Available online at: http://journal.uny.ac.id/index.php/jpms

Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, 13 (1), 2025, 183–197

Pengembangan LKPD *Eco-enzyme* Berbasis *Project-based Learning* untuk Melatih Sikap Peduli Lingkungan

Oktaviana Yunanda Putri*, Desi Nuzul Agnafia , Qurrotul Anfa

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, STKIP Modern Ngawi, Indonesia

* Korespondensi Penulis. E-mail: oktavianayunandap@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan (Lembar Kerja Peserta Didik) LKPD *eco-enzyme* berbasis (*Project-based Learning*) PjBL pada materi bioteknologi untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa SMP kelas IX. Jenis penelitian ini adalah penelitian R*esearch and Development* (RnD) dengan model 4-D yang terdiri dari tahap *define, design, develop and disseminate*. Hasil pengembangan LKPD berbasis PjBL dikatakan layak berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Hasil validasi ahli materi mendapatkan persentase sebesar 91%, hasil validasi ahli media mendapatkan nilai persentase sebesar 89%, dan hasil validasi ahli bahasa mendapatkan nilai sebesar 90% dengan kategori sangat layak. LKPD juga dinyatakan sangat praktis digunakan dengan hasil respon siswa dan guru sebesar 88%. Hasil penerapan LKPD di lapangan berdasarkan penilaian sikap peduli lingkungan siswa dengan uji statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD dan model PjBL yang diterapkan di kelas eksperimen memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan sikap peduli lingkungan siswa. Oleh karena itu, LKPD dan model PjBL ini dapat dipertimbangkan untuk pembelajaran pendidikan di lingkungan sekolah.

Kata Kunci: *Eco-enzyme*, Pengembangan LKPD, PjBL, Sikap peduli lingkungan

Development of an Eco-enzyme Student Worksheet Based on Project-based Learning to Train Environmental Care Attitudes

Abstract

This study aims to develop an "Eco-Enzyme" student worksheet based on Project-based Learning (PjBL) on biotechnology material to train environmental awareness. This type of research is Research and Development (R&D) research with a 4-D model consisting of the define, design, develop, and disseminate stages. The results of the development of the student worksheet based on PjBL are said to be feasible based on the validation results of material experts, media experts, and language experts. The validation results of material experts get a percentage of 91%, the validation results of media experts get a percentage value of 89%, and the validation results of language experts get a value of 90%, with a very feasible category. The student worksheet is also stated to be very practical to use with student and teacher response results of 88%. The results of the application of the student worksheet in the field, based on the assessment of students' environmental awareness attitudes, with statistical tests, show a significant difference between the experimental class and the control class. These results indicate that the student worksheet and the PjBL model applied in the experimental class have a positive influence on increasing students' attitudes toward environmental awareness. Therefore, student worksheets and this PjBL model can be considered for educational learning in the school environment.

Keywords: *Eco-enzyme, Environmental concern, PjBL, Student worksheet development*

How to Cite: Putri, O. Y., Agnafia, D. N., & Anfa, Q. (2025). Pengembangan lkpd eco-enzyme berbasis project-based learning untuk melatih sikap peduli lingkungan. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains, 13*(1), 183–197. https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v13i1.85421

Permalink/DOI: ***DOI:*** https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v13i1.85421

PENDAHULUAN

lmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan bidang studi yang mempelajari alam dan segala gejalanya secara sistematis, terstruktur, dan berdasarkan bukti empiris (Jufrida et al., 2019) IPA tidak hanya membahas kumpulan pengetahuan, tetapi juga mencakup cara kerja ilmiah dan sikap ilmiah dalam memecahkan masalah. Melalui pembelajaran IPA, peserta didik diharapkan dapat memahami konsep-konsep ilmiah, mengembangkan keterampilan proses sains, serta menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap fenomena alam di sekitarnya (Darmawan et al., 2019).

Pembelajaran IPA sangat penting dalam membentuk pola pikir kritis, logis, dan kreatif. Menurut Setiawan Lahope, n.d. (2024) Proses pembelajaran ini idealnya dilakukan melalui pendekatan kontekstual dan eksploratif yang melibatkan pengamatan, percobaan, dan pemecahan masalah nyata. Namun, kenyataannya tidak sedikit siswa yang menganggap IPA sebagai pelajaran yang sulit. Pandangan ini muncul karena berbagai faktor mulai dari kompleksitas materi, banyaknya istilah ilmiah yang harus dihafal, serta kesulitan memahami konsep abstrak dan penerapan rumus (Yıldız & Şimşek, 2022). Hal ini juga didukung oleh penelitian Muhammaditya & Hardjosoekarto (2021) dalam praktiknya, pembelajaran IPA masih menghadapi berbagai kendala, seperti terbatasnya sarana prasarana, pendekatan pembelajaran yang kurang bervariasi, serta rendahnya keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar. Oleh karena itu, penting untuk memahami alasan siswa tersebut agar dapat ditemukan solusi yang tepat untuk meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap pelajaran IPA.

Pembelajaran IPA sangat erat kaitannya dengan pembelajaran yang didorong untuk dapat memecahkan permasalahan konstektual dan penyelidikan dengan metode ilmiah (Angelia et al., 2022). Penggunan metode ilmiah ini dapat mendorong siswa untuk berlatih merumuskan permasalahan, menyusun hipotesis, mengumpulkan data dari hasil penyelidikan serta dapat membuktikan kebenaran dari hipotesis dan sekaligus manarik kesimpulan. Tahapan dari kegiatan ilmiah tersebut mampu memberdayakan berbagai kemampuan peserta didik, salah satunya sikap peduli lingkungan (Kurnia & Suryadharma, 2016).

Menurut Diyan Nurvika Kusuma Wardani (2020) Peduli lingkungan merupakan sikap atau tindakan yang berupaya untuk mencegah kerusakan pada lingkungan alam disekitarnya dan berupaya untuk memperbaiki kerusakan yang saat ini sudah terjadi. Sikap ini perlu dibentuk menjadi suatu kebiasaan yang baik untuk generasi muda, sehingga perlu dikembangkan pada siswa sebagai calon generasi masa depan, yang akan bertindak sebagai agen aktif perubahan (Telaah et al., 2017). Pendidikan lingkungan memberikan dampak positif terhadap kesadaran ekologis, namun perubahan sikap jangka panjang masih lemah tanpa dukungan praktik nyata. Menurut Ardoin et al. (2020) hal ini disebabkan oleh kurangnya pengalaman langsung *(experiential learning)* dan konteks lokal membuat siswa sulit menginternalisasi sikap peduli lingkungan. Selain itu, siswa sudah menunjukkan pengetahuan baik tentang isu lingkungan, tetapi tidak selalu diiringi dengan perubahan perilaku serta keterbatasan metode inovatif, seperti pembelajaran berbasis proyek belum banyak diterapkan (López & Palacios, 2024).

Berdasarkan observasi di lapangan diketahui bahwasanya sikap kepedulian peserta didik masih belum maksimal. Hal ini dapat di lihat dari beberapa hal, seperti masih dijumpai sampah yang tidak dibuang pada tempatnya, serta masih rendahnya kesadaran peserta didik untuk memisahkan antara sampah organik maupun sampah anorganik padahal sudah disediakan tempat sampah lengkap. Dalam mengatasi hal tersebut, dapat dimulai dengan pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan. Berhubung tempat ini lokasinya dekat dengan pasar, kita dapat memanfaatkan lingkungan pasar sebagai tempat belajar langsung mengenai pengelolaan sampah organik. Melakukan kegiatan seperti ini, pasar tidak hanya menjadi pusat kegiatan ekonomi, tetapi juga menjadi laboratorium hidup untuk pendidikan lingkungan (Panca Kiranti, 2021). Kegiatan belajar semacam ini juga dapat menumbuhkan kepedulian ekologis dan memperkuat literasi lingkungan, terutama dalam konteks pengelolaan sampah berbasis masyarakat (Diwanul Mujahidin et al., 2023).

Hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran terkait kurangnya sikap peduli lingkungan siswa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pemahaman siswa tentang lingkungan masi minim, penggunaan media pembelajaran yang masih menggunakan buku paket sekolah, dan penyusunan media

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

pembelajaran yang belum mengintegrasikan dengan model pembelajaran yang tepat. Upaya untuk menghasilkan siswa yang memiliki sikap peduli lingkungan yang baik, maka diperlukan pembelajaran yang berwawasan lingkungan hidup, karena idealnya dalam aktivitas pembelajaran tidak hanya fokus untuk mendapatkan pengetahuan, tetapi juga bagaimana mengimplementasikan pengetahuan yang didapat dalam menghadapi situasi baru atau memecahkan masalah-masalah khusus terkait pelajaran yang dipelajari (Suswati, 2024).

Kegiatan pembelajaran perlu menggunakan media pembelajaran yang menarik, salah satunya yaitu dengan menggunakan media pembelajaran berupa LKPD. LKPD merupakan salah satu media pembelajaran yang dikembangkan oleh guru sebagai panduan bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah (Romadhon et al., 2024). LKPD agar lebih efektif diintegrasikan dengan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar. Destiara et al. (2021) menjelaskan bahwa LKPD berfungsi sebagai media pembelajaran yang dapat meminimalkan peran pendidik, namun lebih dapat mengaktifkan peran peserta didik, dapat meningkatkan minat belajar siswa dan dapat mempermudah pemahaman peserta didik sehingga menarik untuk menggunakannya. Selain itu kelebihan dari penggunaan media pembelajaran LKPD menurut Berlian et al. (2023) yaitu: peserta didik dapat belajar sesuai dengan tingkat kemampuannya masing-masing, lebih menarik karena terdiri dari perpaduan gambar dan teks, peserta didik menjadi lebih aktif karena harus mengerjakan LKPD menurut langkah-langkah atau prosedur penguasaan materi, situasi peserta didik menjadi lebih demokratis karena meningkatnya gairah belajar peserta didik, pendidik dapat mengetahui pencapaian peserta didik dengan mudah melalui LKPD yang dikoreksi, dan media cetak dapat dicetak ulang dan disebar dengan mudah (*hardfile ataupun softfile*). Penyusunan LKPD juga dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran, misalnya PjBL (*PjBL*) atau model pembelajaran berbasis proyek.

PjBL adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek atau kegitan yang inovatif dan melibatkan siswa bekerja dalam kelompok untuk menyusun suatu laporan, eksperimen, atau proyek lainnya (Nurhadiyati et al., 2020). Adapun karakteristik model pembelajaran PjBL adalah peserta didik mengambil keputusan sendiri dalam kerangka kerja yang telah ditentukan sebelumnya, peserta didik berupaya memecahkan masalah yang tidak memiliki satu jawaban pasti, dan peserta didik turut serta dalam merancang proses yang akan ditempuh dalam mencapai solusi. Penerapan model PjBL ini juga termasuk model pembelajaran yang memberikan banyak keuntungan, diantaranya dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terkait materi, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan hasil belajar, dan membuat suasana belajar lebih menyenangkan serta membantu peserta didik lebih aktif dalam penyelesaian masalah yang lebih kompleks (Jannah dkk., 2023). Salah satu permasalahan yang ada yaitu terkait sikap peduli lingkungan siswa. Hal ini juga didukung oleh penelitian Pauw et al. (2015) bahwasanya siswa memang menunjukkan tingkat pengetahuan lingkungan yang tinggi, tetapi tidak selalu diiringi dengan sikap dan tindakan pro-lingkungan.

Seseorang yang memiliki pengetahuan tentang lingkungan, tidak hanya sebatas teori, namun juga dapat tanggap dan cekatan dalam mengatasi berbagai permasalahan yang terjadi pada lingkungan sekitarnya. Hasil penelitian Firman & Nardi (2019) menyatakan bahwa sikap peduli lingkungan siswa masih dinyatakan rendah, karena beberapa faktor yang salah satunya adalah niat untuk mengetahui dan mempelajari masalah-masalah lingkungan. Solusi yang dapat diberikan ialah mengembangkan media pembelajaran berupa LKPD berbasis PjBL. LKPD berbasis PjBL ini merupakan LKPD berupa *print out* yang berorientasi pada sintaks model PjBL yang berisi konten yang dapat melatih sikap peduli lingkungan peserta didik.

Penerapan model pembelajaran PjBL dengan mengintegrasikan pada LKPD yang berisi konten terkait pembelajaran biologi dan ajakan untuk peduli dan ramah lingkungan dengan indikator ynag dapat melatih sikap peduli lingkungan siswa. Pada PjBL terdapat sintaks merancang proyek yang dapat kita kaitakan dengan permasalahan yang ada disekitar lingkungan siswa, seperti banyaknya sampah yang belum tepat dalam pengolahannya. Dari permasalahan yang ada siswa, dapat membuat suatu proyek dengan harapan dapat melatih sikap peduli lingkungan siswa. Adapun proyek yang dimaksud yaitu pembuatan *eco-enzyme*.

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

Eco-enzyme merupakan hasil penelitian yang ditemukan oleh Dr. Rosukon Poompanvong dari Thailand. *Eco-enzyme* merupakan cairan hasil fermentasi dari limbah dapur organik, seperti ampas buah, dan sayuran, dengan subtrat gula (gula cokelat, gula merah atau molase) dan air (Jalil Baari dkk., 2024). *Eco-enzyme* biasanya dimanfaatkan sebagai *hand sanitizer* dan desinfektan, sedangkan bagi kesehatan dapat digunakan untuk meredakan infeksi, alergi dan menyembuhkan luka (Safitri et al., 2021). Bagi dunia pertanian, *eco-enzyme* dapat digunakan sebagai pupuk bahkan pestisida. Penelitian oleh Arifah & Prima (2025) menunjukkan bahwa cairan *eco-enzyme* hasil fermentasi limbah buah dan sayur tidak hanya efektif membasmi bakteri, tetapi juga hemat biaya dan ramah lingkungan, sehingga dapat digunakan untuk membersihkan berbagai permukaan seperti lantai, toilet, dan dapur. Penelitian serupa juga mengungkapkan bahwa cairan ini dapat menggantikan pembersih kimia dalam rumah tangga (Tuhumury et al., 2024). Secara ekonomi, cairan ini dapat menghemat biaya karena dapat membasmi kuman sehingga dapat digunakan sebagai cairan pembersih seperti pel lantai, mencuci toilet, mencuci piring, membersihkan jendela serta minyak yang menempel pada permukaan kompor dan meja dapur (Agnafia et al., 2022). Berdasarkan hasil pernyataan tersebut, peneliti ingin mengetahui efektivitas penggunaan LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL pada materi bioteknologi terhadap sikap peduli lingkungan siswa.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (RnD) dengan model 4-D yang terdiri dari tahap *define, design, develop and disseminate.* Model penelitian ini dikembangkan oleh Thiagarajan dkk (1974). Model ini dipilih karena mampu menjamin kualitas produk pengembangan secara ilmiah melalui tahapan yang sistematik, berbasis validasi, dan relevan dengan konteks pengembangan media pembelajaran salah satunya berupa LKPD (Kurniawan & Dewi, 2017).

