

Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Ajar *Protufel* (Produk Turunan F2 Eco Enzim Lengkuas) Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan dan Kreativitas pada Fase E

Erwin Saputra*, Sri Wardhani, Marlina Ummas Genisa

Program Studi S2 Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Palembang,
Indonesia

*Coresponding Author: erwindzakiyya@gmail.com

Dikirim: 14-11-2025; Direvisi: 23-11-2025; Diterima: 26-11-2025

Abstrak: Modul ajar Kurikulum Merdeka bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan abad ke-21 dan berbagai bentuk literasi, seperti kreativitas dan literasi lingkungan. Hal ini menjadi dasar analisis kebutuhan guru Biologi dan murid dalam mengembangkan modul ajar *Protufel* (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas) berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan kreativitas dan literasi lingkungan pada Fase E. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan teknik pemilihan subjek purposive sampling terdiri dari 4 orang guru Biologi dan 119 murid kelas X, data dikumpulkan melalui angket dan wawancara. Hasil temuan menunjukkan bahwa (1) Dibutuhkannya modul ajar cetak agar tidak bergantung dengan stabilitas signal; (2) Model pembelajaran yang diinginkan adalah PjBL karena mampu melibatkan murid secara aktif untuk menentukan jadwal, mendesain prototype, membuat dan menyajikan produk sebagai bentuk solusi dari permasalahan lingkungan yang dihadapi; (3) Kebutuhan integrasi literasi lingkungan, kreativitas, dan materi *Protufel* terhadap pembelajaran Biologi Fase E pada sub Perubahan Lingkungan (Iklim). Temuan ini bermanfaat sebagai bahan validasi bahwa modul ajar *Protufel* berbasis PjBL adalah solusi yang dibutuhkan untuk mengatasi kendala guru dalam penyusunan modul dan sintak PjBL, sekaligus meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas murid pada materi Perubahan Lingkungan. Harapan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan pengembangan modul ajar yang diikuti dengan uji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya terhadap peningkatan literasi lingkungan dan kreativitas murid.

Kata Kunci: Kreativitas; Literasi Lingkungan; Modul Ajar; *Protufel*

Abstract: The Merdeka Curriculum teaching module aims to facilitate the development of 21st-century skills and various forms of literacy, such as creativity and environmental literacy. This is the basis for analyzing the needs of Biology teachers and students in developing the *Protufel* (Second Fermentation Derivative Product of Galangal Eco Enzyme) teaching module based on Project Based Learning (PjBL) to improve creativity and environmental literacy in Phase E. The research method used is descriptive qualitative with a purposive sampling subject selection technique consisting of 4 Biology teachers and 119 grade X students, data collected through questionnaires and interviews. The findings show that (1) A printed teaching module is needed so as not to depend on signal stability; (2) The desired learning model is PjBL because it is able to actively involve students in determining schedules, designing prototypes, making and presenting products as a form of solution to environmental problems faced; (3) The need for integration of environmental literacy, creativity, and *Protufel* materials to Phase E Biology learning in the Environmental Change (Climate) sub-topic. These findings are useful as validation material that the PjBL-based *Protufel* teaching module is the solution needed to overcome teacher obstacles in compiling PjBL modules and syntax, while increasing environmental literacy and student creativity in Environmental Change material. The hope for further research is to develop teaching modules followed by testing their validity, practicality, and effectiveness in increasing environmental literacy and student creativity.



Keywords: Creativity; Environmental Literacy; Teaching Module; *Protufel*

PENDAHULUAN

Literasi lingkungan merupakan kemampuan individu untuk memahami, mengelola, bertindak dan bertanggung jawab terhadap lingkungan hidup (Svobodová, 2023). Hal ini sejalan dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menyebutkan bahwa literasi lingkungan terintegrasi pada mata pelajaran biologi sebagai bahan kajian ilmu pengetahuan alam untuk dikembangkan kepada murid agar terbentuk pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan analisis terhadap lingkungan alam dan sekitarnya. Literasi lingkungan wajib diimplementasikan pada pendidikan formal di sekolah dengan tujuan untuk menumbuhkan perilaku ramah dan peduli lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2019).

Kemampuan literasi lingkungan murid di Indonesia secara umum masih perlu ditingkatkan berdasarkan indikator *Middle School Environmental Literacy Survey* (MSELS). Menurut McBeth & Volk, (2009) bahwa indikator penilaian literasi lingkungan yaitu pengetahuan ekologi, keterampilan pemecahan masalah lingkungan, sikap kepedulian terhadap lingkungan, dan perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan. Penelitian Anggraini & Nazip (2022) bahwa literasi lingkungan murid di Indonesia secara kumulatif masih perlu ditingkatkan yang disebabkan oleh proses pengambilan keputusan belum mempertimbangkan pelestarian lingkungan. Pada penelitian Santoso et al., (2021) menyebutkan bahwa literasi lingkungan murid berada pada kategori cukup (58,48%). Persentase kemampuan kognitif murid yang rendah mendukung temuan bahwa kemampuan kognitif dalam literasi lingkungan masih menjadi tantangan dalam proses pembelajaran. Menurut Nurhakim & Anita, (2024) bahwa tingkat literasi lingkungan berada pada kategori rendah berdampak pada lemahnya kesadaran terhadap lingkungan. Meningkatnya masalah lingkungan membuat literasi ini penting diajarkan di sekolah untuk membentuk karakter yang dinTEGRASIKAN dengan keterampilan abad 21 (Suryawati et al., 2020).

