
PENERAPAN PROJECT BASED LEARNING (PjBL) DALAM PENDIDIKAN LINGKUNGAN DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KELAPA SAWIT DAN MINYAK JELANTAH UNTUK SISWA SMP

Mazaya Raudina Diamar^{1*}

¹Universitas Negeri Semarang, Semarang

*Email Korespondensi: mazayadiamar416@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Artikel konseptual ini membahas penerapan model *Project Based Learning (PjBL)* dalam pendidikan lingkungan hidup bagi siswa SMP dengan fokus pada pemanfaatan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah. Pendekatan PjBL dipilih karena mampu mengintegrasikan pembelajaran teoretis dengan pengalaman praktis yang kontekstual, sehingga membentuk pemahaman yang lebih komprehensif tentang isu-isu lingkungan. Melalui kajian literatur dan analisis konseptual, artikel ini menguraikan kerangka implementasi PjBL dalam memanfaatkan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah, strategi pengintegrasian dengan kurikulum, serta manfaat dan tantangan penerapannya. Pendekatan ini berpotensi meningkatkan kesadaran dan pemahaman ekologis siswa guna menumbuhkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Kerangka konseptual yang disajikan dalam artikel ini dapat menjadi rujukan bagi pendidik dalam mengembangkan program pendidikan lingkungan yang inovatif dan bermakna di tingkat SMP.

Kata kunci: Minyak Jelantah; Limbah Kelapa Sawit; Literasi Lingkungan; Pendidikan Lingkungan; *Project Based Learning (PjBL)*.

PENDAHULUAN

Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 menunjukkan bahwa Indonesia sebagai negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah dihadapkan pada tantangan serius terkait pengelolaan limbah, khususnya limbah hasil industri dan rumah tangga yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi. Salah satu permasalahan lingkungan yang krusial adalah pengelolaan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah yang jumlahnya semakin masif. Indonesia sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia, dengan luas perkebunan mencapai lebih dari 14 juta hektar, menghasilkan jutaan ton limbah kelapa sawit setiap tahunnya yang sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal (BPS, 2023). Limbah kelapa sawit dalam bentuk tandan kosong, cangkang, dan serabut sering kali hanya ditumpuk atau dibakar begitu saja, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti polusi udara, pencemaran air tanah, dan degradasi kualitas tanah (Maulida *et al.*, 2023).

Di sisi lain, minyak jelantah atau minyak goreng bekas yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, restoran, dan industri makanan juga menjadi permasalahan lingkungan yang tidak kalah serius. Masyarakat Indonesia yang memiliki kebiasaan mengkonsumsi makanan gorengan menghasilkan jutaan liter minyak jelantah setiap hari (Baihaqi & Paratih, 2021). Sayangnya, sebagian besar minyak jelantah tersebut dibuang begitu saja ke saluran pembuangan, sungai, atau laut tanpa pengolahan yang tepat. Hal ini menyebabkan pencemaran air yang signifikan, karena minyak jelantah dapat membentuk lapisan di permukaan air yang menghambat penetrasi oksigen, mengganggu kehidupan organisme akuatik, dan merusak kualitas air tanah. Selain itu, praktik penggunaan kembali minyak jelantah untuk menggoreng makanan yang masih umum dilakukan di masyarakat ekonomi menengah ke bawah juga membawa dampak negatif bagi kesehatan karena mengandung senyawa karsinogenik yang berbahaya.

Pendidikan lingkungan hidup merupakan aspek fundamental dalam membentuk kesadaran ekologis pada generasi muda dan menanamkan nilai-nilai kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan. Namun, pendekatan konvensional dalam pendidikan lingkungan yang lebih banyak mengandalkan transfer pengetahuan secara teoretis melalui metode ceramah dan penugasan sering kali gagal dalam membentuk sikap dan keterampilan nyata yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah lingkungan yang kompleks (Puspita & Nurhayati, 2019). Menurut Rahmani & Rahiem (2023), Siswa mungkin memahami konsep pencemaran lingkungan secara teoritis, tetapi tidak memiliki pemahaman yang mendalam tentang bagaimana mereka dapat berkontribusi dalam mengatasi masalah tersebut melalui tindakan nyata.

