untuk pengetahuan siswa. Selama kegiatan berlangsung dilakukan observasi dan dokumentasi untuk melihat implementasi pelatihan. Setelah pelatihan selesai, siswa juga diminta mengisi kuesioner yang terdiri atas 12 pertanyaan guna mengukur persepsi mereka terhadap pelatihan. Kuesioner ini mencakup empat aspek, yaitu aspek materi (3 butir), fasilitator (3 butir), pelaksanaan (3 butir), dan dampak (3 butir). Kuesioner disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kuesioner Persepsi Siswa terhadap Pelatihan

Aspek	Butir	Pertanyaan
Materi	1	Materi pelatihan mudah dipahami.
	2	Materi yang diberikan relevan dengan kebutuhan siswa.
	3	Materi pelatihan bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari.
Fasilitator	4	Fasilitator menyampaikan materi dengan jelas.
	5	Fasilitator mampu menjawab pertanyaan peserta dengan baik.
	6	Fasilitator mendorong partisipasi aktif peserta.
Pelaksanaan	7	Waktu pelaksanaan pelatihan cukup memadai.
	8	Media/alat yang digunakan membantu pemahaman materi.
	9	Suasana pelatihan menyenangkan dan interaktif.
Dampak	10	Saya termotivasi untuk membuat eco-enzyme di rumah.
	11	Saya merasa mampu mempraktikkan pembuatan pupuk hayati cair Lacuba.
	12	Kegiatan ini meningkatkan kepedulian saya terhadap lingkungan.

Selain itu, siswa diberikan post-test berupa tes pilihan ganda sebanyak 10 soal untuk mengukur pengetahuan mereka terkait bioecoenzim dan Lacuba. Indikator dan butir pertanyaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Butir Pertanyaan Tes Pengetahuan tentang Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba

No	Indikator	Butir Pertanyaan	Rincian Materi yang Diukur
1	Pemahaman konsep dasar eco-enzyme dan Lacuba	1, 4	Definisi eco-enzyme dan manfaat Lacuba sebagai pupuk hayati cair.
2	Pengetahuan bahan dan proses pembuatan eco-enzyme	2, 3, 7	Bahan utama, lama fermentasi, dan urutan langkah pembuatan eco-enzyme.
3	Pemanfaatan limbah rumah tangga untuk eco-enzyme	5, 9	Jenis limbah organik yang digunakan serta alasan pentingnya pelatihan bagi pertanian berkelanjutan.
4	Manfaat dan keterbatasan eco-enzyme bagi lingkungan	6, 8	Peran eco-enzyme dalam mengurangi limbah, penggunaannya, dan keterbatasannya (tidak sebagai obat).
5	Dampak penggunaan Lacuba pada tanaman	10	Hasil penggunaan pupuk Lacuba terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif. Analisis dilakukan terhadap tiga aspek utama, yaitu implementasi pelatihan, persepsi siswa, dan pengetahuan siswa. Implementasi pelatihan dianalisis secara kualitatif berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi selama kegiatan berlangsung.

Sementara itu, persepsi siswa terhadap pelatihan dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan kategori interval yang diadaptasi dari Sakkir et al. (2020). Interval tersebut dibagi menjadi lima tingkatan, yaitu sangat positif (84–100%), positif (68–83%), cukup positif (52–67%), negatif (36–51%), dan sangat negatif (0–35%). Dengan menggunakan kategori ini, setiap skor persepsi siswa kemudian diklasifikasikan untuk mengetahui kecenderungan penilaian mereka terhadap materi, fasilitator, pelaksanaan, dan dampak pelatihan.

