

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK PURIGAMI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK MELATIH KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH

Development of Purigami Student Worksheets on Problem Based Learning on Environmental Change Topic to Train Problem Solving Skills

Aulia Rahma Syita

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: auliarahma.21019@mhs.unesa.ac.id

Ulfi Faizah

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ulfifaizah@unesa.ac.id

Abstrak

Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) banyak diterapkan di sekolah pada materi perubahan lingkungan dengan menggunakan permasalahan kontekstual untuk melatih keterampilan memecahkan masalah. Salah satu sumber belajar yang dapat di manfaatkan peserta didik adalah buku panduan pengelolaan kompos berjudul Purigami (Pupuk Organik Limbah Jerami) dalam kegiatan PPK ORMAWA tahun 2022. Sumber belajar tersebut belum dilengkapi dengan LKPD, sehingga perlu dikembangkan LKPD yang dapat membantu kelancaran pembelajaran. Tujuan penelitian ini mengembangkan LKPD Purigami dalam pembelajaran PBL pada materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah. Parameter validitas meliputi aspek penyajian, isi, keterkaitan dengan PBL, keterkaitan indikator pemecahan masalah, dan bahasa. Metode penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) mencakup analisis kebutuhan, desain struktur LKPD, pengembangan konten, dan evaluasi. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian ini memperoleh LKPD yang memiliki kekhasan yaitu fitur *Let's Find Out, Let's Quest, Let's Inves, Let's Convery, Let's Reflect, Eco-Detect, Eco-Hypothesize, Eco-Investigate, Eco—Conclusion* sehingga peserta didik dilatih keterampilan pemecahan masalah terkait perubahan lingkungan dengan langkah-langkah PBL baik materi maupun praktiknya. Hasil validasi LKPD berdasarkan aspek penyajian sebesar 100% kategori sangat valid, aspek isi 97,7% dengan kategori sangat valid, keterkaitan dengan PBL sebesar 100% kategori sangat valid, keterkaitan dengan indikator pemecahan masalah sebesar 100% kategori sangat valid, dan aspek bahasa sebesar 100% kategori sangat valid. Diperoleh rata-rata validitas semua aspek 99,5% kategori sangat valid. Kesimpulan penelitian adalah telah dikembangkan LKPD Purigami yang dapat melatih keterampilan memecahkan masalah terkait limbah jerami dengan pembuatan kompos organik dan layak digunakan dalam pembelajaran sesuai dengan Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: PBL, Materi Perubahan Lingkungan, Keterampilan Memecahkan Masalah, Purigami.

Abstract

Problem Based Learning (PBL) learning is widely applied in schools on environmental change material by using contextual problems to train problem-solving skills. One of the learning resources that can be utilized by students is a compost management guidebook entitled Purigami (Organic Fertilizer for Straw Waste) in the 2022 PPK ORMAWA activities. The learning resources are not yet equipped with LKPD, so it is necessary to develop LKPD that can help smooth learning. The purpose of this study is to develop Purigami LKPD in PBL learning on environmental change material to train problem-solving skills. Validity parameters include aspects of presentation, content, relevance to PBL, relevance to problem-solving indicators, and language. This research method uses the 4D development model (*Define, Design, Develop, Disseminate*) including needs analysis, LKPD structure design, content development, and evaluation. Data were analyzed descriptively quantitatively. The results of this study obtained LKPD that has unique features, namely the *Let's Find Out, Let's Quest, Let's Invest, Let's Convert, Let's Reflect, Eco-Detect, Eco-Hypothesize, Eco-Investigate, Eco—Conclusion* so that students are trained in problem-solving skills related to environmental change with PBL steps, both in terms of material and practice. The validation results of LKPD based on the presentation aspect are 100% in the very valid category, the content aspect is 97.7% in the very valid category, the aspect of relevance to PBL is 100% in the very valid category,

the relevance to problem-solving indicators is 100% in the very valid category, and the language aspect is 100% in the very valid category. The average validity of all aspects is 99.5% in the very valid category. The conclusion of the study is that the Purigami LKPD has been developed which can train problem-solving skills related to straw waste with the making of organic compost and is suitable for use in learning according to the Merdeka Curriculum

Keywords: PBL, Environmental Change Material, Problem Solving Skills, Purigami.

PENDAHULUAN

Perubahan lingkungan global seperti perubahan iklim, pencemaran udara, dan hilangnya keanekaragaman hayati kini dirasakan di seluruh dunia, termasuk di sekitar kita (Sado, 2020). Penting bagi peserta didik untuk memahami bahwa dampak tersebut tidak hanya terjadi pada tingkat global, tetapi juga memengaruhi kehidupan lokal mereka secara langsung (Fadhil & Kuntjoro, 2021). Dengan kesadaran ini, diharapkan mereka dapat melihat pentingnya peran aktif dalam menjaga dan memperbaiki kondisi lingkungan. Kebebasan belajar peserta didik secara fleksibel dan kontekstual merupakan karakter Kurikulum Merdeka, terutama dalam pelajaran biologi yang membahas perubahan lingkungan. Mereka dapat memahami mekanisme perubahan lingkungan serta mencari solusi melalui pendekatan ilmiah. Pembelajaran ini sejalan dengan Tujuan SDGs, seperti SDG 4 tentang pendidikan berkualitas, SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, dan SDG 15 tentang ekosistem daratan (Irhamsyah, 2019). Peserta didik diharapkan mampu berpikir kritis dan inovatif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Dengan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan aplikatif, mereka bisa berperan aktif dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Dengan perantara pembelajaran, peserta didik akan memahami dampak perubahan lingkungan secara global, tetapi juga mampu berkontribusi secara lokal untuk menyelesaikan masalah lingkungan di sekitar mereka (Iswantini, 2017).