Project Based Learning (PjBL) menawarkan paradigma pendidikan yang lebih progresif, kontekstual, dan bermakna, di mana siswa menjadi penerima pasif pengetahuan dan turut terlibat secara aktif dalam proyek-proyek yang relevan dengan kehidupan nyata. PjBL juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, dan kolaborasi melalui pengalaman langsung dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mencari solusi atas permasalahan yang kompleks (Alfyananda *et al.*, 2024). Dalam pendidikan lingkungan, PjBL membuat siswa belajar "tentang" lingkungan dan belajar "untuk" lingkungan melalui tindakan nyata yang berkontribusi pada pelestarian dan perbaikan kualitas lingkungan (Irawan *et al.*, 2024).

Jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) merupakan fase penting dalam perkembangan kognitif dan afektif siswa, di mana siswa mulai mengembangkan pemahaman yang lebih kompleks tentang dunia dan peran mereka di dalamnya. Pada tahap ini, siswa juga mulai membentuk nilai-nilai dan keyakinan yang akan mempengaruhi sikap dan perilaku mereka di masa depan. Oleh karena itu, mengintegrasikan pendidikan lingkungan yang bermakna pada jenjang SMP melalui pendekatan PjBL dengan memanfaatkan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah memiliki potensi yang signifikan untuk membentuk generasi yang

memiliki pengetahuan tentang isu lingkungan, memiliki kepedulian, keterampilan, dan komitmen untuk menjadi agen perubahan dalam pelestarian lingkungan.

Penerapan PjBL dalam pendidikan lingkungan dengan fokus pada pemanfaatan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah untuk siswa SMP bertujuan untuk: (1) meningkatkan pemahaman siswa tentang dampak limbah terhadap lingkungan dan potensi pemanfaatannya; (2) mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi siswa dalam konteks pemecahan masalah lingkungan; (3) membangun sikap peduli lingkungan dan tanggung jawab sosial melalui pengalaman langsung dalam mengolah limbah menjadi produk bernilai guna; dan (4) menciptakan model pembelajaran yang mengintegrasikan aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam pendidikan lingkungan yang berkelanjutan (Sirata *et al.*, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Dasar *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning merupakan model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat dalam proses pembelajaran melalui keterlibatan dalam proyek kompleks dan bermakna. Model ini merupakan pendekatan pedagogis komprehensif yang mengintegrasikan konten akademik dengan pengalaman dunia nyata. PjBL dibangun berdasarkan premis bahwa pembelajaran paling efektif terjadi ketika siswa aktif mengonstruksi pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman langsung dengan konteks yang otentik. Melalui PjBL, siswa mengembangkan pemahaman mendalam tentang konsep akademik sambil mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis dan kreativitas yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan global termasuk isu-isu lingkungan (Raniah *et al.*, 2023).

Berbeda dengan pembelajaran tradisional yang sering terfragmentasi dan terisolasi dari kehidupan nyata, PjBL menawarkan pengalaman belajar holistik yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan permasalahan kompleks. Dalam pendidikan lingkungan, PjBL memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi hubungan antara konsep ilmiah, kondisi lingkungan, dampak sosial, dan implikasi ekonomi dari berbagai tindakan manusia terhadap lingkungan (Rohmah *et al.*, 2016). Pendekatan ini membawa siswa melampaui pemahaman teoretis tentang isu lingkungan menuju kemampuan menganalisis situasi lingkungan secara kritis dan mengembangkan solusi inovatif berdasarkan prinsip keberlanjutan.

Komponen esensial dalam PjBL meliputi pertanyaan penuntun yang kompleks dan bermakna, proses penyelidikan berkelanjutan, pengembangan kemandirian siswa, refleksi reguler, kritik dan revisi, serta pembuatan produk publik. Dalam implementasinya, siswa dituntut untuk menghasilkan produk akhir dan mendemonstrasikan proses pembelajaran melalui dokumentasi, presentasi, dan berbagi pengetahuan dengan komunitas yang lebih luas (Pratiwi & Jati, 2018). Hal ini menciptakan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan rasa kepemilikan terhadap pembelajaran mereka dan memahami relevansi pengetahuan akademik dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata termasuk isu-isu lingkungan yang kompleks.

Potensi Limbah Kelapa Sawit Dan Minyak Jelantah

Industri kelapa sawit menghasilkan limbah dalam jumlah signifikan dengan karakteristik dan potensi pemanfaatan yang beragam. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang mencapai 23% dari total proses pengolahan kelapa sawit, mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang berpotensi diolah menjadi kompos, bahan bakar biomassa, dan berbagai produk turunan lainnya (Wulandari & Kusuma, 2023). Cangkang dan fiber kelapa sawit memiliki nilai kalori tinggi yang menjadikannya bahan baku potensial untuk produksi briket dan arang aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses penjernihan air (Fadhillah & Wahyuni (2016). Sementara limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) kaya akan nutrien organik yang dapat

dimanfaatkan sebagai pupuk cair atau diolah menjadi biogas melalui proses digesti anaerobik, menghasilkan energi terbarukan sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca.