Selanjutnya, pengetahuan siswa dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan kategori dari Briggs et al. (2023). Kategori ini membagi tingkat pengetahuan menjadi: tinggi (*excellent* = 90–100; *above average* = 80–89), cukup (*average* = 70–79), rendah (*below average* = 60–69), dan gagal (*failure* = 0–59). Melalui klasifikasi ini, hasil tes pengetahuan siswa mengenai bioecoenzim dan Lacuba dapat digambarkan sesuai tingkat capaian mereka, sehingga memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas pelatihan

3. HASIL

Implementasi Pelatihan Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba

Kegiatan pelatihan dilaksanakan kepada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Sitiotio dengan tujuan memberikan pengalaman langsung dalam pembuatan bioecoenzim dan pupuk cair Lacuba. Selama kegiatan, siswa tidak hanya menerima penjelasan materi (**Gambar 1.a**), tetapi juga terlibat secara aktif dalam praktik pembuatan produk ramah lingkungan tersebut (**Gambar 1.b**). Pada sesi pembuatan bioecoenzim, siswa memanfaatkan limbah organik berupa sisa buah dan sayuran yang difermentasi bersama gula merah dan air dalam wadah tertutup. Proses ini diperkenalkan sebagai upaya sederhana untuk mengurangi limbah rumah tangga, sekaligus menghasilkan produk multifungsi yang dapat digunakan sebagai pembersih alami, pengusir hama, penjernih udara, maupun pupuk organik bagi tanaman.



(a)

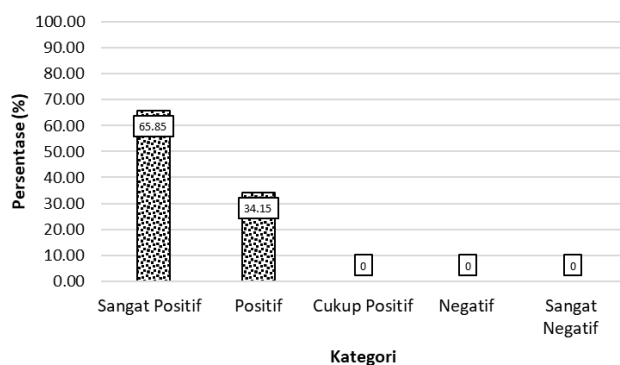


(b)

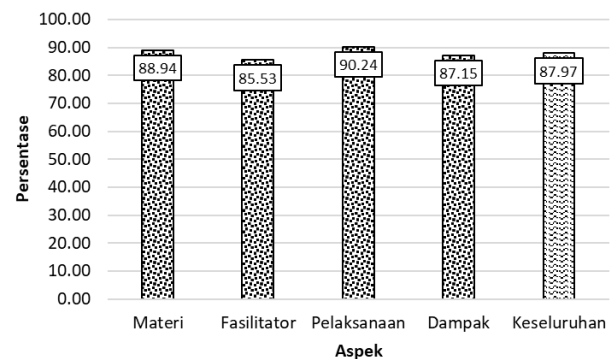
Gambar 1. Pelatihan Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba. (a) Pemaparan Materi; (b) Praktikum Pembuatan Bioecoenzim

Persepsi Siswa terhadap Pelatihan

Pelatihan ini menunjukkan antusiasme siswa yang tinggi, terlihat dari keterlibatan mereka dalam setiap tahapan praktik, mulai dari persiapan bahan, pencampuran, hingga diskusi mengenai manfaat produk yang dihasilkan. Persepsi yang baik terhadap suatu objek akan membentuk kemampuan individu dalam memahami dan mengingat materi, sekaligus meningkatkan keterampilan untuk menjelaskan, menyimpulkan, serta merangkum materi tersebut (Adinugraha, 2018). Persepsi siswa terhadap pelatihan disajikan pada **Gambar 2**.



(a)



(b)

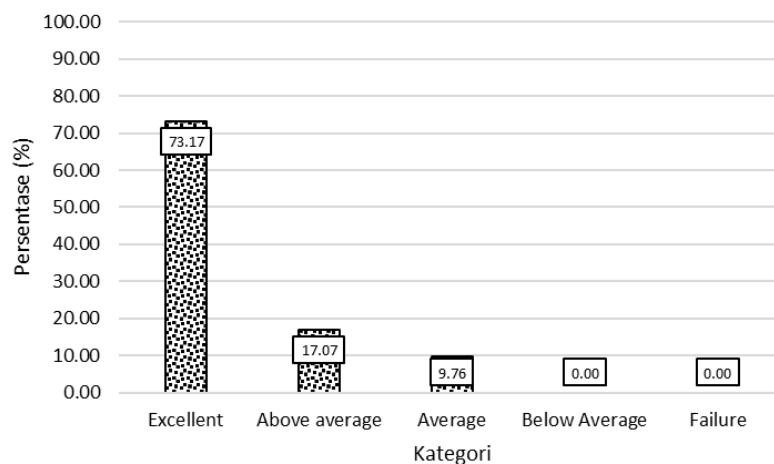
Gambar 2. Persepsi Siswa. (a) Secara Keseluruhan; (b) Setiap Indikator