Kreativitas adalah salah satu keterampilan abad 21 yang dimiliki oleh seseorang sehingga dapat digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan di lingkungannya dan dihasilkan suatu produk (karya) berkualitas. Indikator kreativitas yaitu kelancaran (*fluency*), keaslian (*originality*), keabstrakan judul hingga mudah dipahami (*abstraction of titles*), menguraikan (*elaboration*), dan kemampuan untuk menahan diri agar tidak langsung mengambil kesimpulan sebelum informasi lengkap diperoleh (*Resistance to Premature Closure*) (Wallach & Torrance, 1968). Kreativitas penting dimiliki murid karena proses ilmiah berkaitan erat dengan keterampilan berpikir divergen dan menghasilkan solusi inovatif terhadap masalah nyata (Mujriati et al., 2025). Kreativitas juga penting dimiliki murid agar mereka mampu menghasilkan gagasan yang orisinal salah satunya melalui penugasan proyek (Nisa et al., 2024). Menurut Parwati et al, (2023) bahwa murid ditempa agar terbiasa berpikir kreatif dan imajinatif guna menghasilkan kreativitas karya yang baik sebagai salah satu *outcome* yang diharapkan dari proses pembelajaran. Sehingga, kreativitas menjadi bagian penting untuk membangun generasi yang inovatif (Muhaazaroh, 2022).

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dapat dilaksanakan untuk mendukung kreativitas karena memfasilitasi murid agar aktif dalam mencari informasi, berkolaborasi, meningkatkan kreativitas dalam memecahkan masalah lingkungan



melalui suatu proyek. Menurut Fleming, (2000) PjBL adalah model pembelajaran yang melibatkan murid dalam penyelidikan mendalam terhadap topik yang menarik dan relevan hingga dihasilkan produk melalui enam tahapan yaitu menentukan pertanyaan mendasar mengarah pada pemilihan proyek (*start with essential question*), merancang perencanaan proyek (*design project*), menyusun penjadwalan (*create schedule*), memonitoring kemajuan proyek (*monitoring the students and progress of project*), menilai hasil (*assess the outcome*), dan evaluasi pengalaman belajar (*evaluate and reflect*).

Penerapan PjBL dapat meningkatkan literasi lingkungan murid. Menurut Qhutra Nada Salym et al., (2022) bahwa PjBL dapat mendorong keaktifan murid untuk menyusun proyek lingkungan yang memberikan dampak positif terhadap masyarakat dan lingkungannya. Didukung juga dengan penelitian Putra et al., (2024) bahwa penggunaan PjBL lebih efektif dibandingkan model pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*) untuk meningkatkan kualitas literasi lingkungan. Purwati et al., (2023) juga menuturkan bahwa penerapan PjBL pada pembelajaran biologi mampu meningkatkan kemampuan literasi lingkungan serta memberikan pengalaman langsung kepada murid untuk menjaga pelestarian lingkungan. Penggunaan PjBL berbantuan media pembelajaran Instagram ternyata dapat meningkatkan literasi lingkungan murid (Yuliandini et al., 2021). Penelitian Faediyah et al., (2024) menyebutkan pentingnya meningkatkan pemahaman ekologi melalui pembelajaran lingkungan hidup dengan model pembelajaran berbasis proyek karena efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan.

Pemanfaatan lingkungan sekitar untuk mengolah limbah organik sebagai media belajar bagi murid akan sangat membantu dalam peningkatan hasil belajar, kemandirian, jiwa eco-preneur, kreativitas, dan literasi lingkungan misalnya pembuatan *Protufel* (produk turunan f2 eco enzim lengkuas (*Alpinia galanga*)). Eco enzim adalah cairan hasil fermentasi limbah organik selama tiga bulan, produknya disebut dengan fermentasi pertama (F1). Umumnya pembuatan eco enzim hanya sebatas fermentasi pertama (F1), tetapi menambah nilai fungsi melalui fermentasi kedua (F2) akan lebih bernilai ekonomis dan memerdekan murid untuk melaksanakan pembelajaran kreatif serta mengasah literasi lingkungannya (Saputra et al., 2024).

Modul ajar dirancang untuk mencapai indikator tujuan pembelajaran pada Kurikulum Merdeka karena terdapat alur kegiatan pembelajaran secara sistematis sehingga memberikan kemudahan bagi guru dalam mengajar dan bagi murid untuk memahami materi. Pada pelaksanaannya, terdapat model pembelajaran yang diterapkan sebagai pedoman pembelajaran di dalam kelas. Guru diberi kebebasan untuk mengembangkan modul ajar sesuai dengan kebutuhan murid (Novalina et al., 2023). Guru harus memahami konsep yang terdapat dalam modul ajar agar pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menyenangkan (Kemendikdasmen, 2025).

Guru akan menghadapi beberapa tantangan saat mengembangkan modul ajar yaitu berbagai masalah pembelajaran biologi di sekolah, penggunaan model pembelajaran yang tepat, dan mengintegrasikan keterampilan kreativitas serta literasi lingkungan pada modul ajar. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar *Protufel* (produk turunan f2 eco enzim lengkuas) berbasis PjBL untuk meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas pada fase E.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena tidak hanya mengembangkan modul ajar secara umum, tetapi juga menekankan pada produk turunan *Protufel* yang inovatif serta mengintegrasikan aspek lingkungan dan kreativitas



dalam konteks Kurikulum Merdeka melalui pendekatan PjBL. Sehingga, penelitian ini memberikan kontribusi baru pada pengembangan modul ajar yang relevan sekaligus menjawab tantangan dan kebutuhan zaman untuk mendukung keterampilan hidup abad 21. Pendekatan ini memperkuat relevansi modul dengan kebutuhan nyata murid dan konteks lingkungan lokal yang belum banyak diangkat dalam penelitian terdahulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam dan sistematis kebutuhan pembelajaran dari sudut pandang guru dan murid. Teknik penentuan subjek adalah purposive sampling terdiri dari 4 orang guru Biologi yang mengajar di kelas X (SMAN 1 Talang Ubi, SMAN 2 Unggulan Talang Ubi, SMAN 1 Penukal, SMAN 2 Penukal Utara) dan 119 murid kelas X SMAN 1 Talang Ubi. Pengumpulan data dilakukan melalui dua instrumen utama yaitu angket yang disebarluaskan secara daring menggunakan *google form* dan wawancara langsung. Kisi-kisi lembar angket guru terdiri dari 24 pertanyaan dan angket murid 16 pertanyaan. Wawancara mendalam juga dilakukan dengan guru sebanyak 6 pertanyaan dan murid sebanyak 4 pertanyaan. Data dianalisis menggunakan formula berikut:

$$\text{Persentase hasil} = \frac{\text{Jumlah responden yang menjawab}}{\text{Total seluruh responden}} \times 100\%$$