Tahap pendefinisan *(define)*

Tahapan pendefinisian merupakan tahap awal dalam prosedur pengembangan yang mencakup semua kegiatan pengambilan data untuk analisis kebutuhan. Tahapan pendefinisian *(define)* meliputi 5 langkah pokok, yaitu analisis awal, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Analisis awal bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait permasalahan dalam pembelajaran. Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik guna menentukan model pembelajaran/ media yang sesuai. Analisis konsep merupakan kegiatan identifikasi dan penyusunan materi yang ajan disajikan. Analisis tugas disusun guna merumuskan tugas yang akan disajikan. Spesifikasi tujuan pembelajaran bertujuan untuk penjabaran kompetensi dasar ke dalam indikator dalam indikator yang lebih spesifik dan disesuaikan dengan hasil analisis materi dan analisis tugas yang dilakukan sebelumnya.

Tahap perancangan *(design)*

Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan rancangan perangkat pembelajaran. Hasil pada tahap perancangan ini disebut *draft 1*. Kegiatan pada tahap ini meliputi: pemilihan media yang berisi kegiatan menentukan media yang tepat dan sesuai untuk menyajikan materi bioteknologi yang sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan. Pemilihan media disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa. Selanjutnya adalah pemilihan format. Pada tahap ini peneliti memilih format untuk mendesain isi, pemilihan strategi pembelajaran, dan sumber belajar yang sesuai dengan prinsip, karakteristik, dan langkah–langkah yang sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan. Langkah terakhir adalah merancang LKPD awal yang diberi nama *draft I*.

Tahap pengembangan *(develop)*

Suatu pengembangan LKPD model PjBL pada tahap *develop* dilakukan sesuai hasil perancangan pada tahap *design.* Rancangan LKPD model PjBL dan instrumen yang sudah terselesaikan kemudian diuji validitasnya untuk menilai kelayakan produk LKPD yang dibuat. Proses validasi yang harus dilalui meliputi validasi ahli (ahli materi bioteknologi, ahli media dan ahli bahasa), uji coba terbatas (guru dan siswa), dan uji coba luas dalam setting kuasi eksperimen dengan *Nonequivalent control group design*, yakni dengan peneliti mengisi lembar observasi sikap peduli lingkungan yang telah dibuat terhadap kelas eksperimen dan kelas kontrol yang mendapat perlakuan hanya di kelas eksperimen.

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

Teknik pengambilan data sampel yakni menggunakan *purposive sampling* yang dipilih dari dua kelas yang memiliki karakteristik serupa terutama dalam hal sikap peduli lingkungan siswa. Setiap proses validasi akan mendapatkan koreksi sehingga harus dilakukan revisi sampai mendapatkan produk yang benar-benar layak.

Tahap penyebaran *(disseminate)*

Tahap penyebaran merupakan tahap penyebarluasan produk yang telah layak untuk semua pengguna. Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat pada skala yang lebih luas. Tujuan dari tahap penyebaran adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat di dalam KBM.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian adalah lembar validasi, angket respon peserta didik dan guru, serta instrumen lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa. Untuk mengetahui lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa telah memenuhi kualifikasi instrumen yang baik maka dilakukan validasi dahulu sebelum digunakan. Instrumen lembar observasi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan
1	Peduli Terhadap Lingkungan	Siswa dapat mengumpulkan berbagai jenis sampah organik dari pasar	4
2	Tanggap terhadap pengolahan sampah organik	Siswa dapat membuat dan menghasilkan produk *eco-enzyme* dengan memanfaatkan sampah organik dari pasar	4
3	Peka terhadap pemanfaatan sampah anorganik	Siswa peka terhadap keberadaan sampah anorganik dengan memanfaatkannya sebagai wadah yang digunakan untuk proses pembuatan *eco-enzyme*	4
4	Tanggungjawab untuk melestarikan lingkungan	Siswa dapat memanfaatkan produk *eco-enzyme* untuk berbagai perawatan pelestarian	4

Validasi instrumen lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa dilakukan untuk mengetahui kelayakan instrumen. Terdapat 16 pernyataan terkait sikap peduli lingkungan siswa. Penjabaran lebih lanjut terkait hasil validasi terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kesimpulan instrumen lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa

No Butir Pernyataan	Uji Validitas	Kesimpulan
1	Valid	Layak
2	Valid	Layak
3	Valid	Layak
4	Valid	Layak
5	Valid	Layak
6	Valid	Layak
7	Valid	Layak
8	Valid	Layak
9	Valid	Layak
10	Valid	Layak
11	Valid	Layak
12	Valid	Layak
13	Valid	Layak
14	Valid	Layak
15	Valid	Layak
16	Valid	Layak

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

Teknik analisis data

Teknik analisis data untuk menentukan kriteria ideal dari produk yang akan dikembangkan dapat berupa lembar validasi yang diberikan kepada para ahli. Data hasil angket yang didapat kemudian dikalkulasi dalam bentuk skor rata-rata per indikator. Analisis data untuk mengukur respons awal pengguna terhadap produk yang dikembangkan didapatkan dari angket respon siswa dan guru. Data yang didapatkan kemudian dihitung rata-rata skor angket tiap indikator kemudian dibuat persentase untuk mengetahui tingkat kelayakan. Serta untuk mengukur efektivitas dan kelayakan produk dalam skala yang lebih luas teknik analisis data yang digunakan yaitu uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*, untuk mengetahui data itu berdistribusi normal atau tidak . Setelah itu uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kelas sampel berasal dari populasi yang sama atau tidak menggunakan uji *Laven's Test*. Untuk uji efektivitas menggunakan uji-t berupa *uji independent sample t-test*, jika *p-value* < 0,05, maka terdapat perbedaaan signifikan antara kedua kelompok.

HASIL

Tahap Pendefinisian (*Define)*

Tahap *Define* bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan kebutuhan pembelajaran sebagai dasar pengembangan produk. Kegiatan utama dalam tahap ini meliputi analisis awal, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran.

Analisis awal dilakukan untuk mengetahui masalah yang dihadapi dalam proses pembelajaran. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran, ditemukan beberapa permasalahan, antara lain materi masih disampaikan secara konvensional, sumber belajar terbatas dan belum sesuai dengan kebutuhan siswa, siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran, sikap peduli lingkungan siswa masih kurang.

Analisis peserta didik berupa kegiatan identifikasi terhadap karakteristik peserta didik. Analisis ini dilakukan melalui penyebaran angket dan wawancara kepada guru dan siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa guru masih menggunakan metode ceramah dan belum mengintegrasikan pembelajaran dengan model lain seperti proyek, sumber belajar hanya berupa buku paket sekolah serta sikap peduli lingkungan siswa berada pada kategori cukup, namun belum optimal terlihat dalam perilaku nyata.

Analisis tugas dilakukan untuk memetakan Capaian Pembelajaran (CP) dan indikator pembelajaran yang akan dikembangkan dalam LKPD. Berdasarkan CP tersebut, dirancang tugas proyek berupa identifikasi masalah lingkungan di sekitar sekolah dan pembuatan proyek terkait sikap peduli lingkungan siswa dengan membuat *eco-enzyme*.

Hasil analisis konsep menunjukkan bahwa materi yang berhubungan dengan ekosistem, interaksi makhluk hidup, dan peran manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan sangat relevan untuk disajikan secara kontekstual melalui pendekatan proyek. Konsep-konsep ini juga dapat mendorong pembentukan sikap peduli lingkungan apabila dikaitkan dengan isu nyata seperti pencemaran lingkungan melalui sampah organik dan anorganik.

