
**PENGEMBANGAN PERANGKAT PROJECT BASED LEARNING (PJBL)
BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK
SMP PADA MATERI PEMISAHAN CAMPURAN**

Mu'arofah¹, Rudiana Agustini², Suyatno Sutoyo³

^{1,2,3}Universitas Negeri Surabaya

Email: muarofah78@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis Project Based Learning (PjBL) terintegrasi STEM untuk meningkatkan kreativitas peserta didik kelas VIII di SMPN 1 Surabaya. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang dimodifikasi melalui lima tahap, yaitu validasi ahli, revisi desain, uji coba terbatas, revisi produk, dan implementasi pada skala luas. Produk yang dikembangkan meliputi Modul Ajar/RPP, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), buku ajar, serta instrumen pre-test dan post-test. Validasi dilakukan oleh dua dosen dan satu guru senior. Hasil validasi menunjukkan bahwa RPP memperoleh nilai rata-rata 88,7% dengan kriteria sangat valid dan LKPD memperoleh nilai rata-rata 88,96% dengan kriteria sangat valid. Uji coba terbatas pada kelas VIII-D menunjukkan keterlaksanaan pembelajaran sebesar 99,5% dengan kategori sangat praktis. Hasil analisis peningkatan kreativitas peserta didik menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,72 dengan kategori tinggi. Implementasi pada kelas VIII-E dan VIII-G menunjukkan nilai N-Gain masing-masing sebesar 0,64 (kategori sedang) dan 0,73 (kategori tinggi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kreativitas peserta didik.

Kata Kunci: PJBL, STEM, Perangkat Pembelajaran, Kreativitas Peserta Didik.

Abstract: This study aims to develop science learning tools based on Project Based Learning (PjBL) integrated with STEM to improve the creativity of eighth-grade students at SMPN 1 Surabaya. This research employed a modified Research and Development (R&D) method consisting of five stages: expert validation, design revision, limited trial, product revision, and wider implementation. The developed products included lesson plans (teaching modules), student worksheets (LKPD), teaching materials, and pre-test and post-test instruments. The validation process involved two lecturers and one senior teacher. The validation results indicated that the lesson plans obtained an average score of 88.7% categorized as valid, while the student worksheets obtained an average score of 88.96% categorized as valid. The limited trial conducted in class VIII-D showed a learning implementation rate of 99.5%, categorized as very practical. The analysis of students' creativity improvement showed an N-Gain score of 0.72 in the high category. The wider implementation conducted in classes VIII-E and VIII-G resulted in N-Gain scores of 0.64 (moderate category) and 0.73 (high category), respectively. These results indicate that the.

Keywords: Project Based Learning, STEM, Learning Tools Development, Student Creativity.

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran pada dasarnya merupakan proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan atau informasi dari guru kepada peserta didik sebagai penerima pesan. Keberhasilan proses komunikasi tersebut sangat dipengaruhi oleh metode dan strategi pembelajaran yang digunakan oleh guru. Penggunaan metode yang tepat akan membantu peserta didik memahami materi pembelajaran secara lebih efektif (Sari, 2018). Dalam konteks ini, guru memiliki peran yang sangat penting karena guru merupakan pihak yang berinteraksi langsung dengan peserta didik dalam proses pembelajaran. Kurikulum yang baik dan fasilitas pembelajaran yang memadai belum tentu memberikan hasil yang optimal apabila tidak didukung oleh kemampuan guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran secara efektif.

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menegaskan bahwa tugas guru tidak hanya menyampaikan pengetahuan, tetapi juga mendidik dan membentuk peserta didik agar menjadi manusia yang utuh. Oleh karena itu, seorang guru dituntut memiliki kompetensi profesional yang memadai. Menurut Rusman (2012), kompetensi guru meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi profesional, dan kompetensi sosial. Keempat kompetensi tersebut diperlukan agar guru mampu merancang pembelajaran yang bermakna serta mampu mengembangkan potensi peserta didik secara optimal.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dunia pendidikan juga dituntut untuk membekali peserta didik dengan keterampilan abad ke-21. Keterampilan tersebut meliputi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan berkomunikasi, dan kemampuan berkolaborasi. Dalam konteks ini, kreativitas menjadi salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran. Kreativitas tidak hanya dipahami sebagai bakat bawaan, tetapi juga sebagai keterampilan yang dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran yang tepat. Alwasilah menyatakan bahwa kreativitas merupakan kemampuan untuk menghasilkan bentuk baru, struktur kognitif baru, serta produk baru sebagai hasil dari proses berpikir seseorang. Dengan demikian, pendidikan harus mampu menjadi ruang yang mendukung berkembangnya kreativitas peserta didik.