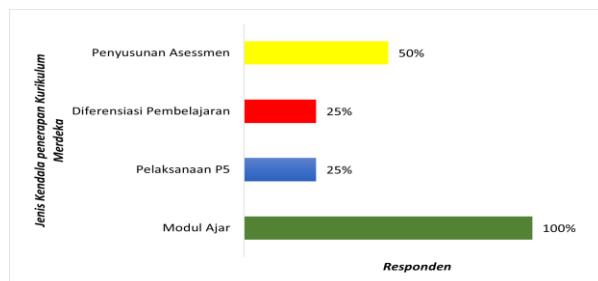
Formula ini digunakan untuk mengetahui tingkat ketercapaian atau persebaran jawaban dari seluruh responden pada setiap indikator yang diteliti. Perhitungan persentase dilakukan untuk memetakan distribusi kecenderungan jawaban dan memperkuat hasil analisis kualitatif agar lebih objektif dan sistematis. Hasil perhitungan persentase selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memperjelas pemahaman terhadap data yang diperoleh dan mendukung interpretasi hasil penelitian secara menyeluruh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data angket dan wawancara terhadap guru Biologi

1. Proses pembelajaran kurikulum Merdeka

Hasil analisis menunjukkan bahwa guru masih mengalami kendala mengimplementasikan kurikulum Merdeka. Sebanyak 100% terkendala dalam pembuatan modul ajar (Gambar 1)

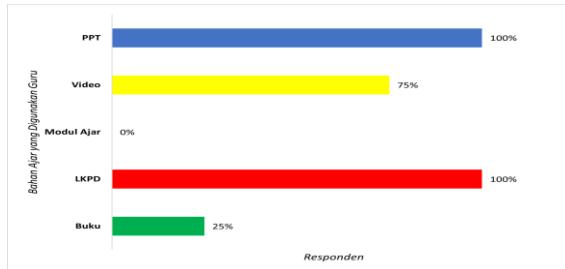


Gambar 1. Kendala yang dihadapi guru dalam mengimplementasikan kurikulum Merdeka

2. Modul ajar

Hasil analisis jenis bahan ajar yang sering digunakan guru terlihat pada Gambar 2.

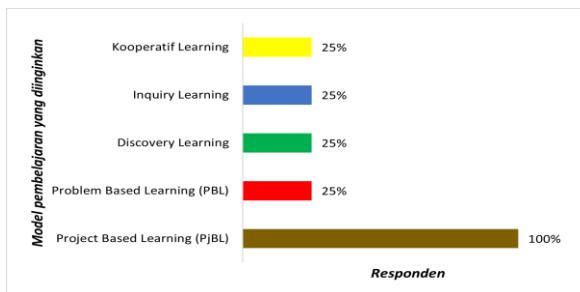




Gambar 2. Jenis bahan ajar yang sering digunakan guru

3. Model pembelajaran

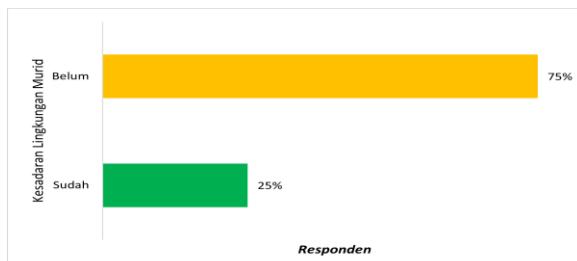
Hasil analisis model pembelajaran yang diinginkan guru terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Model pembelajaran yang diinginkan guru.

4. Literasi lingkungan

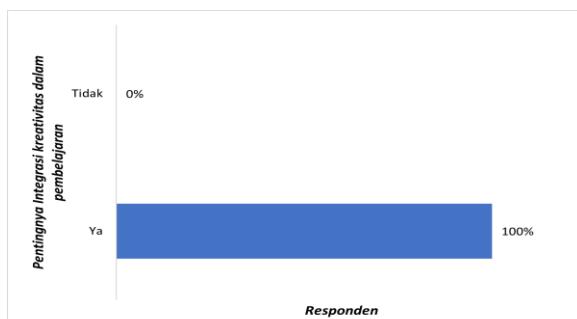
Hasil analisis kesadaran lingkungan murid pada pembelajaran Biologi terlihat (Gambar 4).



Gambar 4. Persentase kesadaran murid terhadap lingkungan murid.

5. Keterampilan abad 21 (Kreativitas)

Hasil analisis pentingnya mengintegrasikan keterampilan abad 21 yaitu kreativitas dalam pembelajaran terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pentingnya mengintegrasikan keterampilan abad 21 (kreativitas).