Spesifikasi tujuan merupakan kegiatan guna merumuskan tujuan pembelajaran yang berdasar pada hasil analisis konsep maupun analisis tugas, serta disesuaikan dengan materi yang termuat pada LKPD yaitu materi bioteknologi. Adapun tujuan pembelajaran yaitu siswa dapat memahami pengertian bioteknologi, menyebutkan jenis-jenis bioteknologi, menjelaskan prinsip bioteknologi, dan mengidentifikasi penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap Perancangan *(Design)*

Tahap *design* merupakan langkah penting dalam proses pengembangan produk pembelajaran. Pada tahap ini, dilakukan perencanaan sistematis terhadap bentuk, isi, strategi, dan instrumen evaluasi dari produk yang akan dikembangkan meliputi:

Kegiatan penyususnan instrumen yang disusun berupa instrumen kelayakan teoretis dan empiris LKPD serta instrumen kepraktisan LKPD. Instrumen kelayakan teoretis meliputi angket validasi materi, angket validasi media, serta angket validasi bahasa. Instrumen kelayakan empiris berupa lembar observasi untuk melatih sikap peduli ingkungan siswa. Instrumen kepraktisan mencakup angket respon guru dan angket respon siswa. Pada instrumen kelayakan empiris yang berupa lembar observasi sikap peduli lingkungan siswa dilakukan validasi terlebih dahulu sebelum digunakan.

Pemilihan media yang digunakan adalah media pembelajaran *print-out* berupa LKPD yang dipadukan dengan model *PjBL* (PjBL) pada

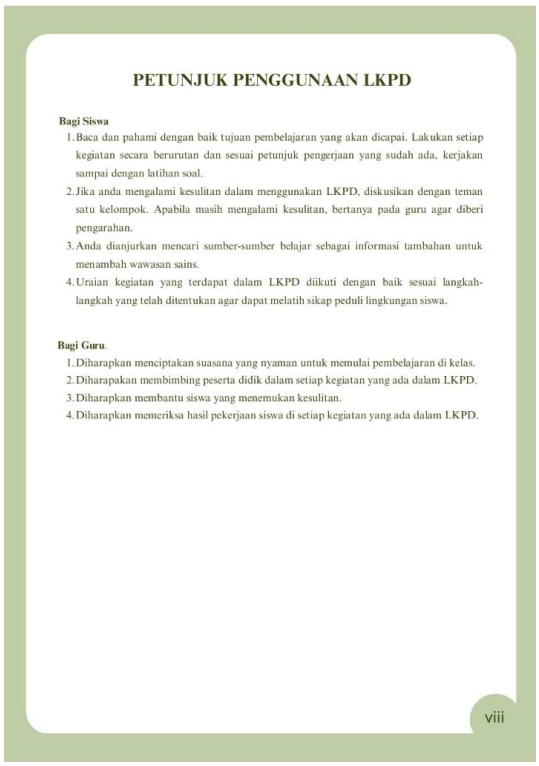
Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

materi bioteknologi pembuatan *eco-enzyme*. **L**KPD disusun berdasarkan langkah-langkah sintaks *PjBL* yang meliputi Orientasi terhadap masalah dengan memberikan pertanyaan pemantik tentang limbah dan pencemaran**,** perencanaan proyek siswa dengan menyusun rencana pembuatan *eco-enzyme*, pelaksanaan proyek dengan siswa membuat *eco-enzyme* dan mencatat prosesnya**,** monitoring proyek LKPD dengan menyediakan tabel log harian fermentasi**,** evaluasi hasil proyek dengan melakukan refleksi dan laporan proyek dimuat dalam LKPD**,** presentasi hasil siswa dengan mempresentasikan hasil dan manfaat *eco-enzyme.*

Perancangan format LKPD dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip kepraktisan dan keterbacaan bagi siswa. Struktur LKPD dirancang sistematis agar memandu siswa melalui seluruh tahapan pembelajaran berbasis proyek. Adapun struktur LKPD yang dirancang meliputi halaman judul, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, pertanyaan pemantik, sintaks PjBL, refleksi siswa, dan penilaian sikap peduli lingkungan.

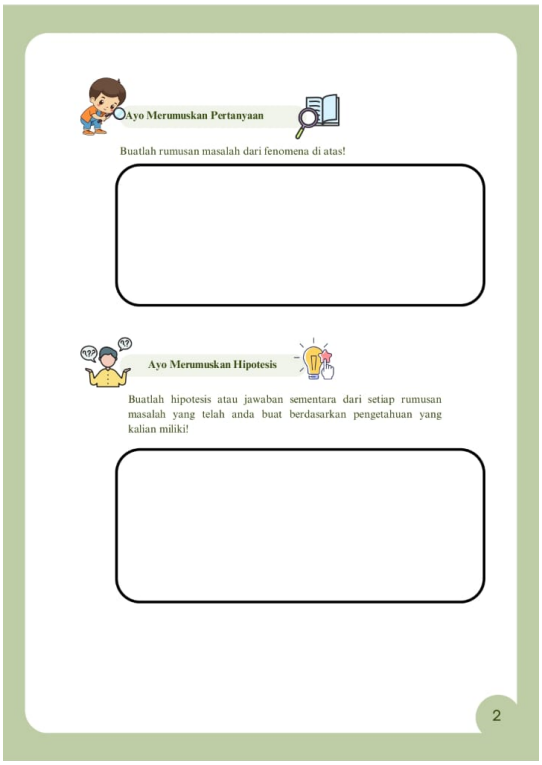
Rancangan awal produk LKPD dibuat menggunakan *Microsoft Word*. Langkah pertama ialah merancang materi yang disajikan dalam LKPD yaitu bioteknologi pembuatan *eco-enzyme* kelas IX SMP. Penyusunan materi diawali dengan menganalisis capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran (ATP) materi bioteknologi serta mencari sumber referensi terkait materi baik dari buku maupun jurnal. Kemudian mendesainnya diaplikasi *canva*. Berikut beberapa cuplikan bagian dari LKPD yang dikembangkan.