Minyak jelantah sebagai limbah rumah tangga dan industri kuliner juga menyimpan potensi daur ulang yang signifikan meskipun saat ini sebagian besar masih dibuang begitu saja ke saluran pembuangan. Minyak jelantah yang telah mengalami perubahan komposisi kimia akibat pemanasan berulang dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai ekonomi seperti biodiesel, sabun, lilin, dan pelumas sederhana. Proses transesterifikasi minyak jelantah dengan alkohol dan katalis dapat menghasilkan biodiesel yang ramah lingkungan dengan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil (Kapuji *et al.*, 2021). Sementara proses saponifikasi dengan larutan basa menghasilkan sabun dengan karakteristik pembersih yang baik dan dapat diproduksi dengan teknologi sederhana yang mudah diadaptasi dalam pembelajaran di sekolah.

Pemanfaatan kedua jenis limbah ini dalam pendidikan lingkungan dapat memberikan solusi praktis bagi permasalahan limbah dan membuka wawasan siswa tentang konsep ekonomi sirkular dan pengelolaan sumber daya berkelanjutan. Melalui proyek pemanfaatan limbah, siswa dapat memahami bahwa limbah bukanlah akhir dari siklus produksi dan konsumsi, melainkan sumber daya potensial yang dapat diintegrasikan kembali ke dalam sistem ekonomi melalui proses daur ulang yang tepat. Pemahaman ini membentuk paradigma baru yang penting bagi generasi muda dalam menghadapi tantangan lingkungan di masa depan, menggeser perspektif dari model ekonomi linear yang ekstraktif menuju model sirkular yang regeneratif dan berkelanjutan.

Kerangka Implementasi PjBL Dalam Pemanfaatan Limbah

Implementasi PjBL dalam pemanfaatan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah memerlukan kerangka yang sistematis namun fleksibel untuk mengakomodasi kebutuhan dan lokal setiap sekolah. Tahap pertama dimulai dengan orientasi dan eksplorasi, di mana siswa diajak untuk mengidentifikasi permasalahan limbah di lingkungan sekitar mereka, memahami dampak ekologis, sosial, dan ekonomi dari pembuangan limbah tidak bertanggung jawab, serta mengeksplorasi potensi pemanfaatan limbah tersebut. Keterlibatan siswa sejak awal dalam mengidentifikasi masalah membangun rasa kepemilikan terhadap proyek dan menjadi fondasi penting bagi motivasi intrinsik yang berkelanjutan sepanjang proses pembelajaran (Fauzi *et al.*, 2019). Pada tahap ini, guru berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa mengkonstruksi pemahaman awal dan merumuskan pertanyaan penuntun yang akan menjadi panduan dalam proyek mereka.

Tahap kedua melibatkan perencanaan dan penelitian, di mana siswa bekerja dalam kelompok kolaboratif untuk mengembangkan rencana proyek, mengidentifikasi sumber daya yang dibutuhkan, dan melakukan penelitian tentang metode pengolahan limbah yang mereka pilih. Aktivitas penelitian dapat mencakup studi literatur, wawancara dengan pakar, kunjungan lapangan ke fasilitas pengelolaan limbah, atau eksperimen awal untuk memahami karakteristik limbah. Tahap ini membangun keterampilan riset, kemampuan berpikir kritis, dan literasi informasi siswa, sekaligus memperdalam pemahaman mereka tentang prinsip-prinsip ilmiah di balik proses pengolahan limbah (Sari & Angreni, 2018). Melalui proses kolaboratif, siswa juga belajar menghargai perspektif beragam dan mengintegrasikan ide-ide berbeda dalam mengembangkan solusi yang komprehensif (Lestari & Ilhami, 2022).

Tahap ketiga adalah implementasi proyek, di mana siswa mulai mengumpulkan limbah, melakukan pengolahan sesuai metode yang telah dipilih, dan mengembangkan produk dari limbah tersebut. Pada tahap ini, siswa mengaplikasikan pengetahuan teoretis ke dalam praktik nyata, mengembangkan keterampilan teknis dalam pengolahan limbah, dan mengalami langsung tantangan serta solusi dalam proses daur ulang. Refleksi berkala selama implementasi membantu siswa mengidentifikasi kesulitan, mencari solusi alternatif, dan melakukan

penyesuaian yang diperlukan. Proses dokumentasi yang komprehensif juga dilakukan, yang mencakup catatan observasi, data eksperimen, foto atau video proses, serta refleksi pribadi yang menjadi bahan evaluasi dan pembelajaran lebih lanjut.