Dari segi jenis kelamin, peserta terdiri atas 9 siswa laki-laki (22%) dan 32 siswa perempuan (78%), yang mencerminkan dominasi partisipasi siswa perempuan dalam kegiatan ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi siswa terhadap pelatihan bioecoenzim dan Lacuba berada pada kategori positif, yaitu 65.85% sangat positif dan 34.15% positif (**Gambar 2.a**). Temuan ini mengindikasikan bahwa kegiatan pelatihan dapat diterima dengan baik oleh siswa karena bersifat aplikatif dan langsung melibatkan mereka dalam praktik pembuatan produk ramah lingkungan. Antusiasme siswa tercermin dari keterlibatan aktif selama proses

pelatihan, mulai dari tahap persiapan bahan, fermentasi, hingga diskusi manfaat produk. Secara keseluruhan persepsi siswa adalah sangat positif (87.97) yang juga ditampakkan pada aspek materi (88.94), fasilitator (85.53), pelaksanaan (90.24), dan dampak (87.97) (**Gambar 2.b**).

Pengetahuan Siswa terhadap Pengetahuan Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba

Kegiatan pelatihan dilaksanakan kepada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Sitiotio dengan tujuan memberikan pengalaman langsung dalam pembuatan bioecoenzim dan pupuk cair Lacuba. Hasil analisis pengetahuan siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori *Excellent* (Luar Biasa), disusul dengan *Above Average* (Di Atas Rata-rata), sedangkan hanya sebagian kecil berada pada kategori *Average* (Rata-rata), dan tidak ada siswa yang termasuk kategori *Below Average* (Di Bawah Rata-rata) maupun *Failure* (Gagal). Rata-rata skor pengetahuan siswa mencapai 89,76 yang termasuk dalam kategori *Above Average* (Di Atas Rata-rata) menurut klasifikasi Briggs et al. (2023). Hal ini mengindikasikan bahwa pelatihan bioecoenzim dan Lacuba berhasil meningkatkan pemahaman siswa dengan sangat baik. Data disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kategori Skor Pengetahuan Siswa terhadap Bioecoenzim dan Pupuk Lacuba

4. DISKUSI

Eco-enzyme dihasilkan melalui fermentasi anaerob limbah sayuran dan buah-buahan dengan tambahan gula merah atau molase sebagai sumber energi bagi mikroba (Wikaningrum & El Dabo, 2022). Limbah buah-buahan dipotong kecil, dicampur dengan gula merah dan air bersih (3:1:10), difermentasi dalam wadah tertutup pada suhu kamar dengan sesekali membuka tutup untuk mengeluarkan gas, selama 3–6 bulan (Tavita et al., 2022). Beberapa peran eco-enzyme dalam mendukung kelestarian lingkungan menurut para ahli antara lain sebagai biokatalis pengurai minyak dan lemak pada air limbah domestik, memiliki potensi dalam

pengolahan limbah berbasis logam, berfungsi sebagai pupuk alami dan biopestisida, serta dapat dimanfaatkan sebagai disinfektan alami dan hand sanitizer (Aulia et al., 2023).

Selain bioecoenzim, siswa juga berlatih membuat pupuk cair Lacuba yang berasal dari air cucian beras. Dengan mencampurkan air cucian beras, gula merah, dan EM4 sebagai starter mikroba, siswa mempelajari proses fermentasi yang berlangsung dalam 7–14 hari. Hasil dari fermentasi ini menghasilkan cairan kaya mikroorganisme dan nutrisi yang mampu menyuburkan tanah, memperbaiki pertumbuhan tanaman, serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.