Gambar 1. Sampul depan

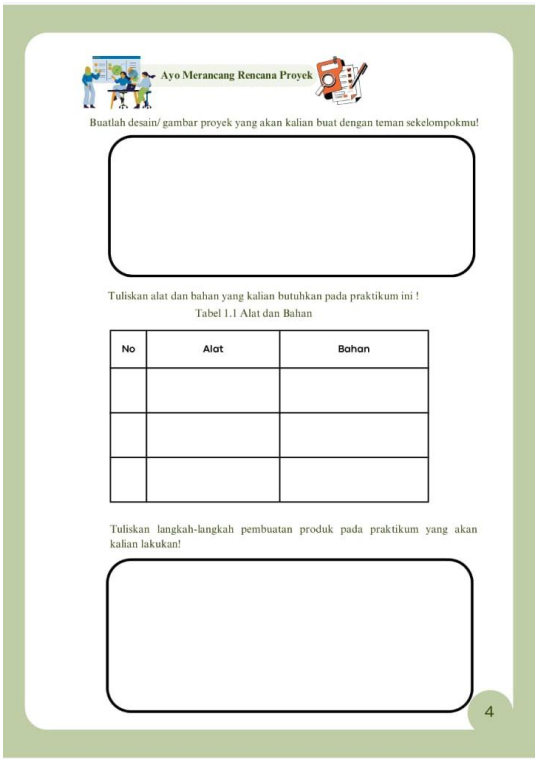


Gambar 2. Petunjuk penggunaan

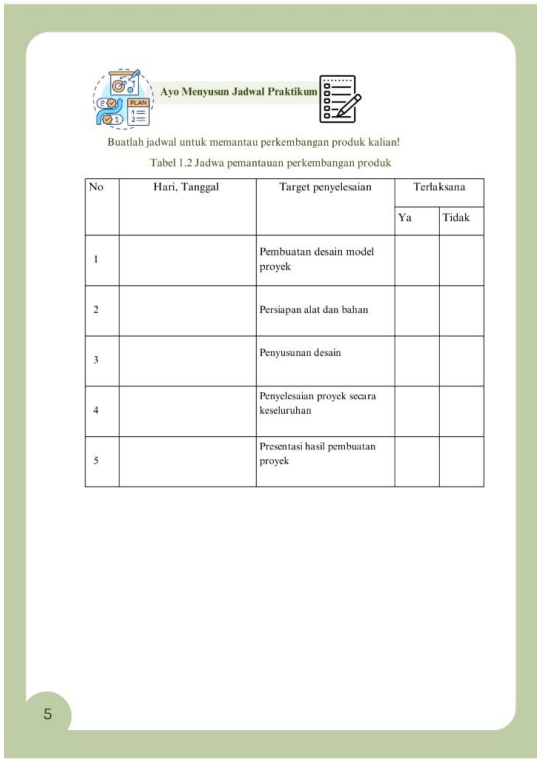
Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458



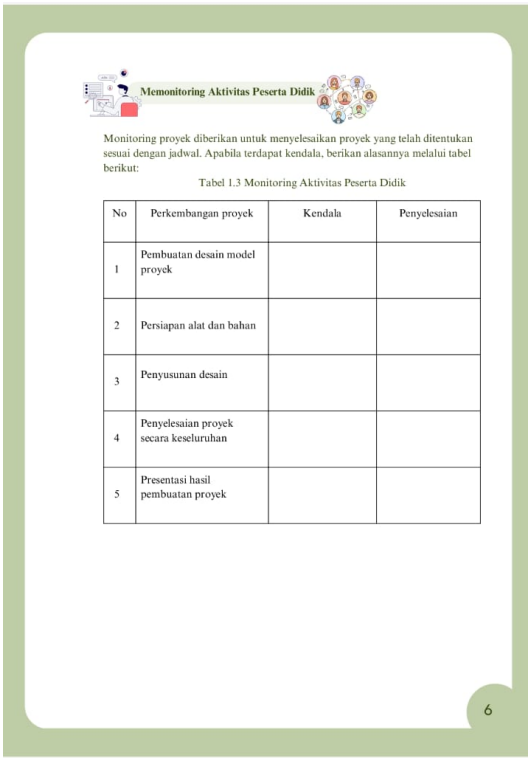
Gambar 3. Kegiatan pada sintaks mengajukan pertanyaan



Gambar 4. Kegiatan pada sintaks merancang proyek

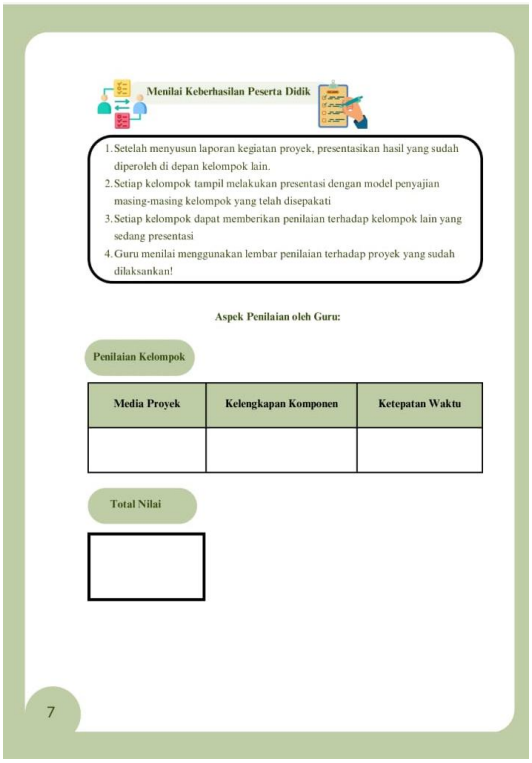


Gambar 5. Menyusun jadwal proyek

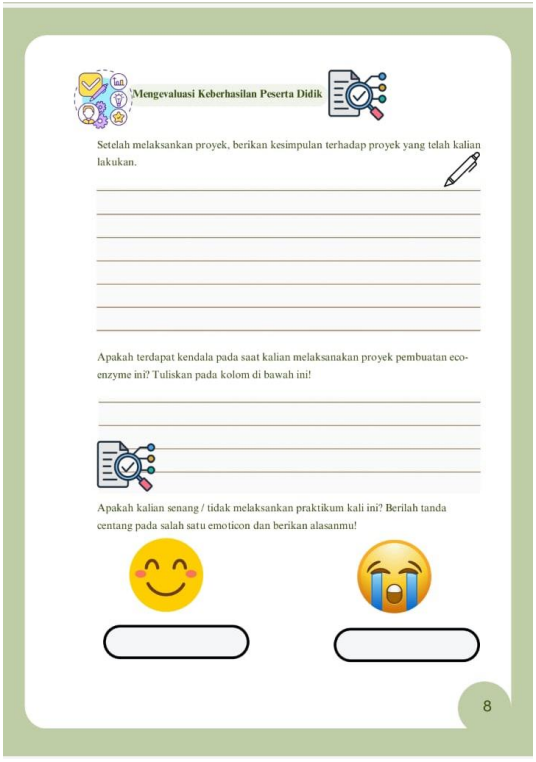


Gambar 6. Memonitoring peserta didik

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458



Gambar 7. Menilai keberhasilan peserta didik



Gambar 8. Mengevaluasi pengalaman peserta didik

Tahap Pengembangan *(Development)*

Tahap *Develop* merupakan fase penting dalam model pengembangan 4D yang bertujuan untuk melakukan validasi, uji coba terbatas dan uji coba luas.

Validasi Ahli

Melakukan validasi LKPD yang telah dikembangkan oleh validator ahli. Terdapat tiga validator ahli yaitu ahli media, bahasa dan materi. Penilaian hasil validasi LKPD disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil validasi LKPD

No	Aspek yang dinilai	Persentase Validator (%)			Persentase (%)	Kategori
		V1	V2	V3		
1	Komponen isi	80%	93%	94%	89%	Sangat Valid
2	Komponen kesesuian LKPD dengan model PjBL	85%	90%	87%	87%	Sangat Valid
3	Komponen kesesuaian LKPD untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa	90%	90%	87%	89%	Sangat Valid
4	Aspek penyajian	91%	89%	95%	91%	Sangat Valid
5	Aspek kegrafikan	93%	90%	89%	90%	Sangat Valid
6	Komunikatif	89%	92%	90%	90%	Sangat Valid
7	Ketepatan penggunaan bahasa	85%	95%	89%	89%	Sangat Valid
Rata-rata Skor		87%	91%	90%	89%	Sangat Valid

Berdasarkan analisis angket validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa, terkait LKPD yang dikembangkan dapat diketahui bahwa pada aspek komponen isi diperoleh rata-rata hasil sebesar 89% dengan kriteria sangat valid, hal tersebut menunjukkan bahwa komponen materi yang disajikan dalam LKPD sudah sesuai. Pada aspek Komponen kesesuian LKPD dengan model PjBLmendapatkan skor rata-rata sebesar 87% dengan kriteria sangat valid, menunjukkan bahwa LKPD sudah menggunakan model PjBL yang sesuai. Pada Komponen kesesuaian LKPD untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa mendapatkan rata-rata sebesar 89% dengan