Kemampuan pemecahan masalah adalah proses menghadapi kesulitan untuk mencapai tujuan yang diharapkan, dan penting dikembangkan pada peserta didik karena pemahaman tentang penyebab masalah diperlukan sebelum memecahkannya (Palennari dkk, 2021; Segening dkk, 2022). Peserta didik yang terampil dalam memecahkan masalah terbiasa menggunakan teori dan konsep yang relevan, seperti menyusun rumusan masalah, hipotesis, menguji, dan menarik kesimpulan (Ramdhani dkk, 2022). Kemampuan ini sangat penting, terutama untuk menghadapi permasalahan lingkungan yang menuntut solusi solutif (Fadhil & Kuntjoro, 2021). Model pembelajaran PBL efektif meningkatkan keterampilan ini dengan memberikan permasalahan yang kontekstual, mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, dan

membimbing mereka melalui proses penyelidikan hingga evaluasi (Sani & Ambarwati, 2024). Salah satu topik relevan dalam PBL adalah perubahan lingkungan, yang mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan kehidupan makhluk hidup (Milatti & Fitrihidajati, 2024).

Penelitian sebelumnya mengenai pengembangan LKPD berbasis PBL materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan proses sains yang valid dilakukan di MAN 2 Gresik, dengan fokus pada masalah pencemaran seperti hujan asam dan pencemaran air akibat deterjen. Hasil validasi menunjukkan hasil sebesar 91,94%, yang termasuk dalam kategori valid (Margareta & Purnomo, 2018). Penelitian serupa juga tentang LKPD berbasis PBL yang terintegrasi dengan sikap peduli lingkungan pada materi perubahan lingkungan juga dinyatakan sangat valid, dengan hasil teoritis sebesar 92,47%. LKPD tersebut dianggap layak secara teoritis untuk melatih keterampilan pemecahan masalah pada kelas X SMA, ditinjau dari aspek kevalidan konstruksi, teknis, dan didaktik (Fadhil & Kuntjoro, 2021). Penelitian-penelitian tersebut belum memanfaatkan atau menggunakan sumber belajar yang spesifik, sehingga kegiatan pembelajaran yang digunakan cenderung umum dan kurang sesuai.

Untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran PBL pada materi perubahan lingkungan, diperlukan sumber belajar yang tepat. Salah satu sumber belajar yang dapat dimanfaatkan adalah buku panduan pengelolaan kompos berjudul "Purigami" (Pupuk Organik Limbah Jerami) yang telah dikembangkan dalam kegiatan PPK ORMAWA tahun 2022 pada program Pemberdayaan Kelompok Tani Muda Desa Tawangrejo Lamongan. Buku ini menyajikan informasi mengenai pengelolaan limbah jerami menjadi pupuk organik yang dapat digunakan sebagai acuan sumber belajar pada materi perubahan lingkungan serta dapat melatih keterampilan pemecahan masalah. Namun, buku panduan "Purigami" belum dilengkapi dengan LKPD yang dapat mengarahkan pelaksanaan pembelajaran berbasis masalah. LKPD merupakan salah satu bahan ajar yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran dan melatih keterampilan tertentu. Oleh karena itu, perlu dikembangkan LKPD berbasis PBL yang terintegrasi dengan buku panduan "Purigami" untuk melatih keterampilan memecahkan masalah peserta didik pada

materi perubahan lingkungan. LKPD ini berisi aspek yang mampu mengintegrasikan ketrampilan pemecahan masalah melalui metode pembelajaran yaitu *Problem Based Learning*. Ketercapaian indikator pemecahan masalah dilatih melalui aktivitas di setiap sintaks PBL dengan fitur *Let's Find Out, Let's Quest, Let's Inves, Let's Convery, dan Le'ts Reflec, Eco-Detect, Eco-Hypothesize, Eco-Investigate, Eco-Conclusion* dapat mendukung proses dalam pembelajaran.

Pengembangan LKPD Purigami diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah dengan ketersediaan sumber belajar yang mendukung. Dengan adanya LKPD ini, pembelajaran akan lebih terstruktur dan terarah dalam melatih keterampilan memecahkan masalah peserta didik melalui kegiatan yang terdapat dalam buku panduan "Purigami". Selain itu, pengembangan LKPD juga bisa digunakan untuk referensi bagi guru dalam mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum Merdeka Belajar. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan LKPD Purigami dalam pembelajaran PBL pada materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah. Manfaat penelitian ini adalah peserta didik dapat belajar memecahkan masalah di lingkungan sekitarnya berdasarkan contoh-contoh kontekstual yang disajikan dalam buku panduan "Purigami" melalui kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam LKPD berbasis PBL. Dengan demikian, diharapkan peserta didik dapat meningkatkan keterampilan memecahkan masalah, khususnya pada materi perubahan lingkungan, serta menjaga kelestarian lingkungan melalui pemanfaatan limbah organik menjadi pupuk kompos.

METODE

Penelitian ini adalah jenis penelitian pengembangan yang menggunakan 4D models dan data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. 4D models terdiri dari *Define, Design, Develope, and Disseminate*, tetapi pada riset ini tahap *Disseminate* hanya dengan penerbitan artikel. Model pengembangan 4D memiliki kelebihan yaitu penjabaran tujuan pembelajaran dilakukan dengan mudah karena melibatkan analisis konsep dan tugas. Selain itu, setiap prosedur pada pengembangan 4D dijelaskan secara detail dan cocok jika digunakan untuk mengembangkan produk seperti LKPD.

Tahap *define* meliputi tahap (1) Analisis kurikulum yakni menggunakan Kurikulum Merdeka Belajar pada fase E. Fase E merupakan fase yang diterapkan pada kelas X SMA/Sederajat; (2) Analisis peserta didik yaitu pada 20 orang dengan rentang usia rata-rata 15-16 tahun; (3)

Analisis konsep, konsep yang akan dipelajari terkait perubahan lingkungan; (4) Analisis dan (5) perumusan tujuan pembelajaran juga sama-sama mencakup menganalisis, menetapkan dan merancang.