Tahap akhir meliputi evaluasi hasil, presentasi, dan refleksi menyeluruh. Siswa mengevaluasi kualitas produk yang dihasilkan, menganalisis efektivitas proses yang digunakan, serta mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan pendekatan mereka. Presentasi hasil proyek kepada audiens yang lebih luas termasuk teman sebaya, guru lain, orang tua, dan anggota komunitas memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan komunikasi, menerima umpan balik konstruktif, dan berbagi pengetahuan dengan komunitas (Pramesti *et al.*, 2023). Refleksi mendalam pada akhir proyek membantu siswa mengkonsolidasikan pembelajaran mereka, menghubungkan pengalaman praktis dengan konsep teoretis, dan mengidentifikasi implikasi lebih luas dari proyek mereka bagi masyarakat dan lingkungan (Haryadi & Yuniarti, 2023).

Pengintegrasian dengan Kurikulum SMP

Integrasi PjBL dalam pendidikan lingkungan dengan fokus pada pemanfaatan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah dapat menjembatani berbagai mata pelajaran dalam kurikulum SMP yang menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan bermakna. Dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, proyek ini menjadi wadah aplikasi praktis konsep-konsep ekologi, kimia, dan biologi yang sering diajarkan secara terpisah. Siswa dapat mengeksplorasi konsep ekosistem dan aliran energi ketika mempelajari dampak limbah terhadap lingkungan, menerapkan pemahaman tentang reaksi kimia dalam proses pengolahan limbah menjadi produk baru, serta mengamati proses biologis seperti dekomposisi dalam pembuatan kompos dari limbah organik kelapa sawit. Pendekatan aplikatif memperdalam pemahaman konseptual siswa dan menjadikan pembelajaran sains lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari dan permasalahan lingkungan yang nyata (Muharromah *et al.*, 2019).

Mata pelajaran Matematika dapat diintegrasikan melalui kegiatan pengukuran, perhitungan proporsi bahan dalam pembuatan produk, analisis data hasil eksperimen, serta estimasi potensi produksi dan dampak ekonomi dari daur ulang limbah. Konsep-konsep matematika yang sering dianggap abstrak mendapatkan aplikasi nyata, membantu siswa memahami relevansi matematika dalam pemecahan masalah lingkungan. Sementara dalam Ilmu Pengetahuan Sosial, proyek ini membuka peluang untuk mengeksplorasi dampak sosial-ekonomi industri kelapa sawit, menganalisis kebijakan lingkungan terkait pengelolaan limbah, serta memahami dinamika sosial dalam upaya pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat. Siswa dapat melakukan kajian sederhana tentang bagaimana praktik pengelolaan limbah mempengaruhi kesejahteraan masyarakat dan bagaimana aspek budaya mempengaruhi pola konsumsi dan produksi limbah. Bahasa Indonesia menjadi media dalam dokumentasi proses, penulisan laporan ilmiah, pengembangan materi kampanye lingkungan, serta presentasi hasil proyek. Melalui aktivitas ini, siswa mengembangkan keterampilan literasi yang kritis, kemampuan berkomunikasi secara efektif, serta kemampuan menyampaikan informasi ilmiah dengan bahasa yang dapat dipahami berbagai kalangan (Sari *et al.*, 2024). Sementara dalam mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan, proyek pemanfaatan limbah memberikan platform ideal untuk mengembangkan kreativitas dalam desain produk, pemahaman tentang prinsip ekonomi sirkular, serta keterampilan dasar kewirausahaan sosial yang mengintegrasikan tujuan lingkungan dengan potensi ekonomi.

Siswa dapat mengeksplorasi bagaimana produk daur ulang limbah dapat dikembangkan menjadi usaha kecil yang mampu menghasilkan keuntungan ekonomi dan memberikan manfaat lingkungan dan sosial.