Dalam satu rumah tangga, setiap hari dapat dihasilkan sedikitnya satu liter air cucian beras yang apabila difermentasi akan mengandung bakteri serta unsur hara penting seperti N, P, K, dan Mg yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Sifaunajah et al., 2022). Air cucian beras mengandung berbagai mikroorganisme yang berperan aktif dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik (Yahya et al., 2024). Air cucian beras juga mengandung berbagai nutrisi terlarut, di antaranya protein, sekitar 80% vitamin B1, 50% fosfor, serta 60% zat besi, yang menjadikannya berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber hara tambahan bagi tanaman (Wijiyanti et al., 2019).

Kedua praktik ini menumbuhkan pemahaman baru bagi siswa bahwa limbah rumah tangga yang sebelumnya dianggap tidak bermanfaat dapat diolah menjadi produk bernilai bagi lingkungan dan pertanian berkelanjutan. Kegiatan berbasis praktik seperti ini berpotensi meningkatkan pengetahuan siswa sekaligus mengubah persepsi mereka terhadap sektor pertanian. Pertanian yang sebelumnya dianggap kurang modern kini dipahami sebagai bidang yang bisa dikembangkan melalui inovasi sederhana berbasis sains dan pemanfaatan limbah organik. Dengan demikian, pelatihan bioecoenzim dan Lacuba tidak hanya menambah wawasan siswa tentang teknologi ramah lingkungan, tetapi juga menumbuhkan kesadaran mereka akan pentingnya pertanian berkelanjutan di tengah tantangan globalisasi dan degradasi lingkungan.

Berdasarkan hasil kuesioner, persepsi siswa terhadap pelatihan bioecoenzim dan Lacuba ditinjau dari empat aspek, yaitu materi, fasilitator, pelaksanaan, dan dampak. Pada aspek materi, siswa menilai bahwa isi pelatihan mudah dipahami, relevan dengan kebutuhan mereka, serta bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disampaikan sesuai dengan konteks pembelajaran dan mampu meningkatkan pengetahuan siswa mengenai pemanfaatan limbah organik. Materi dalam suatu diklat harus disusun selaras dengan tujuan pelaksanaannya, sehingga peserta memperoleh pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan mereka (Nurjannah & Nurhadi, 2020).

Selanjutnya, pada aspek fasilitator, siswa memberikan tanggapan positif terhadap kejelasan penyampaian materi, kemampuan fasilitator dalam menjawab pertanyaan, serta dorongan yang diberikan untuk membuat siswa aktif berpartisipasi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa peran fasilitator cukup berhasil menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif dan komunikatif. Fasilitator berperan sebagai pengawas pelatihan yang mengarahkan setiap kegiatan, khususnya dalam mengelola perubahan perilaku peserta yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap, sehingga berimplikasi langsung terhadap strategi pembelajaran atau pelatihan yang dipilih serta pencapaian *learning outcomes* (Daryani et al., 2023).

Pada aspek pelaksanaan, siswa merasa waktu yang tersedia cukup memadai, media dan alat yang digunakan mendukung pemahaman, serta suasana pelatihan menyenangkan dan interaktif. Hal ini menegaskan bahwa desain kegiatan berbasis praktik mampu meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus menjadikan pembelajaran lebih bermakna. Pelaksanaan suatu program perlu disusun secara cermat dengan memperhatikan waktu kegiatan, durasi, tempat, peserta, narasumber, metode, materi, dan penilaian, yang semuanya harus dipersiapkan dengan baik agar kegiatan dapat berlangsung terarah, terencana, serta sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Sulistiono & Biru, 2020).

Sementara itu, pada aspek dampak, siswa menyatakan termotivasi untuk membuat eco-enzym di rumah, merasa senang dapat mempraktikkan pembuatan pupuk cair Lacuba, serta merasakan peningkatan kepedulian terhadap lingkungan. Artinya, pelatihan ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan siswa, tetapi juga memunculkan sikap positif berupa kepedulian lingkungan dan motivasi untuk menerapkan praktik ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Dampak pendidikan dan pelatihan mencakup berbagai aspek, antara lain peningkatan motivasi, kepuasan kerja, serta pengembangan karier karyawan (Faizal, 2024).