Tahap *design* terbagi menjadi tiga bagian meliputi: (1) Bagian awal LKPD berisi sampul depan, identitas, (instansi, kelas, nama kelompok dan anggota kelompok), prakata, daftar isi, pendahuluan, petunjuk penggunaan LKPD, keterkaitan fitur LKPD dengan langkah PBL dan indikator keterampilan pemecahan masalah; (2) Bagian isi LKPD berisi sajian isi, ringkasan materi (informasi pendukung), fitur-fitur, soal-soal dan praktikum; (3) Bagian akhir LKPD berisi daftar pustaka dan sampul belakang. Tahap *develop* terbagi menjadi 2 langkah, yaitu telaah, validasi. Data penelitian berupa hasil validasi produk LKPD. Teknik pengumpulan data menggunakan metode validasi dan telaah Telaah draf I oleh dosen pembimbing untuk memperoleh komentar dan saran untuk direvisi. Revisi draf I menghasilkan draf II kemudian dilakukan validasi oleh dua dosen ahli materi dan pendidikan untuk mendapatkan penilaian, komentar dan saran untuk direvisi. Revisi draf menghasilkan draf final. Lembar validasi disusun berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

Tahap *disseminate* adalah tahap akhir dari model pengembangan 4D. Namun, tahap *disseminate* berupa publikasi artikel. Parameter penelitian berupa validitas Validitas mencakup komponen kelayakan penyajian, isi dan bahasa yang dinilai menggunakan skala Likert dengan 5 poin, 1-5 (tidak baik–sangat baik). Validasi, dilakukan dengan mengisi lembar validasi yang diberikan kepada dua dosen ahli dari Jurusan Biologi Unesa dan seorang guru biologi dilibatkan sebagai validator. Pertanyaan dalam instrumen validasi disusun sesuai dengan tujuan penelitian, yang mencakup lima aspek, yaitu: (1) kelayakan penyajian, (2) kelayakan isi, (3) kelayakan bahasa, (4) kesesuaian dengan pendekatan Problem Based Learning (PBL), dan (5) pencapaian aspek keterampilan pemecahan masalah.

Dalam analisis validitas LKPD berbasis Problem Based Learning, data diperoleh dari hasil penilaian para validator dalam bentuk skor pada setiap kriteria yang telah ditetapkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert.

Skor	Kategori	Keterangan
5	Sangat baik	Jika memenuhi lima aspek penilaian.
4	Baik	Jika memenuhi empat aspek penilaian.
3	Cukup baik	Jika memenuhi tiga aspek penilaian.
2	Kurang baik	Jika memenuhi dua aspek penilaian.
1	Tidak baik	Jika memenuhi hanya satu aspek penilaian.

(Riduwan,2016)

Skor yang diperoleh dari analisis menggunakan skala Likert dimanfaatkan untuk menghitung persentase tingkat validitas dari setiap komponen LKPD yang dinilai oleh masing-masing validator dengan rumus berikut:

$$\% = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

LKPD Purigami berbasis PBL dinyatakan valid dan layak digunakan apabila didapatkan nilai rata-rata dari para validator sebesar $\geq 75\%$ (Riduwan, 2016). Hasil persentase validitas LKPD diinterpretasi menggunakan kriteria interpretasi skor validitas pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Indikator Hasil Pengolahan Data

Skor	Kategori
88-100	Sangat valid
75-87	Valid
49-61	Kurang valid
0-48	Tidak valid

(Riduwan, 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan LKPD Purigami berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi Perubahan Lingkungan yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Pengembangan LKPD ini dilakukan dengan memanfaatkan Canva dan divalidasi untuk menilai kelayakannya. Proses pengembangan meliputi tahap define (analisis kurikulum, konsep, tugas, dan tujuan pembelajaran), tahap design (penyusunan dan revisi draft I), tahap develop (validasi draft II oleh dosen ahli serta revisi menjadi draft III), dan tahap disseminate melalui seminar nasional serta proses publikasi.

Hasil Pengembangan LKPD Purigami

Penelitian ini menghasilkan LKPD Purigami berbasis PBL yang valid untuk melatih keterampilan pemecahan masalah siswa kelas X SMA pada materi Perubahan Lingkungan. LKPD terdiri dari tiga bagian utama: pendahuluan (memuat identitas, petunjuk penggunaan, dan tujuan pembelajaran), isi (materi, kegiatan pembelajaran, dan aktivitas siswa), serta penutup (daftar pustaka). Produk ini berbentuk buku cetak ukuran A4 yang mudah digunakan, dapat dibolak-balik, dan langsung diisi oleh siswa. Untuk mendukung pembelajaran, LKPD dilengkapi dengan QR Code dan link tambahan, serta dirancang dengan tata letak, ukuran huruf, dan bahasa yang menarik serta mudah dipahami.

LKPD Purigami mencakup lima topik pembahasan dalam dua kali pertemuan, yaitu perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, jenis-jenis limbah, serta dampak limbah, dan solusi permasalahan lingkungan. Materi dilengkapi dengan gambar dan video hasil observasi

penulis di Desa Tempurejo Kediri dan sepanjang jalan Tol Jombang-Surabaya. LKPD ini dirancang sesuai dengan tahapan PBL untuk mengarahkan peserta didik dalam mengeksplorasi pemahaman dan melatih keterampilan pemecahan masalah.

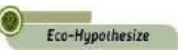


Gambar 1. Profil LKPD Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik kelas X. a) Sampul utama, b) Karakter LKPD, c) Petunjuk penggunaan LKPD, d) Capaian Pembelajaran, e) Aktivitas peserta didik, f) Sampul belakang.

LKPD mempunyai beragam fitur yang bisa membantu melatih keterampilan pemecahan masalah. Fitur-fitur pada LKPD yaitu *Let's Find Out*, *Let's Quest*, *Let's inves*, *Let's Convery*, *Let's Reflect*, *Eco-Detect*, *Eco- Hypothesize*, *Eco-investigate*, *Eco-Conclusion*, *Bio-Info*, *Bio-Think*. Fitur-fitur tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tampilan dan Fitur dalam LKPD.