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

kriteria sangat valid, hal ini berarti konten yang berada didalam LKPD dapat melatih sikap peduli lingkungan siswa. Kemudian pada aspek penyajian mendaptakn rata-rata skor sebesar 91% dengan kriteria sangat valid, maka hal tersebut menunjukkan bahwa sistematika penyajian sudah sesuai dengan isi LKPD, serta terdapat daftar isi dan daftar pustaka yang cukup jelas. Pada aspek kegrafikan di dapatkan perhitungan skor rata-rata sebesar 90% dengan kriteria sangat valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistematika aspek kegrafikan sudah konsisten dalam pemilihan warna, jenis *font*, ukuran *font*, serta tampilan gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan . Selanjutnya pada aspek komunikatif didapatkan skor rata-rata sebesar 90% dengan kriteria sangat valid, hal tersebut berarti bahasa pada LKPD mudah dipahami oleh pembaca. Pada aspek ketepatan penggunaan bahasa didapatkan rata-rata skor sebesar 89% dengan kriteria sangat valid, maka bahasa yang disajikan sesuai dengan kaidah penggunaan bahasa yang tepat. Berdasarkan rata-rata semua aspek mendapatkan skor sebesar 89% dengan kriteria sangat valid. Hasil evaluasi validitas LKPD yang dikembangkan menunjukkan bahwasanya LKPD sangat valid dan dapat efektif digunakan untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa.

Uji Coba Terbatas

LKPD yang telah divalidasi kemudian diuji cobakan kepada sekelompok kecil siswa dan 1 guru IPA untuk melihat keterbacaan, daya tarik, dan kepraktisan produk. Hasil kepraktisan LKPD dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil kepraktisan

No	Aspek Penilaian	Responden		Persentase%	Kategori
		Siswa	Guru		
1	Tampilan	91%	93%	92%	Sangat Praktis
2	Penyajian materi	85%	84%	85%	Sangat Praktis
3	Manfaat	89%	90%	90%	Sangat Praktis
4	Waktu	85%	87%	86%	Sangat Praktis
5	Evaluasi	80%	83%	82%	Praktis
	Rata-rata Skor	86%	87%	87%	Sangat Praktis

Berdasarkan angket respon peserta didik dan guru untuk mengetahui kepraktisan LKPD yang dikembangkan diketahui mendapatkan rata-rata skor secara keseluruhan sebesar 87% dengan kriteria sangat praktis. Pada aspek 1 diperoleh persentase sebesar 92% dengan kriteria sangat praktis, hal tersebut menandakan bahwa komponen-komponen LKPD disajikan dengan baik sehingga siswa mampu memahami isi LKPD dengan mudah. Pada aspek 2 diperoleh persentase 85% dengan kriteria sangat praktis, menandakan bahwa materi yang disajikan serta desain LKPD mampu menarik perhatian siswa dan dapat mempermudah pemahaman siswa. Selanjutnya aspek 3 memperoleh persentase 90% dengan kriteria sangat praktis, hal ini mendeskripsikan bahwa LKPD bermanfaat bagi siswa pada pembelajaran. Kemudian pada aspek 4 diperoleh persentase sebesar 86% dengan kriteria sangat praktis, artinya LKPD dapat mengoptimalkan siswa dalam pemanfaatan waktu pada saat pembelajaran. Pada aspek 5 diperoleh persentase sebesar 82% dengan kriteria praktis, hal ini menunjukkan bahwa evaluasi materi dan proyek yang terdapat dalam LKPD dapat membantu siswa dalam memahami konsep dan materi pembelajaran.

Setelah melaksanakan uji coba terbatas maka kita dapat melakukan revisi untuk menyempurnakan produk LKPD. Setelah dilakukan revisi berdasarkan hasil evaluasi uji coba terbatas, maka disusun langkah persiapan untuk uji coba diperluas yang melibatkan jumlah siswa lebih banyak (satu kelas utuh atau lebih) dan juga mempersiapkan instrumen lembar observasi terkait sikap peduli lingkungan siswa.

Uji Coba Luas

Setelah melalui uji coba terbatas dan dilakukan perbaikan berdasarkan masukan dari siswa dan ahli, pada tahap ini dilakukan uji coba luas terhadap LKPD yang dikembangkan. Uji coba luas dilaksanakan di salah satu SMP dengan melibatkan dua kelas IX. Kegiatan ini berlangsung selama 2–3 minggu yang mencakup fase perencanaan proyek, pelaksanaan fermentasi *eco-enzyme*, observasi, dokumentasi, dan refleksi. Setelah kegiatan praktikum selesai, peneliti dan observer menilai sikap peduli lingkungan siswa dengan mengisi

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

instrumen lembar observasi yang telah disediakan. Pengolahan data terdapat perbedaan hasil antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data yang didapat disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Data hasil penelitian

Kelas	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	25	25
Rata-rata	76,40	70,80
Simpangan Baku	6,10	5,80
Skor Tertinggi	89	82
Skor Terendah	65	60

Skor sikap peduli lingkungan siswa pada kelompok eksperimen diperoleh rata-rata 76,40. Sehingga menunjukkan bahwa LKPD berpengaruh terhadap sikap peduli lingkungan siswa. Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Kelas_Eksperimen	0,957	25	0,363
Kelas_Kontrol	0,957	25	0,060

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh nilai sig kelas eksperimen 0,363 >0,05 dan sig kelas kontrol 0,060 > 0,05 dapat dikatakan bahwa data adalah normal. Hal ini juga sesuai dengan uji homogenitas dengan menggunakan *laven's test*. Perhitungan data disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji homogenitas

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil SPL	Based on Mean	0,020	1	48	0,888
	Based on Median	0,039	1	48	0,844
	Based on Median and with adjusted df	0,039	1	44.361	0,844
	Based on trimmed mean	0,027	1	48	0,871

Berdasarkan tabel hasil uji homogenitas di atas dapat diketahui bahwa nilai *Based on Mean* sebesar 0,888 yang berdistribusi homogen karena 0,888 > 0,05 serta menandakan bahwa data yang didapat tidak jauh berbeda dengan populasi dari keragamannya. Sedangkan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa dengan uji efektivitas menggunakan *uji-t independent sample t-test*, yang disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil independent sample t-test

		Sig.	t	Significance	Mean Difference
Hasil SPL	Equal Variances assumed	0,888	3,449	0,001	5,600

Berdasarkan perhitungan uji-t dengan taraf signifikansi 5% dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata sikap peduli lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol. Nilai t sebesar 3,449 dan tingkat signifikansi 0,001 yang lebih kecil dari 0,05, maka dapat dikatakan bahwa penggunaan LKPD efektif digunakan dalam melatih sikap peduli lingkungan. Setelah melaksanakan uji efektivitas, peneliti juga melakukan uji kepraktisan LKPD untuk mengetahui seberapa praktis produk digunakan oleh pengguna. Hasil kepraktisan LKPD dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil kepraktisan

No	Aspek Penilaian	Responden		Persentase%	Kategori
		Siswa	Guru		
1	Tampilan	90%	93%	92%	Sangat Praktis
2	Penyajian materi	90%	95%	92%	Sangat Praktis

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

No	Aspek Penilaian	Responden		Persentase%	Kategori
		Siswa	Guru		
3	Manfaat	93%	94%	93%	Sangat Praktis
4	Waktu	92%	96%	94%	Sangat Praktis
5	Evaluasi	89%	90%	89%	Sangat Praktis
	Rata-rata Skor	91%	93%	92%	Sangat Praktis

Berdasarkan angket respon peserta didik dan guru untuk mengetahui kepraktisan LKPD yang dikembangkan diketahui mendapatkan rata-rata skor secara keseluruhan sebesar 92% dengan kriteria sangat praktis.