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa pelatihan mampu memberikan dampak positif terhadap pengetahuan siswa. Dominasi kategori *Excellent (Luar Biasa)* dan *Above Average (Di Atas Rata-rata)* menunjukkan bahwa mayoritas siswa tidak hanya memahami konsep dasar, bahan, dan proses pembuatan, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan manfaat bioecoenzim dan Lacuba dalam konteks pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, kegiatan pelatihan ini mendukung pengetahuan baru yang aplikatif dan relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa.

Pelatihan ini memiliki keterbatasan pada desain *one shot case study* yang hanya mengukur hasil setelah pelatihan tanpa perbandingan dengan kelompok kontrol, sehingga generalisasi temuan masih terbatas. Selain itu, jumlah responden terbatas pada 41 siswa kelas

XI SMA Negeri 1 Sitiotio, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan populasi siswa di wilayah Samosir maupun daerah lain. Penelitian ini juga berfokus pada pengetahuan dan persepsi siswa, belum menilai sejauh mana keterampilan serta praktik berkelanjutan tersebut diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba efektif meningkatkan pengetahuan dan persepsi positif siswa terhadap pertanian berkelanjutan. Ke depan, program pelatihan serupa perlu diperluas dengan melibatkan sekolah lain serta dikaitkan dengan kearifan lokal terkait biodiversitas dan pertanian pada masyarakat Samosir, misalnya pemanfaatan tanaman obat (Silalahi & Nisyawati, 2018), etnoekologi (Sabasti et al., 2024), ritual adat (Adinugraha, 2024), dan pertanian tradisional (Putri & Malinda, 2023).

5. KESIMPULAN

Pelatihan bioecoenzim dan pupuk Lacuba yang dilaksanakan pada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Sitiotio terbukti berjalan dengan baik dan mendapat respons positif. Dari sisi implementasi, kegiatan ini berhasil melibatkan siswa secara aktif dalam praktik pembuatan bioecoenzim dan Lacuba, sehingga mereka memperoleh pengalaman langsung tentang pemanfaatan limbah organik menjadi produk ramah lingkungan yang bernilai bagi pertanian berkelanjutan. Dari sisi persepsi, hasil kuesioner persepsi siswa menunjukkan bahwa 65,85% siswa berada pada kategori sangat positif dan 34,15% pada kategori positif, tanpa ada yang berada di kategori cukup positif, negatif, maupun sangat negatif. Skor rata-rata persepsi siswa mencapai 87,97, dengan rincian aspek materi (88,94), fasilitator (85,53), pelaksanaan (90,24), dan dampak (87,15). Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik mampu menciptakan suasana belajar yang interaktif, menyenangkan, serta menumbuhkan motivasi dan kepedulian siswa terhadap lingkungan. Dari sisi pengetahuan, hasil tes menunjukkan bahwa 73,17% siswa berada pada kategori *Excellent* (Luar Biasa), 17,07% pada kategori *Above Average* (Di Atas Rata-rata), dan 9,76% pada kategori *Average* (Rata-rata), sedangkan tidak ada siswa yang termasuk kategori *Below Average* maupun *Failure*. Skor rata-rata pengetahuan siswa adalah 89,76, yang termasuk kategori *Above Average* (Di Atas Rata-rata). Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga membangun persepsi positif siswa terhadap pertanian sebagai bidang yang modern, aplikatif, dan berkelanjutan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LPPM UKI atas pendanaan dan dukungannya dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada SMA Negeri 1 Sititio sebagai mitra yang telah memberikan dukungan penuh selama pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR REFERENSI