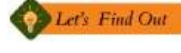
Fitur-fitur	Penjelasan	Keterampilan Pemecahan Masalah
 <i>Let's Find Out</i>	Aktivitas peserta didik menggali informasi berasal dari artikel berita tentang permasalahan pembakaran jerami	Aktivitas peserta didik mengidentifikasi masalah dengan membaca artikel berita permasalahan pembakaran jerami
 <i>Let's Quest</i>	Aktivitas peserta didik menjelaskan permasalahan berdasarkan artikel berita pembakaran jerami.	Aktivitas peserta didik mengidentifikasi masalah dengan menjawab pertanyaan terkait artikel berita.

Fitur-fitur	Penjelasan	Keterampilan Pemecahan Masalah
	Aktivitas peserta didik menyelidiki permasalahan lingkungan beserta penyebab dan dampak yang ada di lingkungan sekitar mereka.	Aktivitas peserta didik mengidentifikasi masalah dengan menganalisis keadaan lingkungan sekitar.
	Aktivitas peserta didik mengidentifikasi serta membahas hasil eksperimen berdasarkan ide pengolahan pupuk organik limbah jerami yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan.	Aktivitas peserta didik membahas hasil eksperimen berdasarkan ide pengolahan pupuk organik.
	Peserta didik mampu merancang solusi kreatif untuk mengatasi hambatan eksperimen yang ditemukan melalui refleksi pembelajaran.	Aktivitas peserta didik merefleksikan eksperimen yang telah dilakukan.
	Aktivitas peserta didik menyusun ide solusi dan rumusan masalah berdasarkan ide yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan berkaitan dengan pembakaran jerami.	Aktivitas peserta didik menyusun ide solusi dan rumusan masalah berdasarkan ide yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan.
	Aktivitas peserta didik memprediksi hipotesis, dan menyusun variabel berdasarkan ide yang akan dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan.	Aktivitas peserta didik memprediksi hipotesis, dan menyusun variabel berdasarkan ide yang akan dilakukan.
	Aktivitas peserta didik merencanakan prosedur eksperimen berdasarkan ide yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan	Aktivitas peserta didik melaksanakan solusi dengan menguji hipotesis.
	Aktivitas peserta didik menyimpulkan eksperimen yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan.	Aktivitas peserta didik menyimpulkan eksperimen yang dilakukan.

Fitur-fitur	Penjelasan	Keterampilan Pemecahan Masalah
	Aktivitas yang disajikan berupa informasi untuk menambah wawasan peserta didik.	-
	Aktivitas yang dirancang untuk mengasah pemikiran kritis dengan berargumentasi.	-

Tahap design dilakukan penyusunan LKPD awal menghasilkan draf I mendapatkan masukan dari dosen pembimbing dan dikonsultasikan secara beratur. Draft II yang telah ditelaah oleh dosen pembimbing dan sudah mendapatkan perbaikan menghasilkan LKPD draf II. Berikut masukan dan saran dosen pembimbing termuat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Masukan dan Saran dari Dosen Pembimbing serta Hasil Perbaikan LKPD Purigami Berbasis PBL.

No	Saran atau Masukan (Draft I)	Hasil Revisi (Draft II)
1.	Pemilihan warna font pada fitur perlu diganti dengan lebih sesuai. 	Perubahan warna font pada fitur. 
2.	Penambahan keterangan penjelasan dan penomoran gambar. 	Keterangan penjelasan dan penomoran gambar setelah ditambahkan. 
3.	Penambahan kata pengantar dan sumber informasi. 	Kata pengantar dan sumber informasi setelah ditambahkan. 
4.	Penggunaan huruf kapital kata "kalian..." diubah dengan kata "Kalian..." 	Perubahan kata setelah diperbaiki. 

Fitur-fitur LKPD Purigami.

Fitur-fitur LKPD Purigami sesuai dengan Tabel 3. dimulai dari fitur *Let's Find Out* menyediakan artikel tentang pembakaran jerami di Aceh sebagai awal pembelajaran berbasis PBL, di mana peserta didik menggali informasi dari berita tersebut. *Let's Quest* berisi aktivitas untuk menjelaskan masalah dalam artikel melalui pertanyaan terkait fase kedua PBL, yaitu

mengorganisir penyelidikan lingkungan. *Let's Inves* melibatkan siswa dalam investigasi nyata mengenai dampak pembakaran jerami, sesuai fase ketiga PBL. Sejalan dengan Yuliani & Saputra (2021), LKPD berbasis PBL dalam biologi harus mencakup aktivitas penyelidikan guna membantu peserta didik mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan menemukan solusi.

Let's Convery adalah fitur yang berisi aktivitas untuk mengidentifikasi serta membahas hasil eksperimen berdasarkan ide yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Fitur ini termasuk dalam fase keempat PBL, yaitu mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya berupa video, yang dibimbing oleh guru. *Let's Reflect* berisi kegiatan merancang solusi kreatif untuk mengatasi hambatan selama eksperimen yang ditemukan melalui refleksi pembelajaran serta mengisi jawaban pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan pentingnya pengolahan limbah seperti pembuatan pupuk jerami dengan kehidupan yang berkelanjutan. Fitur ini termasuk dalam fase terakhir PBL, yaitu mengevaluasi dan menganalisis proses pemecahan masalah, di mana siswa dibantu oleh guru untuk menilai proses investigasi yang telah mereka lakukan. Fase terakhir ini mendukung siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi proses berpikir, keterampilan investigasi, dan kecerdasan yang mereka terapkan (Palennari, 2018).