Strategi Pengembangan Keterampilan Abad ke-21

Implementasi PjBL dalam pendidikan lingkungan dengan fokus pada pemanfaatan limbah menawarkan kerangka ideal untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang semakin penting dalam era global dan digital saat ini (Septiana, 2023). Berpikir kritis dikembangkan melalui proses analisis permasalahan limbah, evaluasi berbagai metode pengolahan, serta penilaian efektivitas solusi yang dikembangkan. Siswa belajar mengidentifikasi asumsi, membedakan fakta dari opini, mengevaluasi validitas informasi dari berbagai sumber, serta mengembangkan argumen berbasis bukti tentang solusi pengelolaan limbah yang mereka usulkan. Proses ini membangun kerangka berpikir analitis dalam menghadapi kompleksitas permasalahan lingkungan di dunia nyata.

Kreativitas dan inovasi terstimulasi melalui proses pengembangan solusi untuk pemanfaatan limbah yang sering kali membutuhkan pendekatan non-konvensional dan pemikiran di luar kebiasaan. Siswa didorong untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan, menggabungkan ide dari berbagai disiplin ilmu, serta mengembangkan produk unik dari bahan yang umumnya dianggap sebagai sampah. Aktivitas seperti mendesain kemasan produk dari limbah, mengembangkan teknik pengolahan yang efisien dengan sumber daya terbatas, atau menciptakan kampanye kreatif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengelolaan limbah, semuanya membangun kapasitas inovasi yang digunakan dalam menghadapi tantangan lingkungan yang kompleks dan terus berkembang (Astuti, 2015).

Kolaborasi dan keterampilan sosial dikembangkan secara intensif melalui kerja kelompok dalam seluruh tahapan proyek. Siswa belajar mendistribusikan peran dan tanggung jawab, mengelola dinamika kelompok, menyelesaikan konflik secara konstruktif, serta mengintegrasikan beragam perspektif dan keahlian dalam mencapai tujuan bersama. Interaksi dengan berbagai pemangku kepentingan seperti pakar lingkungan, perwakilan industri, atau komunitas lokal juga memperluas jaringan sosial siswa dan mengembangkan pemahaman tentang berbagai sudut pandang terkait isu lingkungan (Herpratiwi *et al.*, 2023).

Keterampilan komunikasi dikembangkan melalui berbagai aktivitas seperti wawancara dengan pakar, dokumentasi proses, penulisan laporan, dan presentasi hasil. Siswa belajar menyampaikan informasi teknis dengan bahasa yang dapat dipahami berbagai kalangan, menggunakan berbagai media komunikasi secara efektif, serta menyesuaikan pesan dengan karakteristik audiens yang beragam. Kemampuan berkomunikasi secara persuasif diperlukan dalam mengembangkan kampanye penyadaran lingkungan atau mempromosikan produk daur ulang limbah. Keterampilan ini mendukung keberhasilan akademis guna mempersiapkan siswa untuk menjadi advokat lingkungan yang efektif dalam masyarakat.

Evaluasi dan Penilaian dalam Pjbl Lingkungan

Penilaian dalam PjBL lingkungan memerlukan pendekatan komprehensif yang mencakup proses, produk, dan dampak pembelajaran. Berbeda dengan penilaian tradisional yang sering berfokus pada hasil akhir dan pengetahuan faktual, penilaian dalam PjBL perlu mengakomodasi kompleksitas proses pembelajaran yang melibatkan berbagai keterampilan dan kompetensi. Penilaian proses dapat dilakukan melalui observasi sistematis terhadap aktivitas kelompok, jurnal refleksi siswa, portofolio proses yang mendokumentasikan tahapan pengerjaan proyek, serta diskusi rutin yang memungkinkan guru memantau perkembangan pemahaman dan keterampilan siswa. Rubrik penilaian proses dapat dikembangkan dengan indikator spesifik untuk kolaborasi, manajemen proyek, pemecahan masalah, serta penerapan metode ilmiah dalam pengolahan limbah.

Penilaian produk berfokus pada kualitas dan kebermanfaatan hasil pengolahan limbah yang dikembangkan siswa. Kriteria dapat mencakup efektivitas produk dalam menyelesaikan masalah yang diidentifikasi, inovasi dalam desain atau proses, efisiensi penggunaan sumber daya, serta potensi aplikasi praktis dari solusi yang dikembangkan. Pengujian produk seperti

analisis kualitas sabun dari minyak jelantah atau evaluasi efektivitas kompos dari limbah kelapa sawit memberikan data objektif untuk penilaian produk. Umpan balik dari pengguna potensial atau pakar eksternal juga dapat menjadi sumber penilaian berharga yang memberikan perspektif lebih luas tentang kualitas dan relevansi produk yang dikembangkan.