6. *Protufel* (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas)



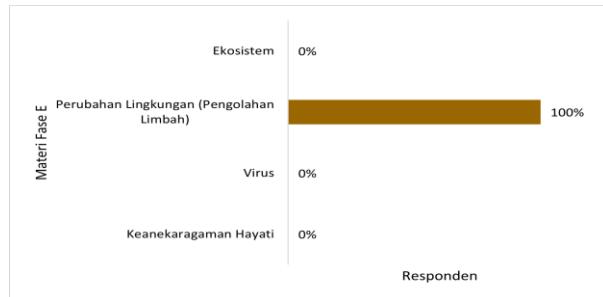
Hasil analisis kebutuhan keinginan pembelajaran proyek dengan mengolah limbah organik menjadi produk bermanfaat seperti karbol hasil dari fermentasi kedua eco enzim lengkuas tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Keinginan pembelajaran proyek melalui pengolahan limbah organik menjadi produk *Protufel* fungsional.

7. Materi perubahan lingkungan (Iklim)

Hasil analisis materi pada fase E yang paling tepat diintegrasikan dengan model pembelajaran proyek, literasi lingkungan dan kreativitas (Gambar 7).



Gambar 7. Materi fase E yang paling tepat diintegrasikan pada pembelajaran proyek, literasi lingkungan, dan kreativitas.

Hasil Wawancara guru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil wawancara guru tentang pentingnya pengembangan modul ajar *Protufel* terhadap peningkatan literasi lingkungan dan kreativitas pada fase E.

No.	Aspek	Indikator	Pertanyaan
1	Modul Ajar	a. Komponen modul ajar yang digunakan	Apa Bapak/Ibu mengetahui komponen modul ajar? Jawaban: a. Ya, namun masih kurang memahami komponen lengkap dan penyusunannya (DS). b. Ya, saya hanya mengetahui komponen modul ajar sama dengan RPP yaitu identitas sekolah, Capaian Pembelajaran, Langkah Kegiatan, dan Evaluasi (S).
2	Model pembelajaran	a. Langkah-langkah (sintak) model pembelajaran PjBL (<i>Project Based Learning</i>) b. Kendala yang dihadapi saat menerapkan model pembelajaran	Apakah Bapak/Ibu mengetahui sintak model pembelajaran PjBL? Jawaban: a. Ya, dimulai dari pertanyaan mendasar untuk menentukan proyek, mendesain proyek, monitoring, menyusun jadwal dan evaluasi (DS). b. Ya, dimulai dari mendiskusikan tentang proyek, menyusun jadwal, membimbing, memonitoring, menilai dan refleksi (S). Apa saja kendala yang dihadapi pada penerapan model pembelajaran PjBL?

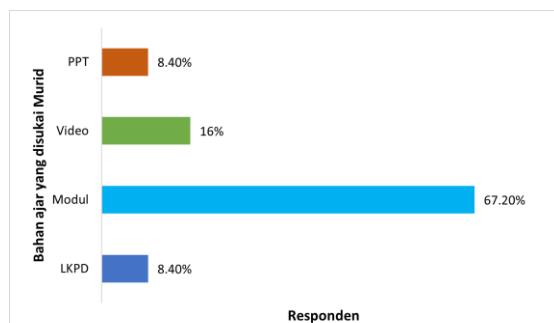


No.	Aspek	Indikator	Pertanyaan
3	Literasi lingkungan	a. Cara mengukur literasi lingkungan murid.	Jawaban: Waktu yang panjang karena lebih dari 1 kali pertemuan. Selanjutnya, masih bingung dalam menjalankan urutan setiap sintaknya. Sehingga dibutuhkan acuan yang lebih jelas (DS dan S).
5	Keterampilan abad 21 (kreativitas)	a. Cara mengukur kreativitas murid.	Bagaimana Bapak/Ibu mengukur literasi lingkungan murid? Jawaban: Adanya rasa peduli terhadap lingkungan misalnya membuang sampah pada tempatnya, mampu memilah sampah, mampu menghasilkan produk berbasis sampah organic atau an organic (DS, S). Namun, ternyata masih perlu dipantau dan diingatkan serta pentingnya mengetahui indikator literasi lingkungan yang belum dipelajari secara utuh (DS).
6	Protufel (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas)	a. Keinginan mengintegrasikan Protufel dalam materi pembelajaran	Bagaimana Bapak/Ibu mengukur kreativitas murid? Jawaban: Biasanya hanya disampaikan poin-poinya seperti ide yang orisinal, keberagaman hasil produk (DS, S), Selain itu, dapat pula diukur dari kemampuan murid dalam memecahkan permasalahan lingkungan misalnya dikelola dan tidak dibakar (DS).
			Apakah Bapak/Ibu tertarik dibuatkan modul ajar <i>Protufel</i> untuk meningkatkan literasi lingkungan murid dan kreativitasnya? Jawaban: Sangat tertarik karena <i>Protufel</i> akan menambah wawasan dan pengalaman mengajar dalam pengolahan limbah organic menjadi produk yang bernilai guna (DS). Sebab selama ini hanya berfokus pada pengolahan limbah an organic (S). Kegiatan ini, juga dapat membantu pihak sekolah dalam pengolahan limbah kulit jeruk di kantin. Besar harapan kami inovasi pembelajaran ini dapat meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas murid terutama pada materi mitigasi dampak perubahan iklim (DS, S). Dibutuhkan juga modul ajar cetak agar lebih mudah untuk digunakan dan tidak bergantung dengan stabilitas signal (DS,S).

Hasil angket dan wawancara terhadap murid

1. Bahan ajar

Bahan ajar yang disukai murid tersaji pada Gambar 8.

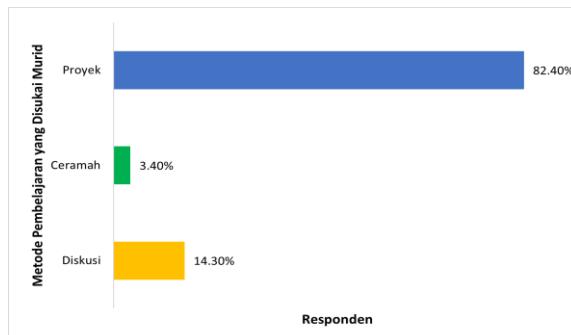


Gambar 8. Bahan ajar yang disukai murid.