Eco-Detect adalah fitur yang berisi kegiatan untuk menyusun ide solusi dan rumusan masalah tentang permasalahan lingkungan pembakaran jerami berdasarkan pengamatan di sekitar mereka. Selain itu, dalam konteks pendidikan lingkungan, pengamatan langsung terhadap masalah lingkungan dapat meningkatkan kesadaran dan keterlibatan siswa dalam menemukan solusi berbasis sains (UNESCO, 2017). Fitur ini berkaitan dengan *Let's Inves* guru mengarahkan siswa untuk menyelidiki apa saja permasalahan lingkungan beserta penyebab dan dampak yang ada di sekitar mereka. Setelah itu dilanjutkan pada fitur *Eco-Detect* dengan menyusun ide solusi dan rumusan masalah tentang permasalahan lingkungan seperti pembakaran jerami berdasarkan pengamatan di sekitar mereka. Fitur ini dirancang untuk mencapai indikator pemecahan masalah, yaitu mengidentifikasi masalah. *Eco-Hypothesize* adalah fitur yang melibatkan siswa dalam menyusun hipotesis berdasarkan masalah tentang ide solusi permasalahan lingkungan pembakaran jerami yang diamati di sekitar mereka, disusun dari rumusan masalah yang telah dibuat dalam *Eco-Detect*. Fitur ini mendukung indikator pemecahan masalah, yaitu merumuskan masalah. Proses ini sejalan dengan metode

ilmiah, di mana perumusan hipotesis menjadi bagian krusial dalam pemecahan masalah berbasis penyelidikan (OECD, 2019).

Eco-Investigate mengajak siswa menguji hipotesis berdasarkan gagasan mereka mengenai masalah lingkungan tentang pembuatan kompos sebagai solusi permasalahan yang diamati. Guru mengarahkan siswa untuk menemukan alat, bahan, serta prosedur eksperimen, dan mencatat hasil pengamatannya. Fitur ini dirancang untuk mencapai indikator pemecahan masalah, yaitu menyelesaikan masalah sesuai rencana yang dibuat. *Eco-Conclusion* berisi kegiatan untuk menarik kesimpulan terkait rumusan masalah dan hipotesis dari masalah yang telah dianalisis, yang dirancang untuk memverifikasi solusi dan memeriksa hasil eksperimen. Sejalan dengan penelitian Zuhroh & Yuliani (2024), LKPD berbasis PBL dalam biologi setidaknya mencakup bagian ini mendorong peserta didik untuk membuat kesimpulan dan melakukan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah.

Bio-Info adalah fitur yang menyediakan informasi tambahan bagi siswa, berasal dari artikel dan jurnal, untuk memperluas wawasan mereka. Fitur ini membantu siswa mencari dan menganalisis informasi berupa fakta dan opini terkait submateri perubahan lingkungan. *Bio-Brain* adalah fitur yang dirancang untuk melatih pemikiran kritis siswa terkait materi yang dipelajari, sekaligus mendorong mereka untuk mengeksplorasi masalah atau informasi yang belum mereka pahami sepenuhnya. Konsep serupa telah diterapkan dalam pengembangan e-LKPD yang memanfaatkan fitur-fitur Bio Info untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa dalam pembelajaran biologi (Zahroh & Yuliani 2021).

LKPD Purigami yang dirancang dengan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) memiliki keterkaitan erat dengan beberapa poin dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDGs poin nomor 4 (Pendidikan Berkualitas), 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), 13 (Penanganan Perubahan Iklim), dan 15 (Ekosistem Darat). Dalam konteks SDG 4, fitur-fitur dalam LKPD Purigami dirancang untuk mendukung pembelajaran yang inovatif dan berbasis penyelidikan, yang memungkinkan siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah. serta refleksi terhadap proses pembelajaran mereka. Pendidikan merupakan salah satu sektor yang memiliki peran krusial dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan (Fitriandari & Winata, 2021). Keterkaitan dengan SDG 12 terlihat dalam fitur *Let's Reflect* dan *Eco-Investigate*, di mana siswa diarahkan untuk menemukan solusi terhadap permasalahan lingkungan, seperti

pembakaran jerami, dengan konsep produksi berkelanjutan, misalnya pengolahan limbah jerami menjadi pupuk kompos. Hal ini menanamkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sumber daya yang bertanggung jawab dan mendorong praktik yang ramah lingkungan (Utami dkk., 2023).

Keterkaitan dengan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) tampak dalam fitur *Eco-Detect*, *Eco-Hypothesize*, dan *Eco-Investigate*, yang memungkinkan siswa untuk memahami dampak lingkungan dari pembakaran jerami, merumuskan hipotesis, serta menguji alternatif solusi permasalahan lingkungan akibat praktik tersebut. Dalam hal ini, bahan ajar memegang peranan utama dalam membentuk pemahaman, meningkatkan kesadaran, serta mengembangkan keterampilan siswa terhadap berbagai isu yang berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan (Tristananda, 2018). Kontribusi LKPD Purigami terhadap SDG 15 tercermin dalam fitur *Let's Inves* dan *Eco-Conclusion*, yang mengajak siswa menyelidiki dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan serta menemukan cara mitigasi yang dapat diterapkan untuk menjaga keseimbangan ekosistem darat. Melalui pendekatan PBL LKPD Purigami tidak hanya meningkatkan kualitas pendidikan tetapi juga menanamkan kesadaran lingkungan serta sikap bertanggung jawab mengelola SDA, sehingga pada akhirnya berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan. Mengintegrasikan SDGs ke dalam bahan ajar merupakan strategi yang efektif untuk membekali generasi muda agar tumbuh menjadi agen perubahan yang berperan dalam menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan (Suprayitno & Wahyudi, 2020).

Hasil Validasi LKPD Purigami

Hasil pengembangan LKPD kemudian divalidasi oleh 3 validator yakni dosen ahli materi, ahli pendidikan dan 1 guru biologi SMAN 9 Surabaya. Komponen yang dinilai pada proses validasi mencakup 5 aspek yakni kelayakan penyajian, kelayakan isi, kesesuaian pendekatan PBL, kesesuaian dengan ketercapaian keterampilan pemecahan masalah serta kelayakan kebahasaan. Hasil validasi LKPD berbasis PBL ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Validasi LKPD.