Namun demikian, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kreativitas peserta didik di Indonesia masih relatif rendah. Berdasarkan laporan Global Creativity Index

tahun 2015, Indonesia menempati peringkat ke-119 dari 139 negara dengan skor 0,202 (Florida & King, 2015). Selain itu, hasil studi Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) tahun 2015 juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik Indonesia masih berada pada kategori rendah (Kunafaah & Siswono, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya upaya inovatif dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengembangkan kreativitas peserta didik adalah Project Based Learning (PjBL). Model pembelajaran PjBL merupakan model pembelajaran yang menekankan kegiatan proyek sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan melalui proses penyelidikan terhadap suatu permasalahan nyata. Melalui kegiatan proyek, peserta didik dapat merancang solusi, memecahkan masalah, melakukan investigasi, serta menghasilkan suatu produk sebagai hasil dari proses pembelajaran (Wena, 2015). Model pembelajaran ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara aktif, mandiri, dan kolaboratif sehingga dapat mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kreatif.

Selain itu, penerapan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam pembelajaran juga dinilai mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Pendekatan STEM menekankan integrasi antara konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata. Integrasi antara model pembelajaran PjBL dan pendekatan STEM memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif yang dikenal sebagai keterampilan 4C dalam pembelajaran abad ke-21.

Materi pemisahan campuran pada pembelajaran IPA di kelas VIII SMP memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan melalui pembelajaran berbasis proyek. Materi ini dapat dikaitkan dengan permasalahan lingkungan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti pencemaran air. Salah satu contoh penerapannya adalah melalui proyek pembuatan alat penyaring air sederhana. Melalui kegiatan proyek tersebut, peserta didik tidak hanya memahami konsep pemisahan campuran secara teoritis, tetapi juga dapat mengaplikasikan konsep tersebut dalam kehidupan nyata sekaligus mengembangkan kreativitas dalam merancang dan menghasilkan produk.

Berdasarkan hasil pengamatan awal di kelas VIII, peserta didik sebenarnya memiliki berbagai ide kreatif, namun masih mengalami kesulitan dalam menuangkan ide tersebut ke dalam bentuk karya atau produk pembelajaran. Hal ini menunjukkan perlunya inovasi dalam pembelajaran yang mampu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan ide dan kreativitasnya secara lebih optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran yang mampu mendukung penerapan model PjBL terintegrasi STEM dalam pembelajaran IPA.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis Project Based Learning (PjBL) terintegrasi STEM pada materi pemisahan campuran untuk meningkatkan kreativitas peserta didik kelas VIII di SMPN 1 Surabaya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development / R&D*) yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran IPA berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM pada materi pemisahan campuran untuk meningkatkan kreativitas peserta didik. Produk yang dikembangkan meliputi modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), bahan ajar, serta instrumen tes kreativitas. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model pengembangan yang terdiri atas beberapa tahap, yaitu tahap validasi desain, revisi desain, uji coba terbatas, revisi produk, dan implementasi pada skala yang lebih luas. Pada tahap validasi desain, perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan divalidasi oleh para ahli untuk menilai kelayakan perangkat dari aspek isi, konstruk, dan keterpaduan model pembelajaran. Data hasil validasi perangkat pembelajaran dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai modus setiap aspek dari penilaian tiga validator. Skala penilaian yang digunakan adalah skala likert dengan nilai skala 1-4, dimana 4 Sangat valid(perangkat sangat layak digunakan tanpa revisi), 3 valid (perangkat layak digunakan dengan revisi kecil), 2 cukup valid (perangkat perlu direvisi sebelum digunakan), 1 tidak valid (perangkat tidak layak digunakan), Perangkat pembelajaran dikatakan valid jika mempunyai skor modus ≥ 3 . Data penilaian modus dari ketiga validator dianalisis reliabilitasnya untuk

mengetahui kualitas atau kestabilan dari hasil penilaian. Persamaan yang digunakan yaitu menggunakan persamaan *percentage of agreement* sebagai berikut

$$Reliabilitas (\%) = \left(1 - \frac{A - B}{A + B}\right) \times 100 \quad (1)$$