Penilaian presentasi dan komunikasi mengukur kemampuan siswa dalam menyampaikan proses dan hasil proyek mereka kepada berbagai audiens. Kriteria dapat meliputi kejelasan penyampaian informasi, penggunaan media pendukung secara efektif, kemampuan menjawab pertanyaan secara substantif, serta efektivitas dalam menginspirasi audiens untuk terlibat dalam pengelolaan limbah. Presentasi publik memungkinkan penilaian autentik oleh berbagai pemangku kepentingan, memberikan siswa pengalaman berharga dalam mengomunikasikan ide ilmiah kepada audiens yang beragam. Format presentasi dapat bervariasi dari presentasi formal di kelas hingga pameran produk, workshop, atau kampanye media sosial, memberikan kesempatan bagi siswa dengan gaya komunikasi berbeda untuk menunjukkan kompetensi mereka.

Refleksi diri menjadi salah satu komponen dalam penilaian PjBL yang mendorong metakognisi dan pembelajaran mendalam. Melalui jurnal refleksi, esai evaluatif, atau diskusi reflektif, siswa diajak untuk menganalisis pengalaman belajar mereka, mengidentifikasi tantangan dan strategi yang efektif, menghubungkan pengalaman praktis dengan konsep teoretis, serta mengartikulasikan perubahan perspektif atau sikap mereka terhadap isu lingkungan. Proses refleksi ini dapat memperdalam pembelajaran siswa dengan mendorong mereka mengkonsolidasikan pengalaman dan pengetahuan baru ke dalam struktur kognitif yang ada (Nurhayati *et al.*, 2023). Portofolio reflektif yang mengintegrasikan artefak proyek dengan analisis reflektif dapat menjadi instrumen penilaian yang komprehensif dan bermakna (Putri *et al.*, 2021).

Keberlanjutan dan Perluasan Dampak

Keberlanjutan merupakan salah satu aspek dalam proyek pendidikan lingkungan yang menyangkut konten pembelajaran dan keberlanjutan program itu sendiri. Proyek pemanfaatan limbah yang dirancang sebagai program berkelanjutan memungkinkan kumulasi pengalaman dan pengetahuan dari satu angkatan siswa ke angkatan berikutnya, menciptakan tradisi pendidikan lingkungan yang terjaga dalam kultur sekolah. Strategi untuk mendukung keberlanjutan program dapat mencakup pengembangan sistem dokumentasi dan transfer pengetahuan, pembentukan klub lingkungan atau ekstrakurikuler tematik, serta integrasi formal proyek ke dalam kurikulum sekolah (Purwanto *et al.*, 2024). Keberlanjutan juga dapat didukung melalui rotasi tanggung jawab di antara guru-guru, memastikan pengetahuan tidak terpusat pada individu tertentu tetapi menjadi kapasitas institusional sekolah.

Perluasan dampak dapat dicapai melalui strategi diseminasi yang mengomunikasikan proses dan hasil proyek kepada komunitas yang lebih luas. Media sosial, blog sekolah, pameran komunitas, atau partisipasi dalam festival sains dan lingkungan dapat menjadi platform untuk membagikan pengalaman dan pembelajaran dari proyek. Kolaborasi dengan media lokal untuk liputan proyek juga dapat memperluas jangkauan dampak dan menginspirasi sekolah lain untuk mengadopsi pendekatan serupa. Pengemasan materi pembelajaran dalam bentuk modul atau *toolkit* yang dapat diakses secara daring memungkinkan replikasi proyek oleh sekolah lain, menciptakan efek riak yang memperluas dampak edukasi jauh melampaui batas fisik sekolah penginisiasi. Kemitraan strategis dengan berbagai pemangku kepentingan seperti pemerintah daerah, industri kelapa sawit, lembaga lingkungan, perguruan tinggi, atau komunitas lokal dapat memperkuat keberlanjutan dan memperluas dampak proyek.

Kemitraan ini memberikan dukungan sumber juga menciptakan ekosistem pendukung yang memungkinkan proyek sekolah terhubung dengan inisiatif lingkungan yang lebih luas dalam masyarakat. Integrasi proyek sekolah dengan program pengelolaan limbah komunitas atau

inisiatif tanggung jawab sosial perusahaan dapat menciptakan sinergi yang memperkuat dampak kolektif dan membangun ketahanan program dalam jangka panjang.