2. Metode pembelajaran

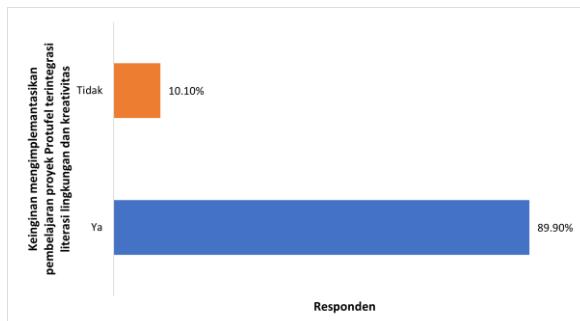
Metode pembelajaran yang disukai murid terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Metode pembelajaran yang disukai murid.

3. *Protufel* (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas)

Hasil analisis keinginan murid untuk mempelajari materi pengolahan limbah organik menjadi produk *Protufel* berbasis proyek dengan mengintegrasikan literasi lingkungan dan kreativitas (Gambar 10).



Gambar 10. Keinginan mengimplementasikan pembelajaran proyek *Protufel* terintegrasi literasi lingkungan dan kreativitas.

Hasil Wawancara murid dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil wawancara murid mengenai pentingnya pengembangan modul ajar *Protufel* terhadap peningkatan literasi lingkungan dan kreativitas pada fase E.

No	Aspek	Indikator	Pertanyaan
1	Metode pembelajaran	a. Mengetahui metode pembelajaran yang disukai.	Apakah metode pembelajaran yang kamu suka (diskusi, ceramah, tanya jawab, proyek)? Berikan alasannya. Jawaban: Saya sangat suka dengan metode pembelajaran proyek karena dapat memahami materi dengan baik dan pembelajaran lebih bermakna (K, S, Q, A)
2	Literasi Lingkungan	a. Memahami urgensi literasi lingkungan.	Mengapa literasi lingkungan penting? Jawaban: Karena dapat memupuk kepedulian terhadap lingkungan melalui pengelolaan sampah organik menjadi pupuk, eco enzim, ataupun bahan kerajinan (K,Q). Sehingga mengurangi beban bumi terhadap polutan dan sebagai aksi nyata terhadap perubahan iklim (A, S).
3	Keterampilan abad 21 (kreativitas)	a. Memahami urgensi kreativitas.	Mengapa kreativitas penting sebagai keterampilan abad 21? Jawaban: Karena mampu menghasilkan ide yang dapat digunakan sebagai pemecah masalah, misalnya: solusi terhadap sampah



No	Aspek	Indikator	Pertanyaan
4	<i>Protufel</i> (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas)	a. Minat terhadap <i>Protufel</i> dalam pembelajaran.	sebaiknya dilakukan daur ulang (K,S,Q,A) bukan dibakar (A). Apakah kamu berminat dibuatkan modul ajar <i>Protufel</i> untuk meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas? Berikan penjelasanmu! Jawaban: Berminat (seluruh responden) karena modul <i>Protufel</i> nantinya dapat dijadikan acuan dalam pembelajaran. Kami juga akan lebih mudah mempelajari sebab sudah bisa membuat eco enzim (Q,K). Termasuk penggunaan lengkuas sebagai bahan aktif juga tersedia di Toga (Tanaman Obat Keluarga) (A,S)

PEMBAHASAN

Pembahasan hasil angket dan wawancara guru biologi

1. Kendala implemantasi Kurikulum Merdeka dan Modul Ajar

Hasil analisis menunjukkan bahwa guru masih menemui hambatan dalam mengimplementasikan Kurikulum Merdeka. Kendala terbesar yang dihadapi guru adalah pembuatan modul ajar. Hasil wawancara memperkuat temuan ini bahwa guru menyatakan belum sepenuhnya mengetahui komponen modul ajar. Komponen yang diketahui hanya mencakup identitas sekolah, Capaian Pembelajaran, langkah kegiatan, dan evaluasi. Selain itu, guru juga membutuhkan fasilitasi dalam penyusunan modul ajar. Guru juga menginginkan modul ajar cetak agar tidak tergantung dengan stabilitas signal.

Hambatan tersebut dapat diatasi melalui bimbingan, diskusi, dan pelatihan internal di Komunitas Belajar. Komunitas belajar dapat dijadikan wadah bagi guru untuk saling berbagi praktik baik, menemukan solusi terhadap permasalahan pembelajaran, meningkatkan motivasi, dan kinerjanya (Supardi & Herdiana, 2024). Para guru juga perlu bekerja sama dengan rekan sejawat, mendengarkan pendapat murid, dan melakukan refleksi dan evaluasi berkelanjutan terhadap modul yang telah disusun (Nurrahmawati et al., 2024).

2. Model pembelajaran yang diinginkan

Sebanyak 100% guru menyatakan minat mereka terhadap *Project Based Learning* (PjBL). Sementara itu, model pembelajaran lain seperti Kooperatif Learning, Inquiry Learning, Discovery Learning, dan Problem Based Learning (PBL) hanya diminati oleh 25% responden. Hasil wawancara wawancara, guru menyatakan mengetahui sintak (langkah-langkah) model PjBL, mulai dari pertanyaan mendasar, mendesain proyek, monitoring, hingga evaluasi. Namun, kendala utama dalam penerapan PjBL adalah membutuhkan waktu yang panjang (lebih dari satu kali pertemuan) dan kebingungan dalam menjalankan urutan setiap sintak, sehingga diperlukan acuan yang lebih jelas.