NO	Aspek yang ditelaah	Kesesuaian			Rata-rata	Presentase (%)	KV
		V1	V2	V3			
Tampilan Penyajian							
1.	LKPD disusun secara runtut (selaras/berkesesuaian)	5	5	5	5	100	SV
2.	LKPD di-layout dengan baik	5	5	5	5	100	SV
Rata-rata skor per aspek					5	100	SV

NO	Aspek yang ditelaah	Kesesuaian			Rata-rata	Presentase (%)	KV
		V1	V2	V3			
Komponen isi materi							
3	Materi pada topik	5	3	5	4,3	86,6	SV
4	LKPD yang dikembangkan memenuhi karakteristik LKPD yang baik						
	A. Syarat didaktik	5	5	5	5	100	SV
	B. Syarat kontruksi	5	5	5	5	100	SV
	C. Syarat teknis	5	4	5	4,6	93,3	SV
Rata-rata skor per aspek					4,72	94,9	SV
Kesesuaian Pendekatan PBL							
5.	LKPD dengan topik yang disusun dalam bagian-bagian khusus yang menjadi karakteristik dari media yang dikembangkan	5	5	5	5	100	SV
Rata-rata skor per aspek					5	100	SV
Kesesuaian Aspek Pemecahan Masalah							
6.	Kesesuaian LKPD dengan Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	5	5	5	5	100	SV
Rata-rata skor per aspek					5	100	SV
Kelayakan Bahasa							
7.	Kesesuaian penggunaan bahasa	5	5	5	5	100	SV
8.	Kaidah Bahasa	5	5	5	5	100	SV
9.	Keterbacaan	5	5	5	5	100	SV
Rata-rata skor per aspek					5	100	SV
Skor rata-rata seluruh aspek					4,96	99,5	SV

Keterangan :

KV : Kategori Validasi

SV : Sangat Valid

Keterangan Validator :

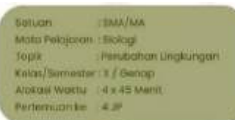
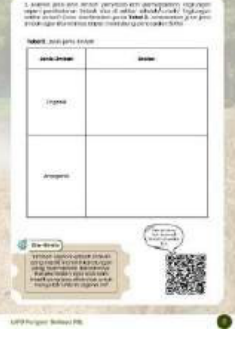
V1 : Dosen Ahli Materi

V2 : Dosen Ahli Pendidikan

V3 : Guru Biologi

Tahap *develop* dalam pengembangan LKPD yang menghasilkan draf II mendapatkan masukan dari validator dan dikonsultasikan secara beratur. Hasil draf II dilakukan uji validasi oleh dosen ahli dan guru biologi dan mendapatkan saran serta masukan sehingga perlu dilakukan perbaikan dan menghasilkan LKPD draf III. Berikut masukan dan saran dosen ahli dan guru biologi termuat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Masukan dan Saran dari Dosen Ahli serta Hasil Perbaikan LKPD Purigami Berbasis PBL.

No	Saran atau Masukan (Draft II)	Hasil Revisi (Draft III)
1.	LKPD yang dikembangkan tidak cukup bila dengan alokasi waktu 2JP (1 x 45 menit). 	LKPD yang dikembangkan telah diganti dengan alokasi waktu 4JP (4 x 45 menit). 
2.	LKPD PBL yang dikembangkan harus menggunakan kegiatan praktikum peserta didik secara langsung. 	LKPD PBL yang dikembangkan ditambahkan kegiatan praktikum peserta didik secara langsung. 
3.	Materi jenis dan dampak limbah pada LKPD yang dikembangkan belum terlihat dengan jelas. 	Penambahan materi jenis dan dampak limbah melalui fitur Bio-Info. 

Pembahasan Hasil Validasi

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan hasil validasi aspek kelayakan penyajian presentase dengan rata-rata 100%, komponen isi materi sebesar 97,7%, kesesuaian dengan model pembelajaran PBL sebesar 100%, kesesuaian aspek keterampilan pemecahan masalah sebesar 100%, kelayakan bahasa sebesar 100% dan keseluruhan aspek tersebut terkategori sangat valid. Dari hasil secara keseluruhan rata-rata dari seluruh aspek diperoleh 99,5% terkategori sangat valid.

Validator merekomendasikan peningkatan alokasi waktu pada LKPD dari 2 JP menjadi 4 JP (4 x 45 menit). Hal ini sesuai bahwa penentuan alokasi waktu yang sesuai memungkinkan peserta didik untuk menyelesaikan tugas-

tugas dalam LKPD tepat waktu, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal (Mursitaningrum, 2019).

Aspek penyajian LKPD dinilai sangat valid dengan rata-rata validitas 100%, berdasarkan dua indikator utama: keteraturan penyusunan dan kualitas tata letak. Indikator pertama mencakup susunan LKPD yang runtut dari cover hingga daftar pustaka serta penyusunan pembelajaran dari sederhana ke kompleks. Indikator kedua menilai tampilan LKPD, mencakup desain menarik, tata letak rapi, serta penggunaan gambar, tabel, dan barcode untuk akses informasi tambahan. Penilaian ini sejalan dengan Wulandari dkk. (2019) dan Herianto (2020), yang menekankan pentingnya bahan ajar berkualitas dan desain menarik dalam LKPD.