Tahap Penyebaran (***Disseminate)***

Setelah media diuji dan memiliki hasil yang positif terhadap siswa dalam melatih sikap peduli lingkungan. Tahap selanjutnya adalah penyebaran LKPD *eco-enzyme* berbasis *PjBL* kepada sekolah yang memiliki kriteria seperti SMP yang digunakan peneliti untuk penelitian. Dalam penyebaran di sekolah tersebut dilakukan dengan sosialisasi kepada guru IPA serta memberikan LKPD berupa *print-out*. Selain itu, peneliti juga memasukkan hasil penelitan ke jurnal terakreditasi nasional.

PEMBAHASAN

Proses pembelajaran dapat menggunakan LKPD berbasis proyek yang disesuaikan dengan materi yang akan diajarkan, salah satunya yaitu terkait materi bioteknologi yang dihubungkan dengan pemanfaatan sampah di lingkungan sekitar. Pembelajaran berbasis proyek *(Project-Based Learning)* merupakan pendekatan yang melibatkan siswa dalam kegiatan nyata dan bermakna untuk menghasilkan produk tertentu (Wayan Rati et al., 2017). Dalam konteks peduli terhadap lingkungan, model ini sangat relevan untuk membentuk kepedulian lingkungan sekaligus meningkatkan hasil belajar siswa. Hal tersebut karena LKPD disusun berdasarkan sintaks pada model PjBL yang dapat melatih indikator-indikator dalam sikap peduli lingkungan.

Sintaks pertama model PjBL adalah menentukan pertanyaan dasar. Kegiatan ini membuka kesadaran dan empati siswa terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka. Pada sintaks ini merangsang kemampuan berpikir kritis dan memahami konsep-konsep dasar tentang lingkungan siswa (Emira Hayatina Ramadhan & Hindun Hindun, 2023). Sintaks kedua yaitu merancang rencana proyek, yang mana disini siswa merasa memiliki tanggung jawab terhadap proyek yang mereka bangun bersama, sehingga sikap aktif dan kepedulian mulai terbentuk. Pada kegiatan ini dapat melatih keterampilan perencanaan, berpikir sistematis, dan pengorganisasian informasi (Akhyaruddin, 2022). Lalu sintaks ketiga yaitu menyusun jadwal, berupa kegiatan untuk melatih disiplin dan komitmen terhadap tindakan lingkungan (Pradika Putri et al., 2023). Diharapkan dapat menumbuhkan kemampuan manajemen waktu dan berpikir logis.

Sintaks keempat yaitu memonitoring aktivitas peserta didik, siswa terus diingatkan akan dampak nyata dari tindakan mereka terhadap lingkungan. Melalui kegiatan tersebut siswa belajar melalui refleksi, evaluasi mandiri, dan revisi terhadap kesalahan konsep atau informasi peserta didik dalam tahap pembuatan proyek (Niswara & Fita Asri Untari, 2019). Sintaks ke lima yaitu menilai keberhasilan peserta didik. Kegiatan ini membuat siswa merasa bangga dan melihat dampak positif dari aksi mereka yang dapat memperkuat sikap peduli lingkungan. Hal tersebut sependapat dengan Ibnu Sholeh et al (2024) bahwasanya kegiatan tersebut juga dapat meningkatkan kemampuan analisis, sintesis, dan komunikasi ilmiah. Sintaks terakhir yaitu mengevaluasi pengalaman peserta didik dengan refleksi memperdalam kesadaran nilai dan mendorong keberlanjutan sikap positif terhadap lingkungan.

Hasil akhir dari rangkaian tahap *define, design, develop, dan disseminate* berupa produk LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL yang layak secara teoretis dan empiris serta praktis untuk digunakan. Secara garis besar, produk LKPD tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari produk LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL yaitu LKPD berorientasi pada model PjBL sehingga mampu melatih berbagai kemampuan siswa salah satunya melatih sikap peduli lingkungan, lebih fleksibel dan praktis karena dapat digunakan diberbagai tempat dan mudah diakses tanpa memerlukan koneksi internet atau perangkat elektronik, membantu peserta didik memahami materi dengan cara yang lebih sistematis dan terstruktur, serta mempermudah dalam membuat catatan.

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

Adapun kekurangan dari produk LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL ialah disajikan dalam bentuk *paper print-out* sehingga lebih terbatas dalam menyajikan materi yang lebih kompleks serta untuk biaya cetak relative mahal.

LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL tidak hanya efektif dalam mendukung pembelajaran IPA, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai media pembentukan karakter dan pendidikan lingkungan jangka panjang. Ke depan, LKPD ini dapat menjadi model pembelajaran yang kontekstual, kolaboratif, dan relevan dengan tantangan abad ke-21, serta menjadi bagian dari transformasi pendidikan Indonesia yang lebih bermakna dan berdaya guna.

Pengembangan LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL pada materi bioteknologi untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa diimplikasikan dengan dimanfaatkan sebagai media pembelajaran tambahan pada materi bioteknologi kelas IX semester genap dalam upaya melatih sikap peduli lingkungan siswa dan alternatif bagi guru dalam proses pembelajaran, dimana siswa dapat belajar mandiri karena sudah terdapat petunjuk penggunaan LKPD dan juga penyajian aktivitas siswa, serta kuis yang mampu menarik perhatian siswa. Dengan demikian, produk LKPD dapat menjadi referensi guru untuk menyampaikan materi bioteknologi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, pengembangan LKPD *eco-enzyme* berbasis PjBL pada materi bioteknologi untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa. Hal ini ditunjukkan adanya peningkatan pada sikap peduli lingkungan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD *eco - enzyme* berbasis PjBL pada materi bioteknologi terbukti efektif untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Agnafia, D. N., Rohmani, L. A., & Anfa, Q. (2022). Peningkatan pemahaman limbah organik rumah tangga dan cara pemanfaatannya melalui eco-enzyme. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(4), 2605. https://doi.org/10.31764/jmm.v6i4.8867

Akhyaruddin, A. (2022). Implementasi project based learning-case method (PjBL-CM) dalam pembelajaran morfologi Bahasa Indonesia. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 12(1), 1. https://doi.org/10.33087/dikdaya.v12i1.243

Angelia, Y., Supeno, S., & Suparti, S. (2022). Keterampilan proses sains siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA menggunakan model pembelajaran inkuiri. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8296–8303. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3692

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108224. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224

Arifah, F. N., & Prima, E. C. (2025). Testing the antimicrobial efficacy of eco-enzymes on *Staphylococcus aureus and Escherichia coli* as a participatory student activity in biotechnology material for food waste management. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 6(1), 1–10. https://doi.org/10.32939/symbiotic.v6i1.156

Baari, M. J., Alif, A., Na, L., Mbuli, F., Fazira, Y., Mukti, E. F., Indriani, W., Kurniawan, M. S. A., Hairia, W., & Anindita, F. (2024). Sosialisasi dan pelatihan pembuatan eco enzyme dari sampah organik rumah tangga di Desa Tanailandu Kabupaten Buton Tengah. *Journal of Human and Education*, 4(3), 393–398..