PjBL dapat meningkatkan kreativitas murid sehingga dapat memecahkan masalah dalam mengerjakan sebuah proyek. Kreativitas tidak hanya membuat murid dapat memecahkan suatu masalah, tetapi juga mampu berdampak pada pola pikir mereka (Amriani et al., 2024). Hal ini menjadi referensi ideal untuk digunakan dalam model pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan abad 21 (Parwati, 2023).

3. Kebutuhan integrasi literasi lingkungan, kreativitas, dan materi *Protufel*

Guru menyatakan pentingnya mengintegrasikan keterampilan abad 21, khususnya kreativitas, dalam pembelajaran. Dari sisi literasi lingkungan, guru mengukur kesadaran



murid berdasarkan indikator seperti rasa peduli (membuang dan memilah sampah) dan kemampuan menghasilkan produk berbasis limbah. Meskipun demikian, guru merasa bahwa murid masih perlu dipantau dan diingatkan, serta menyatakan bahwa indikator literasi lingkungan belum dipelajari secara utuh.

Seluruh guru (100%) menunjukkan keinginan kuat untuk dibuatkan modul ajar *Protufel* (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas). Guru sangat tertarik karena *Protufel* akan menambah wawasan dan pengalaman mengajar dalam pengolahan limbah organik menjadi produk bernilai guna. Pengelolaan limbah selama ini yang dilakukan oleh guru, umumnya hanya berpusat pada limbah anorganik sehingga diperlukan pengalaman lainnya pada pengolahan limbah organik menjadi produk fungsional.

Materi *Protufel* adalah salah satu aksi nyata yang dapat diintegrasikan pada mata pelajaran Biologi Perubahan Lingkungan (Iklim) pada fase E sub mitigasi lingkungan sebab di dalamnya terdapat diskusi dan proyek tentang pengelolaan limbah. Limbah organik adalah salah satu permasalahan lingkungan yang harus segera dicari solusinya. Pemanfaatan lingkungan sekitar untuk mengolah limbah organik sebagai media belajar bagi murid akan sangat membantu dalam peningkatan hasil belajar, kemandirian, kreativitas, dan literasi lingkungan misalnya pembuatan *Protufel* (produk turunan f2 eco enzim lengkuas (*Alpinia galanga*)). Eco enzim adalah cairan hasil fermentasi limbah organik selama tiga bulan, produknya disebut dengan fermentasi pertama (F1). Ciri fisik eco enzim sempurna adalah berwarna cokelat tua kekuningan dengan aroma asam segar. Lama fermentasi bahan organik pada eco enzim ternyata berpengaruh positif terhadap kualitasnya. Hal ini didukung oleh penelitian menyatakan bahwa daya hambat fermentasi eco enzim terbaik untuk menekan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* penyebab penyakit kulit adalah selama 5 bulan dari tiga perlakuan yaitu 3 bulan, 4 bulan, dan 5 bulan (Febrianti et al., 2024). Umumnya pembuatan eco enzim hanya sebatas fermentasi pertama (F1), tetapi menambah nilai fungsi melalui fermentasi kedua (F2) akan lebih bernilai ekonomis dan memerdekan murid untuk melaksanakan pembelajaran berdiferensiasi produk. Penambahan Lengkuas (*Alpinia galanga*) menjadi ciri khas dari pembuatan *Protufel* serta pemanfaatan hasil fermentasi kedua (F2). Lengkuas (*Alpinia galanga*) termasuk dalam famili *Zingiberaceae* memiliki fungsi utama sebagai bahan rempah dan belum pernah menimbulkan masalah bagi kesehatan. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa kandungan ekstrak lengkuas terdiri dari metabolit sekunder yaitu alkaloid, saponin (bahan sabun), fenol, tanin, flavonoid, terpenoid, dan phenylpropanoid (anti jamur) (Saputra et al., 2024).

Menanggapi perubahan iklim yang berdampak luas bagi lingkungan, mitigasi adalah pendekatan untuk mengurangi dan menstabilkan tingkat gas rumah kaca yang merangkap panas di atmosfer sehingga dapat menyebabkan perubahan iklim dan lingkungan. Maka, dengan hadirnya inovasi ini tujuannya dapat meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas murid, terutama pada materi mitigasi dampak perubahan iklim. Materi yang dianggap paling tepat untuk mengintegrasikan model pembelajaran proyek, literasi lingkungan, dan kreativitas adalah Perubahan Lingkungan (Pengolahan Limbah) yang dipilih oleh 100% responden. Hal ini karena materi tersebut mencakup masalah-masalah lingkungan kompleks yang berkaitan dengan situasi nyata dan memerlukan kreativitas untuk pemecahannya . Sehingga diperlukan inovasi pembelajaran agar sesuai dengan karakteristik murid dan berdampak pada peningkatan kreativitas, semangat, dan peduli lingkungan sebagai perwujudan akhlak terhadap alam (Resminingpuri et al., 2023).



Pembahasan Hasil Angket Dan Wawancara Murid

1. Bahan ajar dan metode pembelajaran yang disukai

Murid paling menyukai modul sebagai bahan ajar, selanjutnya video, PPT dan LKPD. Pada metode pembelajaran, mayoritas murid sangat menyukai metode Proyek lalu disusul dengan diskusi dan ceramah. Murid beralasan bahwa mereka menyukai metode proyek karena membantu memahami materi dengan baik dan membuat pembelajaran lebih bermakna. Pembelajaran proyek dapat meningkatkan kreativitas dan kolaborasi murid karena pembelajaran bersifat *student center* (Usman et al., 2023). Bahan ajar yang bermakna hendaknya dibuat secara mandiri oleh guru karena erat kaitannya dengan materi esensial yang kontekstual, permasalahan yang diberikan dekat dengan kehidupan murid, disajikan secara sederhana agar mudah dipahami.