Aspek isi materi LKPD dinilai sangat valid mendapatkan rata-rata validitas 97,7%. Penilaian ini mencakup dua indikator utama: kesesuaian materi topik dan pemenuhan karakteristik LKPD yang baik. Materi perubahan lingkungan, materi pencemaran lingkungan, jenis-jenis limbah, serta dampak limbah, dan solusi permasalahan lingkungan dinilai valid dengan rata-rata 86,6%. Fitur *Let's Find Out* dan *Let's Quest* membantu peserta didik mengidentifikasi serta menyelesaikan permasalahan pencemaran lingkungan, sementara *Eco-Detect* dan *Eco-Investigate* mendorong analisis dampak serta solusi limbah. Validator merekomendasikan penegasan materi jenis dan dampak limbah, yang kemudian diperbaiki dalam revisi LKPD melalui fitur *Bio-Info* berisi artikel pendukung, guna mencegah miskonsepsi peserta didik (Susiani dkk., 2017).

LKPD dinilai sangat valid dengan memenuhi syarat didaktik (100%), konstruksi (100%), dan teknis (93,3%). Validitas ini didukung oleh analisis kurikulum, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, serta perumusan tujuan pembelajaran. Syarat didaktik dipenuhi dengan mendorong keaktifan siswa, penemuan konsep, komunikasi, serta pengalaman belajar yang bervariasi. Syarat konstruksi memastikan penggunaan bahasa yang sesuai, struktur kalimat jelas, ilustrasi mendukung, serta identitas yang mempermudah administrasi. Syarat teknis sedikit lebih rendah karena adanya kalimat panjang yang direvisi menjadi lebih ringkas sesuai saran validator, agar lebih mudah dipahami siswa (Damayanti & Ratnasari, 2021).

Kesesuaian LKPD dengan model PBL mendapat validitas 100% dengan kriteria sangat valid. LKPD memenuhi lima tahapan PBL melalui fitur seperti *Let's Find Out* (orientasi masalah), *Let's Quest* (organisasi belajar), *Let's Inves* (penyelidikan kelompok), *Let's Convery* (pengembangan karya melalui eksperimen), dan

Let's Reflect (evaluasi solusi). Setiap sintaks PBL dirancang untuk melatih pemecahan masalah lingkungan, meningkatkan kesadaran ekologis, serta menumbuhkan kemandirian siswa dalam menghadapi tantangan masa depan (Safitri, 2021).

Model PBL memaksimalkan pembelajaran melalui proses aktif siswa dalam membangun pengetahuan (Hakim & Faizah, 2019). Validator menyarankan peningkatan aspek penyelidikan langsung, sehingga eksperimen awal diganti dengan praktik pembuatan kompos sebagai solusi pembakaran jerami, menjadikan LKPD lebih optimal dalam melatih pemecahan masalah. LKPD selaras dengan pendekatan PBL melalui aktivitas analisis permasalahan, pencarian solusi, dan praktik pembuatan kompos (Syamsi & Fitrihidajati, 2021).

Ketercapaian indikator pemecahan masalah dalam LKPD mendapat validitas 100% dengan kriteria sangat valid. Indikator meliputi *Eco-Detect* (mengidentifikasi masalah), *Eco-Hypothesize* (merencanakan solusi), *Eco-Investigate* (melaksanakan solusi) Fitur *Eco-Investigate* dalam LKPD dirancang untuk mengajak siswa menguji hipotesis terkait masalah lingkungan, seperti pembuatan kompos sebagai solusi terhadap pembakaran jerami. Melalui investigasi langsung terhadap isu lingkungan nyata dapat melatih kemampuan pemecahan masalah (Suparmi dkk, 2019). Dalam tahap ini, guru berperan membimbing siswa dalam menentukan alat, bahan, serta prosedur eksperimen pembuatan kompos, dan mendorong mereka mencatat hasil pengamatan secara sistematis dan *Eco-Conclusion* (evaluasi hasil) Sejalan dengan penelitian Zuhroh & Yuliani (2024), LKPD berbasis PBL dalam biologi setidaknya mencakup bagian ini mendorong peserta didik untuk membuat kesimpulan dan melakukan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah. LKPD berbasis PBL ini membantu siswa berpikir kritis dan menerapkan solusi nyata (Permatasari & Kuntjoro, 2019). LKPD yang dikembangkan efektif melatih keterampilan pemecahan masalah dengan ikon penanda di setiap kegiatan, serta memuat masalah autentik yang mendorong peserta didik berpikir tingkat tinggi (Sukorini & Purnomo, 2019). Validitas aspek kebahasaan mencapai 100%, dengan kriteria sangat valid berdasarkan kesesuaian bahasa, kaidah PUEBI, dan keterbacaan (Sihafudin & Trimulyo, 2020).

Penilaian LKPD secara keseluruhan menunjukkan sangat valid dengan rata-rata 100% untuk aspek penyajian, kesesuaian dengan PBL, dan pemecahan masalah, serta 97,7% untuk isi. Validator memastikan LKPD memenuhi standar akademik dan pedagogik (Permatasari & Kuntjoro, 2019). Oleh karena itu, LKPD yang dikembangkan dengan pendekatan PBL dinyatakan

sangat valid, sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran biologi, serta lebih unggul dibandingkan pembelajaran langsung dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Bahri dkk., 2018). Dengan berbagai fitur yang telah dirancang dalam LKPD Purigami, ketercapaian SDGs, khususnya pada poin 4, 12, 13 dan 15 semakin didukung secara konkret. Fitur-fitur tersebut tidak hanya memperkaya pengalaman belajar peserta didik melalui pendekatan PBL, tetapi juga secara langsung berkontribusi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Bahan ajar bermuatan SDGs merupakan bahan ajar yang disusun untuk menyampaikan pengetahuan, keterampilan, serta sikap yang mendukung tercapainya tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan yang tercantum dalam SDGs (Kusumaningrum dkk., 2022).

PENUTUP

Simpulan

Menghasilkan produk berupa LKPD Purigami dalam pembelajaran *Problem Based Learning* pada materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah dengan karakter/keunggulan pada fitur-fitur berupa *Eco-Detect*, *Eco-Hypothesize*, *Eco-Investigate*, *Eco-Conclusion* serta fitur *Let's Find Out*, *Let's Quest*, *Let's Inves*, *Let's Convery* dan *Let's Reflect* yang mendukung keterampilan pemecahan masalah sehingga dapat menuntun siswa untuk mendukung proses dalam pembelajaran.