Program pengakuan dan penghargaan yang mengapresiasi kontribusi siswa, guru, dan sekolah dalam pendidikan lingkungan dapat menjadi motivator untuk keberlanjutan (Ayu & Wahid, 2024). Pengakuan ini juga dapat berupa sertifikasi sebagai "Sekolah Ramah Lingkungan," penghargaan dari lembaga lingkungan atau pemerintah, maupun eksposur positif dalam media yang meningkatkan reputasi sekolah. Sistem insentif yang mengapresiasi inovasi dalam pendidikan lingkungan juga dapat mendorong kontinuitas dan pengembangan program dari waktu ke waktu. Pendekatan ini menggeser motivasi dari kepatuhan terhadap kurikulum menjadi komitmen intrinsik terhadap nilai-nilai lingkungan yang terinternalisasi dalam budaya sekolah.

KESIMPULAN

Penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dalam pendidikan lingkungan dengan memanfaatkan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah menawarkan kerangka pedagogis yang kuat untuk membangun literasi lingkungan sekaligus mengembangkan keterampilan abad ke-21 bagi siswa SMP. Pendekatan ini menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam pendidikan lingkungan yang menciptakan pembelajaran kontekstual yang relevan dengan permasalahan lingkungan lokal dan global. Melalui pengalaman langsung dalam mengolah limbah menjadi produk bermanfaat, siswa mengembangkan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip keberlanjutan, ekonomi sirkular, dan tanggung jawab lingkungan yang akan membentuk pola pikir dan perilaku mereka jauh ke masa depan. Keberhasilan implementasi PjBL ini bergantung pada beberapa faktor kritis seperti dukungan institusional, kapasitas guru, ketersediaan sumber daya, serta kolaborasi efektif dengan berbagai pemangku kepentingan. Meskipun menghadapi tantangan dalam implementasi, pendekatan PjBL memberikan manfaat yang jauh melampaui capaian akademis konvensional, membentuk generasi muda yang memahami isu lingkungan secara teoretis serta memiliki kapasitas dan motivasi untuk mengembangkan solusi inovatif bagi permasalahan lingkungan. Transformasi limbah menjadi sumber daya berharga melalui proyek kolaboratif menjadi metafora kuat yang merefleksikan pergeseran paradigma dari model ekonomi linear yang ekstraktif menuju model sirkular yang regeneratif dan berkelanjutan.

Sebagai model pendidikan yang berpusat pada siswa, PjBL dengan fokus pada pemanfaatan limbah kelapa sawit dan minyak jelantah memiliki fleksibilitas untuk diadaptasi dalam berbagai konteks sekolah dengan mempertimbangkan kebutuhan lokal, ketersediaan sumber daya, dan karakteristik siswa. Kerangka konseptual yang disajikan dalam artikel ini dapat menjadi titik awal bagi pendidik untuk merancang program pendidikan lingkungan yang inovatif, bermakna, dan transformatif bagi siswa SMP. Melalui integrasi pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam aktivitas proyek yang otentik, pendekatan ini berkontribusi pada pembentukan warga negara yang sadar lingkungan dan siap mengambil peran aktif dalam pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfyananda, A., Queentasya, Q., & Oktavia, I. (2024). Pengaruh *project based learning* berbasis lingkungan terhadap literasi lingkungan peserta didik. *Didaktis*, 24(3), 13–22. <https://doi.org/10.30651/didaktis.v24i3.24311>
- Astuti, R. (2015). Meningkatkan kreativitas siswa dalam pengolahan limbah menjadi trash fashion melalui PjBL. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 37–41. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i2.3872>
- Ayu, P., & Wahid, A. (2024). Peningkatan Kinerja Guru Melalui Pemberian Reward di SMP Ma'arif NU 03 Tarbiyatut Tholibin Bumijawa-Tegal. *Management of Education: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 10(2), 144–155. <https://doi.org/10.18592/moe.v10i2.13732>
- Baihaqi, M. L., & Paratih, A. (2021). *Citizen Participation in Recycling Cooking Oil to Foster Circular Economy Program*. *Jurnal Ekonomi*, 3(2), 1125–1132.
- Fadhillah, M., & Wahyuni, D. (2016). Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 3(2), 95–98.
- Fauzi, A., Siregar, H., & Meilya, I. R. (2019). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning dalam pembelajaran mandiri pada pendidikan kesetaraan Paket C. *Journal of Nonformal Education and Community Empowerment*, 3(1), 52–58. Tersedia di <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jnfc>
- Haryadi, N., & Yuniarti. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 11(1). <https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/jpbsi/article/download/17795/994>
- Herpratiwi, H., Taufiqurrahman, T., Widodo, S., & Effendi, R. (2023). Penerapan Project Based Learning Berbasis Keterampilan Sosial Mata Pelajaran Kewarganegaraan di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 45–53.
- Irawan, A. S., Listiana, L., & Juniawan, M. F. (2024). Penerapan project based learning (PjBL) untuk meningkatkan kreativitas siswa dalam pemanfaatan limbah botol plastik sebagai media praktik vertikultur di kelas IX A SMP Muhammadiyah 3 Surabaya. *Proceeding Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan*, 1(1), 174–182.
- Kapuji, A., Hadi, S., & Arifin, Z. (2021). Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Chemtech*, 7(1), 1–6.
- Lestari, I., & Ilhami, A. (2022). Penerapan model *project based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMP: *Systematic review*. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 135–144. <http://jurnallensa.web.id/index.php/lensa>
- Maulida, N., Saputri, D., Natanael, J., & Wikaningrum, T. (2023). Palm Oil Mill Effluent as an Environmental Pollutant: Indonesia Palm Oil Industry. *Journal of Environmental Engineering and Waste Management*, 8(1).
- Muharromah, T. R., Fadiawati, N., & Saputra, A. (2019). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Proyek Daur Ulang Minyak Jelantah dalam Meningkatkan Keterampilan Berkomunikasi Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 8(2), 417–429.
- Nurhayati, N., Hardiyanto, L., & Susi, S. (2023). Pengembangan Model Problem Based Learning Berbasis Portofolio untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan

- Sikap Demokratis. *Jurnal Citizenship Virtues*, 3(2), 573–588.
<https://doi.org/10.37640/jcv.v3i2.1874>
- Pramesti, D. A. H., Kharisma, A. I., & Irmaningrum, R. N. (2023). Analisis evaluasi pembelajaran berbasis Project Based Learning di Madrasah Ibtidaiyah Yogyakarta. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1).
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/11617>
- Pratiwi, K. P., & Jati, H. (2018). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning untuk meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar SISKOMDIG di SMKN 2 Klaten. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Informatika*, 7(5), 39–45
- Puspitasari, S., & Nurhayati, N. (2019). Efektivitas Metode Ceramah Bervariasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Satya Widya*, 35(1), 45–52.
- Putri, M. C. I., Sutiadiningsih, A., Nurlaela, L., & Purwidiani, N. (2021). Hubungan Penerapan Project Based Learning Portofolio Proses dengan Kemampuan Berpikir Kritis dan Bertanggung Jawab. *Jurnal Tata Boga*, 10(1), 76–86.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/article/view/37834>
- Rahmani, N. F., & Rahiem, M. D. H. (2023). Implementasi Pendidikan Lingkungan Hidup di Raudhatul Athfal. *Jurnal Ilmiah Potensia*, 8(1), 12–25.
- Raniah, D., Efendi, R., & Liliawati, W. (2023). Profil Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19–24. <https://jurnal.uns.ac.id/pdg/article/view/36154>
- Sari, L. M., Harahap, E. P., & Yusra, H. (2024). Penerapan Project Based Learning (PjBL) Menulis Teks Berita Siswa Kelas VII A SMP Negeri 16 Kota Jambi. *Silampari Bisa: Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa Indonesia, Daerah, dan Asing*, 7(1), 112–127.
<https://doi.org/10.31540/silamparibisa.v7i1.2773>
- Sari, R. T., & Angreni, S. (2018). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) upaya peningkatan kreativitas mahasiswa. *Varia Pendidikan*, 30(1), 79–83.
- Septiana, K. (2023). Model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) yang ramah lingkungan dalam mengurangi limbah plastik dan menerapkan gaya hidup berkelanjutan (Studi kasus siswa kelas 7A SMP Negeri 239 Jakarta tahun pelajaran 2022/2023). *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 10, 82–88.
<https://doi.org/10.30595/pssh.v10i.673>
- Sirata, M., Istyadi, M., & Hafizah, E. (2022). Pengaruh model project based learning pada materi pencemaran lingkungan terhadap literasi lingkungan peserta didik. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 5(1), 56–62.
<https://doi.org/10.12345/ijnse.v5i1.12345>
- Wulandari, E., & Kusuma, A. F. (2023). Kelapa sawit Indonesia: Dilema dan solusi yang tidak kunjung usai. *Khatulistiwa Profesional: Jurnal Pengembangan SDM dan Kebijakan Publik*, 4(2), 57–68.