- Adinugraha, F. (2018). Gambaran persepsi peserta didik tentang kebermanfaatan buku pengayaan Ujian Nasional Biologi. *Jurnal EduMatSains*, 2(2), 99–114. <https://doi.org/10.29405/j.bes/2159-671236>
- Adinugraha, F. (2024). Ethnobiological study of Wiwitan in the Somongari Javanese community as biodiversity learning through educational video. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 10065–10075. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.8720>
- Aulia, M. D., Zultaqawa, Z., & Firdaus, I. N. (2023). Manfaat eco enzyme pada lingkungan. *CRANE: Civil Engineering Research Journal*, 4(2), 10–14. <https://doi.org/10.34010/crane.v4i2.10883>
- Aziza, T. N., Surito, N., & Darmi, N. (2022). Petani milenial: Regenerasi petani di sektor pertanian. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 40(1), 1–11. <https://doi.org/10.21082/fae.v40n1.2022.1-11>
- Briggs, J., Boozer-Strother, D. P., Adams-Stafford, D. S., Miller, Z., Jackson, D. B. D., Kenneth, D., Li, F. H., Valentine, C., Member, B., & Fields, W. L. (2023). *Grading and reporting for high schools grade nine through grade twelve*. Prince George's County Public Schools.
- Daryani, R. D., Rukanda, N., & Ansori. (2023). Peran fasilitator dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kursus tata busana di Lembaga Kursus dan Pelatihan (LKP) Jelita Masa. *Jurnal COMM-Edu*, 6(3), 2615–1480.
- Faizal. (2024). Pengaruh pendidikan dan pelatihan terhadap kepuasan kerja dan dampaknya terhadap kinerja karyawan di era modern. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(6), 547–560. <https://doi.org/10.62504/jimr642>
- Hadiyanti, N. (2021). Optimalisasi limbah air cucian beras sebagai pupuk organik cair dalam mendukung ketahanan pangan keluarga di Desa Tegalan Kabupaten Kediri. *MONSU'ANI TANO: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 38–45. <https://doi.org/10.32529/tano.v4i1.839>
- Irawan, S., Dardanella, D., Basar, F. M., Afifah, U. A. N., Ramadhani, D. E., & Pranata, R. T. H. (2024). Pengabdian masyarakat penerapan integrated farming sistem akuaponik budidaya ikan lele dan melon di SMK Pesantren Al-Jauhariah Cijati, Cianjur. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*, 3(4), 192–202. <https://doi.org/10.30640/cakrawala.v3i4.3416>

- Kurniasih. (2025). Integrasi kurikulum pertanian di sekolah menengah untuk regenerasi petani. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2, 19–24.
- Nawawi, F. A., Alfira, Z. N., & Anneja, A. S. (2022). Faktor penyebab ketidaktertarikan generasi muda pada sektor pertanian serta penanganannya. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu-Ilmu Sosial (SNIIS)*, 585, 585–593.
- Nurjannah, S., & Nurhadi, A. (2020). Relevansi tujuan dan materi dalam program pendidikan dan pelatihan pengembangan guru PAI di era digital. *Indonesian Journal of Islamic Educational Management*, 3(2), 96–104. <https://doi.org/10.24014/ijiem.v3i2.9935>
- Oktaviani, D. A., & Rozci, F. (2024). Analisis penyebab menurunnya minat dan partisipasi generasi muda dalam sektor pertanian. *Jurnal Ilmiah Manajemen Agribisnis*, 11(1), 48–56. <https://doi.org/10.33005/jimaemagri.v11i1.7>
- Pahlepi, R., Dewi, A. S., Gaol, R. A. L., Kuswarak, Ahiruddin, Muzahit, Z., Shalia, L., Enjelina, T., & Awalani, I. (2023). Upaya mengurangi penggunaan pupuk kimia melalui penyuluhan pentingnya penggunaan pupuk organik bagi Kelompok Wanita Tani (KWT) Mekar Jaya, Tanggamus. *Jurnal Abdi Masyarakat Saburai (JAMS)*, 4(2), 163–171. <https://doi.org/10.24967/jams.v4i02.2655>
- Pratiwi, L., Yudiarini, N., & Suryandari, N. (2023). Pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan limbah pertanian berbasis zero waste dalam menunjang pengembangan edutourism Subak Perkotaan. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*, 2(4), 326–339. <https://doi.org/10.30640/cakrawala.v2i4.1764>
- Putri, W. K., & Malinda, A. R. (2023). Etno-agronomi tanaman obat masyarakat Desa Klangon, Kabupaten Madiun dalam komunitas agroforestri sebagai penunjang pertanian berkelanjutan. *Jurnal Sains Agro*, 8(2), 159–171. <https://doi.org/10.36355/jsa.v8i2.1158>
- Rukmini, P., & Astuti Herawati, D. (2023). Eco-enzyme dari fermentasi sampah organik (sampah buah dan rimpang). *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 4(1), 23–29. <https://doi.org/10.31001/jkireka.v4i1.62>
- Sabasti, C. D., Liyanto, D. D., Wahyudi, E. V., & Adinugraha, F. (2024). Ethnoecological study of Ndhas Gendhing Spring in Sukorejo Village, Magelang Regency, Province of Central Java. *Otus Education: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 11–21. <https://doi.org/10.62588/otusedu.2024.v2i1.0102>
- Sakkir, G., Dollah, S., & Ahmad, J. (2020). Students' perceptions toward using YouTube in EFL classrooms. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci2125>
- Sifaunajah, A., M., Azizah, C., Amelia, N. F., & Sholehah, N. A. (2022). Pemanfaatan limbah air cucian beras sebagai pupuk organik cair. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 4(1), 33–40. <https://doi.org/10.35799/vivabio.v4i1.39556>
- Sihite, I. F. (2024). Eco enzyme dengan kulit buah dan sayuran beserta manfaatnya untuk kehidupan manusia. *IKRA-ITH Teknologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), 48–53. <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i1.3242>