2. Urgensi literasi lingkungan dan kreativitas

Murid memahami urgensi literasi lingkungan karena hal itu dapat memupuk kepedulian terhadap lingkungan melalui pengelolaan sampah organik menjadi produk seperti pupuk atau eco enzim. Mereka juga melihat ini sebagai aksi nyata terhadap perubahan iklim dan upaya mengurangi polutan. Mengenai kreativitas, murid berpendapat bahwa ini penting karena mampu menghasilkan ide sebagai pemecah masalah, misalnya dengan melakukan daur ulang sampah daripada membakarnya. Murid yang mampu menghasilkan produk untuk mengatasi masalah lingkungannya, secara perlahan telah mengasah literasi lingkungan dan kreativitasnya dengan baik (Samarina et al., 2025).

3. Minat terhadap pembelajaran proyek *Protufel*

Mayoritas murid berkeinginan untuk mengimplementasikan pembelajaran proyek *Protufel* yang terintegrasi dengan literasi lingkungan dan kreativitas. Pembelajaran proyek akan melibatkan murid secara aktif untuk menentukan jadwal, mendesain prototype, membuat dan menyajikan produk sebagai bentuk solusi dari permasalahan lingkungan yang dihadapi (Parwati, 2023). Menurut murid bahwa langkah-langkah proyek pada modul tersebut nantinya dapat dijadikan acuan dalam pembelajaran yang didukung dengan pengalaman bisa membuat *eco-enzym*. Selain itu, bahan aktif yang digunakan yaitu lengkuas, juga tersedia di Toga (Tanaman Obat Keluarga) sekolah. Pemanfaatan bahan yang ada di lingkungan belajar murid akan menghasilkan pembelajaran yang kontekstual, konkret, dan menarik (Andres et al., 2025)

KESIMPULAN

Hasil analisis ini menegaskan adanya tantangan dan kebutuhan yang kuat sebagai dasar pengembangan modul ajar yang diperoleh dari guru dan murid. Sehingga, perlu diperhatikan dengan melihat beberapa aspek yaitu (1) Dibutuhkannya modul ajar cetak agar tidak bergantung dengan stabilitas signal; (2) Model pembelajaran yang diinginkan adalah PjBL karena mampu melibatkan murid secara aktif untuk menentukan jadwal, mendesain prototype, membuat dan menyajikan produk sebagai bentuk solusi dari permasalahan lingkungan yang dihadapi; (3) Kebutuhan integrasi literasi lingkungan, kreativitas, dan materi *Protufel* (Produk Turunan Fermentasi Kedua Eco Enzim Lengkuas) terhadap pembelajaran Biologi Fase E pada sub Perubahan Lingkungan (Iklim). Guru sangat tertarik untuk menambah pengalaman mengajar dalam pengolahan limbah organik menjadi produk bernilai guna. Pengelolaan limbah selama ini yang



dilakukan oleh guru, umumnya hanya berpusat pada limbah anorganik sehingga diperlukan pengalaman. Selain itu, murid juga menyampaikan bahwa langkah-langkah proyek pada modul tersebut nantinya dapat dijadikan acuan dalam pembelajaran dan didukung pula dengan pengalaman murid karena sudah bisa membuat *eco-enzym*. Penggunaan lengkuas juga tersedia di Toga (Tanaman Obat Keluarga) sekolah. Ketiga aspek tersebut dapat dijadikan landasan kebutuhan pengembangan modul ajar *Protufel* berbasis PjBL sebagai solusi yang dibutuhkan untuk mengatasi kendala guru dalam penyusunan modul dan sintak PjBL, sekaligus meningkatkan literasi lingkungan dan kreativitas murid melalui proyek pengolahan limbah organik yang kontekstual. Penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pengembangan modul ajar yang diikuti dengan uji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya terhadap peningkatan literasi lingkungan dan kreativitas murid pada materi Perubahan Lingkungan Fase E.

DAFTAR PUSTAKA

- Amriani, S. D., Uzzakah, I., Prakoso, R. A.(2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Kajian* <https://jurnal.aksaraglobal.co.id/index.php/jkppk/article/view/316>
- Andres, J., 1, Sapsuha, N., 2, Wahid, W., & 3. (2025). Pemanfaatan Laboratorium Alam sebagai Media Pembelajaran Di Kelurahan Fora Madiah. 5, 18–25. <https://jurnal.stkipkieraha.ac.id/index.php/jbes>
- Anggraini, N., & Nazip, K. (2022). Kemampuan Literasi Lingkungan Mahasiswa Pendidikan Biologi Menggunakan Skor Nela. *Journal of Education Action Research*, 6(4), 552–557. <https://doi.org/10.23887/jear.v6i4.46975>
- Faediyah, F., Anjelli, S., & Fasihaturrohmah, S. (2024). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Ekologi Mahasiswa. *SEMAR : Jurnal Sosial Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 1–7. <https://doi.org/10.59966/semar.v2i3.881>
- Febrianti, N. S., Tivani, I., Studi, P., Tiga, D., Harapan, P., & Tegal, B. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Bahan Organik Pada Eco-Enzyme Terhadap Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus*. 7(1), 92–100. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/article/view/21896/pdf>
- Fleming, D. S. (2000). A Teacher's Guide to Project-Based Learning. In Charleston.
- Kemendikdasmen. (2025). Pembelajaran Mendalam. 75. https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/1741963991_manage_file.pdf
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2019). Permen LHK RI No. P.53/MENLHK/SETJEN/KUM.1/9/2019 tentang Penghargaan Adiwiyata. Kementerian Lingkungan Hidup, 53(9), 1689–1699.
- McBeth, W., & Volk, T. (2009). The national environmental literacy project: A baseline study of middle grade students in the United States. *Journal of Environmental Education*, 41(1), 55–67. <https://doi.org/10.1080/00958960903210031>