Berlian, M., Salsabilla, D., Junaidi, K., & Vebrianto, R. (2023). Pengembangan LKPD IPA untuk meningkatkan keterampilan proses sains: *Systematic literature review development* of science worksheets to improve science process skills: *Systematic literature review*. *Jurnal Sains dan Pendidikan Matematika*, 12(2). http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat

Darmawan, A., Sangaji, F., Korespondesi, E., & Kunci, K. (n.d.). Seberapa efektif penggunaan model pembelajaran scientific dalam praktikum ilmu pengetahuan alam. *Jurnal JASER (Jurnal Asesmen dan Riset)*. https://e-jurnal.iainsorong.ac.id/index.php/jaser

De Pauw, J. B., Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 7(11), 15693–15717. https://doi.org/10.3390/su71115693

Destiara, M., Himmah, N., & Indriyani, S. (2021). Pengembangan LKPD materi *Arthropoda* berbasis STEM berteknologi

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

augmented reality. *Journal of Biology Education*, 3(1). http://journal.walisongo.ac.id/index.php/bioeduca

Diwanul Mujahidin, M., Bayu Segara, N., & Galih Setyawan, K. (n.d.). Analisis implementasi projek penguatan profil pelajar Pancasila "gaya hidup berkelanjutan" dalam menanamkan peduli lingkungan di SMP Negeri 2 Taman. Vol 3(4).

Firman, Y., & Nardi, M. (n.d.). Analisis sikap peduli lingkungan pada siswa kelas VI sekolah dasar di Kota Ruteng: *The analysis on the sixth grade students' environmental care at elementary school in Ruteng.*

Jannah, S. R., Firmansyah, R., & Nurfitri, A. (2023). Penerapan model *project based learning* dalam menginisiasi kegiatan kolaboratif peserta didik pada pembelajaran biologi. *Jurnal Biologi*, 1(3), 1–10. https://doi.org/10.47134/biology.v1i3.1972

Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. (2019). Scientific literacy and science learning achievement at junior high school. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 630–636. https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20312

Kiranti, K. P. (2019). Pasar Bauntung Banjarbaru sebagai laboratorium IPS.

Kurnia, R. P., & Suryadharma, I. G. P. (2016). Perangkat pembelajaran biologi kegiatan ecotourism untuk mengasah keterampilan proses sains dan sikap peduli lingkungan. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 230. https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.12252

Kurniawan, D., & Dewi, S. V. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran dengan media *Screencast-O-Matic* mata kuliah Kalkulus 2 menggunakan model 4-D Thiagarajan.

López, J. A., & Palacios, F. J. P. (2024). Effects of a project-based learning methodology on environmental awareness of secondary school students. *International Journal of Instruction*, 17(1), 1–22. https://doi.org/10.29333/iji.2024.1711a

Muhammaditya, N., & Hardjosoekarto, S. (2021). Divergensi transformasi digital pengelolaan bank soal menghadapi era masyarakat 5.0. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 6(1), 54–77. https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i1.1893

Niswara, R., & Untari, M. F. A. (n.d.). Pengaruh model *project based learning* terhadap *high order thinking skill*.

Nurhadiyati, A., Rusdinal, R., & Fitria, Y. (2020). Pengaruh model *project based learning* (PJBL) terhadap hasil belajar siswa di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 327–333. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.684

Pradika Putri, N., Hadiati, S., & Sari, I. N. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis video animasi menggunakan aplikasi Videoscribe pada materi getaran dan gelombang peserta didik kelas VIII SMP Negeri 13 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Sains dan Aplikasinya* (JPSA), 6(1). https://doi.org/10.31571/jpsa.v6i1.6257

Ramadhan, E. H., & Hindun, H. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk membantu siswa berpikir kreatif. Protasis: *Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya*, 2(2), 43–54. https://doi.org/10.55606/protasis.v2i2.98

Romadhon, M. S., Dianita, E., & Susilawati, S. (n.d.). Studi komparatif: Hakikat bahan ajar modul dan LKPD pada mata pelajaran IPS dan PPKN di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Madrasah*, (1).

Safitri, I., Yuliono, A., Sofiana, M. S. J., Helena, S., Kushadiwijayanto, A. A., & Warsidah, W. (2021). Peningkatan kesehatan masyarakat Teluk Batang secara mandiri melalui pembuatan handsanitizer dan desinfektan berbasis eco-enzyme dari limbah sayuran dan buah. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 371–377. https://doi.org/10.30994/jceh.v4i2.248

Setiawan Lahope, K. (2022). Pengembangan pembelajaran TED *(Thematic-Exploration-Democratic)* dalam belajar fisika pada mata kuliah fisika lingkungan: *Development of TED (Thematic-Exploration-Democratic) learning in learning physics in environmental physics course.*

Sholeh, I., Munir, A., Tasya, D. A., Sokip, U., Syafi, A., Rosyidi, H., Arifin, Z., & Fatinnah, S. B. A. R. (2024). Penerapan pembelajaran berbasis proyek (PJBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Tinta*, 6(2).

Suswati, T. (2024). Peningkatan kepedulian lingkungan dan pemahaman tentang bidang datar tidak beraturan menggunakan media

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458

berbasis Adiwiyata pada siswa kelas VII SMPN 1 Batu. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora* (JPTWH), 3(1), 47–67. https://jurnal.widyahumaniora.org/

Tuhumury, N. C., Tuahatu, J., & Manuputty, G. D. (2024). Effect of eco-enzyme on water quality parameters in some rivers disembogued at Ambon Bay. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(4), 824–835. https://doi.org/10.29244/jpsl.14.4.824

Wardani, D. N. K. (2020). Analisis implementasi program Adiwiyata dalam membangun karakter peduli lingkungan. *Southeast Asian Journal of Islamic Education Management*, 1(1), 60–73. https://doi.org/10.21154/sajiem.v1i1.

Wayan Rati, N., Kusmaryatni, N., & Rediani, N. (2017). Model pembelajaran berbasis proyek, kreativitas dan hasil belajar mahasiswa.

Yıldız, E., & Şimşek, Ü. (2022). Identifying the subjects in which sixth-grade students have difficulty learning in science lessons, as well as the causes of the problems and possible *solutions. Journal of Qualitative Research in Education*, 22(32).

Yunansah, H., & Herlambang, Y. T. (2017). Pendidikan berbasis ekopedagogik dalam menumbuhkan kesadaran ekologis dan mengembangkan karakter siswa sekolah dasar. Januari, 9(1).

PROFIL SINGKAT

Oktaviana Yunanda Putri merupakan mahasiswa akhir semester 8 program studi Ilmu Pengetahuan Alam di STKIP Modern Ngawi. Saya memiliki minat dibidang pendidikan IPA. Dapat dihubungi melalui e-mail: oktavianayunandap@gmail.com

Desi Nuzul Agnafia, M.Pd merupakan dosen aktif di program studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam di STKIP Modern Ngawi. Beliau menyelesaikan S1 Pendidikan Biologi di Universitas Sebelas Maret, kemudian menyelesaikan S2 Pendidikan Sains di Universitas Sebelas Maret. Beliau dapat dihubungi melalui e-mail: desiagnaf@gmail.com

Qurrotul Anfa, M.Pd merupakan dosen aktif di program studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam di STKIP Modern Ngawi. Beliau menyelesaikan S1 Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Surabaya, kemudian menyelesaikan S2 Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Yogyakarta. Beliau dapat dihubungi mellaui e-mail : qurrotul.anfa@gmail.com

Copyright © 2025, JPMS, p-ISSN: 1410-1866, e-ISSN: 2549-1458