- Silalahi, M., & Nisyawati. (2018). The ethnobotanical study of edible and medicinal plants in the home garden of Batak Karo sub-ethnic in North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(1), 229–238. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190131>
- Sulistiono, E. E., & Biru, R. C. B. (2020). Implementasi pelaksanaan pelatihan berbasis kebutuhan di berbagai negara: Meta sintesis komponen pelatihan. *NOKEN: Jurnal Pengelolaan Pendidikan*, 1(2), 72–83. <https://doi.org/10.31957/noken.v1i2.1486>
- Tambunan, H., Harmiatun, Y., & Adinugraha, F. (2022). Pemanfaatan bubuk kulit buah *Mangifera indica* L. sebagai pupuk tanaman *Brassica juncea* L. di Green House Pendidikan Biologi UKI Tahun 2021. *Pro-Life*, 9(2), 403–416. <https://doi.org/10.33541/pro-life.v9i2.3784>
- Taufikurrohman, M., & Rahman, B. (2024). Studi literatur: Penanganan degradasi lahan di DAS. *Jurnal Kajian Ruang*, 4(1), 55–63. <https://doi.org/10.30659/jkr.v4i1.29595>
- Tavita, G. E., Amir, A., Apindiati, R. K., Hartanti, L., & Kurniadi, B. (2022). Pelatihan pembuatan cairan insektisida dari ekoenzim berbahan limbah organik buah-buahan. *Journal of Community Engagement in Health*, 5(1), 87–91. <https://doi.org/10.30994/jceh.v5i1.344>
- Utami, A. P., & Hasibuan, A. (2015). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap pencemaran lingkungan hidup. *Cross-Border*, 6(2), 1107–1112.
- Wijiyanti, P., Hastuti, E. D., & Haryanti, S. (2019). Pengaruh masa inkubasi pupuk dari air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), 21–28. <https://doi.org/10.14710/baf.4.1.2019.21-28>
- Wikaningrum, T., & El Dabo, M. (2022). Eco-enzyme sebagai rekayasa teknologi berkelanjutan dalam pengolahan air limbah. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 7(1), 53–64. <https://doi.org/10.25105/pdk.v7i1.10738>
- Yahya, H., Rohendi, A., Ashari, T. M., Harahap, J., Nur, S., Fathma, S. S., & Ginayatri, L. (2024). Pembuatan pupuk cair dari air cucian beras dan sisa sampah dapur. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 103–109. <https://doi.org/10.53621/jippmas.v4i1.294>