- Muhazaroh, I. (2022). Menggagas Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik. Edu Aksara: *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1(2), 87–99. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7634599>
- Mujriati, E., Rahmatia, S., & Info, A. (2025). Implementation Of Project-Based Learning On Science Materials To Increase Student Creativity. 1(1), 20–25. <https://doi.org/https://doi.org/>
- Nisa, F., Wikanta, W., & Juniawan, M. F. (2024). Penerapan Metode Gallery Walk dengan Tugas Karya Poster Dalam Melatih Kreativitas Dan Ketuntasan Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Muhammadiyah 1 Surabaya. *Proceding Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* Tahun 2024, 261–271. <https://doi.org/https://doi.org/10.30651/pc.v1i1.24080>
- Novalina, Sunarti, & Adinugraha, F. (2023). Pengembangan Modul Pencemaran Lingkungan Berbasis Jelajah Alam Sekitar (JAS) Di Kelas X IPS SMA Negeri 37 Jakarta. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(2), 933–941.
- Nurhakim, I., & Anita. (2024). Implementasi Literasi Lingkungan Siswa Melalui Program Sekolah 39 Sd Negeri Sungai Raya. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia*, 9 (1), 48–63. <https://journal.stkip singkawang.ac.id/index.php/JurnalPIPSSI/article/download/4829/pdf>
- Nurrahmawati, D., Magdalena, S. E., Vidiastuti, Y., Suryanda, A., Safitri, D., Isfaeni, H., Isfaeni, H., Pengaruh, A., & Pembelajaran, T. (2024). Analisis Pengaruh Tujuan Pembelajaran yang Jelas Terhadap Ketercapaian Pembelajaran Biologi Siswa SMA Ketercapaian Pembelajaran Biologi Siswa SMA. 11, 189–199. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/biologi/article/download/22838/4208/56208>
- Parwati, L. R. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kreativitas Siswa pada Mata Pelajaran Biologi. ELEMENTARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar, 2(3), 162–167. <https://doi.org/10.51878/elementary.v2i3.1383>
- Pendidikan, U.-U. R. I. N. 20 T. 2003 T. S. (2003). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional. Undang-Undang Republik IndonesiaTahun 2003, 19(8), 159–170. <https://www.regulasip.id/book/1393/read>
- Purwati, N., Muspiroh, N., Riksa Isfiani, I., Tadris Biologi, J., SyekhNurjati, I., By Pass Sunyaragi, J., Cirebon, K., Barat, J., & Perjuangan By Pass Sunyaragi, J. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Poster Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Lingkungan. *Jurnal Pendidikan BiologiUndiksha*, 10(3), 1–13. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPB/index>
- Putra, A. K., Oktavia, I. A., Vanti, Q., Kristanti, D., Sari, N. Y., Amrullah, M. A., & Nabilah, G. E. (2024). Pengaruh Project Based Learning Berbasis Lingkungan Terhadap Literasi Lingkungan Peserta Didik. 24(3), 194–205. <https://journal.um-surabaya.ac.id/didaktis/article/download/24311/8689/64925>
- Qhutra Nada Salym, A., Soekamto, H., Osman, S., Raja Muda Abdul Aziz, J., Baru, K., & Lumpur, K. (2022). Pengaruh Model Project Based on Environment Learning



- dan Literasi Lingkungan dalam Kaitannya dengan Creative Thinking Skill. Jl. Semarang, 9(1), 63–81. <https://doi.org/10.18860/jpips.v9i1.18054>
- Resminingpuri, N., Elizabeth, K., Ayuk, T., & Puspaningsih, R. (2023). SMA/MA Kelas X Ilmu Pengetahuan Alam. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- Samarina, S., Nisa, S. H., Saputri, O. R., Sultania, T., & Wulandari, A. (2025). Membangun Kreativitas Dan Kesadaran Lingkungan Melalui Lomba Daur Kreatif Menggunakan Sampah Di SMAN 2 Narmada. 6–9.
- Santoso, R., Fenny, R., & Joko, S. (2021). Analisis Literasi Lingkungan Siswa SMP. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(02), 1976–1982. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpps/article/view/11001>
- Saputra, E., Setiawati, V., Genisa, M. U., Sumah, S. W., Pendidikan, P. S., Magister, B. P., Palembang, M., Studi, P., Biologi, P., Magister, P., & Palembang, M. (2024). Pendampingan Pembuatan Protufel (Produk Turunan F2 Eco Enzim Lengkuas) dalam Mendukung Eco-Preneur Siswa. 2024, 1–7. <https://jurnal.yp2n.org/index.php/jp2n/article/view/152>
- Supardi, & Herdiana. (2024). Efektivitas Komunitas Belajar dalam Meningkatkan Kualitas Guru di Sekolah. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian Dan Angkasa*, 2(6). <https://journal.arimsi.or.id/index.php/Algoritma>
- Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Putriana, A. R., & Febrianti, L. (2020). The implementation of local environmental problem-based learning student worksheets to strengthen environmental literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 169–178. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.22892>
- Svobodová, S. (2023). Environmental Literacy of Isced 2 Pupils in Poland. *Journal of Elementary Education*, 16(1), 59–77. <https://doi.org/10.18690/REI.16.1.1665>
- Usman, Putri Cahya, S., Wahyuni, I., & Biologi, P. (2023). Kelayakan Modul Ajar Berdiferensiasi Proyek Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 7(2), 99–108. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/dikbio>
- Wallach, M. A., & Torrance, E. P. (1968). Torrance Tests of Creative Thinking: Norms Technical Manual. *American Educational Research Journal*, 5(2), 272. <https://doi.org/10.2307/1161826>
- Yuliandini, S., Suwono, H., & Sueb, S. (2021). Pengaruh project-based learning berbantuan instagram terhadap literasi lingkungan dan hasil belajar kognitif. *Jurnal MIPA*. <http://journal3.um.ac.id/index.php/mipa/article/view/163>