Keterangan

R = Presentase reliabilitas

A = Skor dari validator yang memberikan nilai tertinggi

B = Skor dari validator yang memberikan nilai terendah

Hasil validasi perangkat pembelajaran dikatakan reliabel jika memiliki nilai reliabilitas > 75%. Artinya, agar data penilaian dapat dianggap reliabel, setidaknya 75% dari total penilaian harus memperoleh kesepakatan di antara para penilai. Pencapaian presentase kesepakatan diatas 75% dianggap sangat tinggi dapat diterima secara ilmiah. (arikunto, 2017). Analisis keterlaksanaan perangkat pembelajaran dilakukan oleh pengamat pembelajaran dengan mengumpulkan data penilaian keterlaksanaan modul ajar menggunakan skala likert dengan rentang nilai 1 sampai 4 yang mewakili kriteria penilaian dari “Sangat baik hingga “ kurang baik”. Kriteria penilaian keterlaksananya pembelajaran. Keterlaksanaan pembelajaran dianalisa secara kuantitatif dengan menghitung skor yang diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Keterlaksanaan (\%) = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \quad (2)$$

Setelah mendapatkan skor presentase keterlaksanaan pembelajaran, hasil tersebut diinterpretasikan secara deskriptif kualitatif mengikuti kriteria 76-100% (Sangat baik), 51-75%(Baik), 26-50%(Cukup Baik), 0-25%(Kurang Baik). Kriteria penilaian aktivitas peserta didik pada pembelajaran ini menggunakan skala likert dengan rentang nilai 1 sampai 4 yang mewakili kriteria penilaian dari “Sangat baik, Baik, Cukup Baik, hingga “ kurang baik”. Data hasil aktivitas peserta didik diketahui dengan menghitung persentase aktivitas dari frekuensi peserta didik yang melakukan aktivitas sesuai dengan aspek yang diamati.

$$\text{Aktivitas Peserta Didik (\%)} = \frac{\text{Skor aktivitas yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum aktivitas}} \times 100 \quad (3)$$

Peserta didik dapat dikatakan memberikan respon yang positif jika peserta didik memberikan skor minimal 56% berkategori Baik (Arikunto, 2017). Data kemampuan kreativitas peserta didik diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test* yang mengacu pada rubrik penilaian yang dikembangkan.

Perhitungan Gain Ternormalisasi

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui peningkatan kreativitas melalui perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Hasil peningkatan tersebut diperoleh dari skor *pre-test* dan *post-test* yang dinyatakan dengan gain skor untuk memperoleh hubungan antara nilai *pre-test* dan *post-test* yang dicapai peserta didik dengan kreativitas peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan perangkat pembelajaran.

$$g = \frac{\text{skor post test} - \text{skor pre test}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pre test}} \quad (4)$$

Dengan kategori perolehan *N-Gain* $g > 0,70$ (tinggi), $0,3 \leq g \leq 0,7$ (sedang), dan $g < 0,3$. Kemampuan kreativitas dikatakan meningkat apabila rata-rata *n-gain* minimal berkategori sedang $0,3 < g \leq 0,7$ artinya cukup efektif meningkatkan kreativitas 56%-75% (Nuryadi et al., 2017).

Selanjutnya, perangkat yang telah divalidasi direvisi berdasarkan saran dan masukan dari validator. Tahap berikutnya adalah uji coba terbatas yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan perangkat pembelajaran dalam proses pembelajaran di kelas. Setelah dilakukan revisi terhadap hasil uji coba terbatas, perangkat kemudian diimplementasikan pada skala yang lebih luas untuk mengetahui keefektifannya dalam meningkatkan kreativitas peserta didik.

Penelitian ini dilaksanakan di SMPN 1 Surabaya dengan subjek penelitian peserta didik kelas VIII. Uji coba terbatas dilakukan pada peserta didik kelas VIII-D, sedangkan implementasi pada skala yang lebih luas dilakukan pada kelas VIII-E dan VIII-G.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi validasi ahli, observasi keterlaksanaan pembelajaran, tes kreativitas, dan angket respon peserta didik. Instrumen yang

digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, soal pre-test dan post-test kreativitas, serta angket respon peserta didik terhadap pembelajaran.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis validitas perangkat dilakukan berdasarkan hasil penilaian validator dengan menggunakan persentase skor kelayakan. Kepraktisan perangkat dianalisis berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran selama proses pembelajaran berlangsung. Sementara itu, keefektifan perangkat pembelajaran dianalisis berdasarkan peningkatan hasil tes kreativitas peserta didik yang dihitung menggunakan nilai *Normalized Gain* (N-Gain) antara skor pre-test dan post-test. Perangkat pembelajaran dinyatakan efektif apabila terjadi peningkatan skor kreativitas peserta didik setelah penerapan pembelajaran menggunakan model PjBL terintegrasi STEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran IPA berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM pada materi pemisahan campuran untuk peserta didik kelas VIII SMP. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), bahan ajar, serta instrumen tes kreativitas. Pengembangan perangkat pembelajaran dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu validasi desain oleh ahli, revisi desain, uji coba terbatas, revisi produk, dan implementasi pada skala yang lebih luas.

Pada tahap awal, perangkat pembelajaran yang telah dirancang divalidasi oleh validator yang terdiri dari dua dosen ahli dan satu guru IPA berpengalaman. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan perangkat pembelajaran dari aspek isi, konstruk, dan kesesuaian dengan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM. Hasil validasi menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran setelah dilakukan beberapa revisi sesuai dengan saran validator.

B. Validitas Perangkat Pembelajaran

Validitas perangkat pembelajaran dinilai berdasarkan hasil penilaian para validator terhadap modul ajar, LKPD, bahan ajar, serta instrumen tes kreativitas. Hasil analisis validitas

menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang tinggi.

Sebagai contoh, modul ajar memperoleh nilai rata-rata sebesar **88,7%** dengan kategori Sangat valid, sedangkan LKPD memperoleh nilai rata-rata sebesar 88,96% dengan kategori Sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi isi, penyajian, maupun keterpaduan dengan model PjBL dan pendekatan STEM.

Hasil validasi ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis proyek yang menekankan pada kegiatan investigasi, pemecahan masalah serta pembuatan produk sebagai hasil pembelajaran. Selain itu, integrasi pendekatan STEM dalam perangkat pembelajaran juga dinilai mampu mengaitkan konsep sains dengan penerapan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata.

Tabel 1. Hasil Validasi Silabus, RPP, LKPD, & Tes Uraian Kreativitas

Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Skor	Kriteria Keputusan
Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	88.7%	Sangat Tinggi
Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	88,1%	Sangat Tinggi
Buku Ajar	89.1%	Sangat Tinggi
Tes Uraian <u>Kreativitas</u>	89,6%	Sangat Tinggi

C. Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Kepraktisan perangkat pembelajaran dianalisis berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran selama proses uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan pada peserta didik kelas VIII-D SMPN 1 Surabaya. Hasil observasi menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran menggunakan perangkat PjBL terintegrasi STEM mencapai **99,5%** dengan kategori **sangat praktis**. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran

yang dikembangkan mudah digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran dan dapat dilaksanakan sesuai dengan tahapan pembelajaran yang telah dirancang.

Tingginya tingkat kepraktisan perangkat pembelajaran ini juga menunjukkan bahwa kegiatan proyek yang dirancang dalam LKPD dapat dilaksanakan dengan baik oleh peserta didik. Dalam kegiatan proyek tersebut, peserta didik diminta untuk merancang dan membuat alat penyaring air sederhana sebagai bentuk penerapan konsep pemisahan campuran. Kegiatan ini mendorong peserta didik untuk aktif berdiskusi, bekerja sama dalam kelompok, serta melakukan eksplorasi terhadap berbagai bahan yang dapat digunakan sebagai media penyaringan air.

Tabel 2. Hasil Angket Respon Guru dan Peserta Didik

Instrumen	Skor Modus	Kriteria
Angket respon peserta didik	4.00	Sangat Baik
Angket respon guru	4,00	Sangat Baik

D. Keefektifan Perangkat Pembelajaran

Keefektifan perangkat pembelajaran dianalisis berdasarkan peningkatan hasil tes kreativitas peserta didik yang diukur melalui pre-test dan post-test. Peningkatan hasil tes dianalisis menggunakan nilai *Normalized Gain* (N-Gain).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada uji coba terbatas di kelas VIII-D diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,72 yang termasuk dalam kategori tinggi. Selanjutnya, pada tahap implementasi skala lebih luas diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,64 pada kelas VIII-E dengan kategori sedang, serta 0,73 pada kelas VIII-G dengan kategori tinggi.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan kreativitas peserta didik. Peningkatan kreativitas peserta didik terlihat dari kemampuan mereka dalam menghasilkan berbagai ide dalam merancang alat penyaring air, memilih bahan yang sesuai, serta mengembangkan desain penyaring yang berbeda antar kelompok.