Hasil nilai validitas 99,5% dengan kategori sangat valid, untuk untuk melatih ketrampilan pemecahan masalah pada setiap indikator. Validitas didasarkan pada aspek penyajian, isi, kebahasaan, kesesuaian pendekatan PBL, kesesuaian keterampilan pemecahan masalah oleh ahli materi, ahli pendidikan, dan guru biologi. LKPD Purigami layak digunakan dalam pembelajaran sesuai dengan kurikulum Merdeka.

Saran

Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam penerapan model pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa. Selain itu, penelitian lanjutan tentang pengembangan LKPD berorientasi PBL pada materi perubahan lingkungan yang melatih keterampilan pemecahan masalah perlu diterapkan dalam skala lebih besar guna menjamin ketercapaian. Peneliti juga mendorong guru Biologi untuk menerapkan model pembelajaran yang bervariasi agar menciptakan pembelajaran yang menyenangkan, meningkatkan

antusiasme siswa, dan memastikan tujuan pembelajaran tercapai dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Dra. Herlina Fitrihidajati., M.Si. dan Sari Kusuma Dewi., S.Si., M.Si. selaku dosen validator dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, A., Putriana, D., & Idris, I. S. 2018. Peran PBL dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Biologi. *SAINSMAT" Jurnal Sains, Matematika, dan Pembelajarannya*, 7(2), 114-124.
- Damayanti, J., dan Ratnasari, E. 2021. Profil dan Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis *Bioentrepreneurship* untuk Melatihkan Keterampilan Kewirausahaan dalam Era Industri 4.0. *Bioedu*. 10 (3): 530-541.
- Fadhil, A. R., & Kuntjoro, S., 2021. Validitas Lembar Kerja Peserta Didik Terintegrasi Sikap Peduli Lingkungan Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah Kelas X SMA. *BioEdu : Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi* . 10 (2): 292-301.
- Fitriandari, M., & Winata, H. 2021. Manajemen Pendidikan Untuk Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia. *Competence: Journal of Management Studies*, 15(1), 1–13.
- Hakim, M., & Faizah, U. 2019. Pengembangan Media Pembelajaran Jamur dengan Aplikasi Prezi untuk Melatihkan Keterampilan Pendekatan Saintifik Siswa Kelas X. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 8(2).
- Herianto, I. 2020. Validitas dan Keefektifan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) pada Materi Psikotropika untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA. *Bioedu*, 9(1).
- Iswantini, Wiwin dan Tarzan Purnomo. 2017. Validitas Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Inkuiri pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Melatihkan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA. *BioEdu*. 6 (3): 344-352.
- Kusumaningrum, M. E., Roshayanti, F., & Dewi, E. R. S. 2022. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis *Education For Sustainable Development* (ESD) Berpotensi Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 8(2), 48–7
- Margareta, I. R., & Purnomo, T. 2018. Validitas LKPD Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 7(2), 113-118.
- Milatti, S. I., & Fitrihidajati, H. 2024. Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1), 66-78.
- OECD. 2019. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing
- Palennari, M. 2018. Problem Based Learning (PBL) Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Pebelajar pada Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*. Hal. 587-592.
- Permatasari, A., & Kuntjoro, S. 2019. Validitas LKPD Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Daur Ulang Limbah untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 8(3).
- Ramdhani, R., Harjono, A., dan Wahyudi. 2022. Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Model Kooperatif Tipe *Think-Pair-Share* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. 6 (2): 256-263.
- Sado, R. I., Daud, D., dan Tien, A. 2020. Efektivitas Model Pembelajaran *Guided-Inquiry* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(6): 844-851.
- Safitri, I., dkk. 2021. Pengembangan LKPD Biologi Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Biologi*, 9(2), 87- 95.
- Sani, R. N., & Ambarwati, R. 2024. Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada Submateri Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 323-338.

- Sihafudin, A., & Trimulyono, G. 2020. Validitas dan Keefektifan LKPD Pembuatan *Virgin Coconut Oil* Secara Enzimatis Berbasis PBL untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains pada Materi Bioteknologi. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(1), 73–79.
- Suprayitno, A., & Wahyudi, W. 2020. *Pendidikan karakter di era milenial*. Deepublish.
- Susiani, Indana, S., & Indah, N. K. 2017. Validitas dan Efektivitas LKS Berbasis Literasi Sains pada Materi Tumbuhan untuk Siswa Kelas X. *BioEdu*. 6(1), 60-67.
- Suparmi, P., Nuvitalia, D., & Situmorang, M. 2019. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Soal-soal Berbasis Masalah Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 20(2), 1-9.
- Syamsi, A. N., dan Fitrihidajati, H. 2021. Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu*. 10 (2): 397- 402.
- Tristananda, P. W. 2018. Membumikan *Education for Sustainable Development* (ESD) di Indonesia dalam menghadapi isu-isu global. *Purwadita: Jurnal Agama Dan Budaya*, 2(2), 42–49.
- UNESCO. 2017. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*.
- Utami, D. T., Roshayanti, F., Dewi, E. R. S., & Nugroho, A. S. 2023. Analisis Bahan Ajar Biologi Sma Ditinjau dari Muatan *Sustainable Development Goals* (SDGs). *JP3 (Jurnal Pendidikan dan Profesi Pendidik)*, 9(1), 8-17.
- Zahroh, D. A., & Yuliani. 2021. Pengembangan e-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pertumbuhan dan perkembangan. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(3), 605-616.
- Zuhroh, S. S., & Yuliani. 2024. Pengembangan E-Lkpd Interaktif Perubahan Lingkungan Berbasis *Problem Based Learning* untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Bioedu*. 13(3), 582-593.