Tabel 3. Perolehan Rata-Rata Tes Kreativitas Uji *N-Gain* kelas uji coba terbatas VIII-D

$\bar{X}_{posttest}$	$\bar{X}_{pretest}$	<i>N-Gain</i>	Kriteria
93	82	0,7	sedang

Tabel 4. Perolehan Rata-Rata Tes Kreativitas Uji *N-Gain* kelas uji coba luas VIII-E

$\bar{X}_{posttest}$	$\bar{X}_{pretest}$	<i>N-Gain</i>	Kriteria
94	83	0,6	sedang

Tabel 5. Perolehan Rata-Rata Tes Kreativitas Uji *N-Gain* kelas uji coba luas VIII-G

$\bar{X}_{posttest}$	$\bar{X}_{pretest}$	<i>N-Gain</i>	Kriteria
94	86	0,6	sedang

E. Pembahasan

Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi campuran ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kreativitas peserta didik kelas VIII SMPN 1 Surabaya. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh tahapan modifikasi *Research and Development* (R&D) telah berhasil dilaksanakan dan menunjukkan capaian yang signifikan pada setiap parameter.

1) Validitas Perangkat Pembelajaran: Fondasi Teoretis dan Struktur Konstruktivistik

Proses validasi yang melibatkan ahli (dosen) dan praktisi (guru senior) memberikan jaminan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki landasan teoretis, materi, dan metodologi yang kokoh. Hasil analisis menunjukkan nilai modus 4 (Sangat Valid) untuk seluruh komponen (Modul Ajar, LKPD, Buku Ajar, dan Instrumen Tes) dengan tingkat reliabilitas kesepakatan penilai (*percentage of agreement*) berada di atas ambang batas kritis 75% (Arikunto, 2017).

a. Modul Ajar dan Sinkronisasi Sintaks PjBL-STEM dengan Kreativitas

Modul ajar yang dikembangkan mencatat rata-rata reliabilitas sebesar 88,7%. Tingginya nilai ini tidak lepas dari keberhasilan mengintegrasikan sintaks PjBL-STEM dengan empat aspek kreativitas menurut Guilford, yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan penguraian (*elaboration*).

- **Fase Penentuan Pertanyaan Mendasar:** Diarahkan pada isu otentik lingkungan (keruhnya air). Tantangan nyata ini memicu aspek *fluency* dan *flexibility* peserta didik untuk memikirkan berbagai alternatif solusi. Hal ini sejalan dengan temuan **Capraro et al. (2013)** yang menyatakan bahwa masalah kontekstual dalam STEM bertindak sebagai jangkar (*anchor*) yang merangsang keluwesan berpikir kognitif siswa.
- **Fase Mendesain Proyek dan Menyusun Jadwal:** Fase ini secara inheren melatih kemampuan *originality* dan *elaboration* saat peserta didik merancang skema alat penjernih air. Penelitian terdahulu oleh **Han et al. (2015)** mengonfirmasi bahwa keterlibatan aktif siswa dalam merancang solusi teknik (*engineering design*) memberikan ruang bebas bagi siswa untuk memunculkan ide-ide unik yang orisinal.

b. LKPD sebagai Wahana *Scaffolding* Konstruktivisme Sosial

LKPD yang dikembangkan memperoleh rata-rata reliabilitas semua aspek sebesar 88,96% (Sangat Valid). Dalam perspektif teoretis, LKPD ini tidak sekadar berfungsi sebagai lembar kerja mekanis, melainkan sebagai instrumen *scaffolding* dalam teori Konstruktivisme Sosial Vygotsky. LKPD menyediakan bantuan terstruktur yang menjembatani *Zone of Proximal Development* (ZPD) peserta didik, membantu mereka beralih dari pemahaman konseptual campuran menuju aplikasi rekayasa penjernihan air secara mandiri.

Integrasi komponen STEM dalam LKPD memacu peserta didik berpikir multi-disiplin: memahami karakteristik fisik-kimia materi campuran (Sains), memanfaatkan alat bantu penyaringan (Teknologi), merancang struktur prototipe fungsional (Teknik/Rekayasa), dan menghitung rasio ketebalan bahan filter serta efisiensi debit air (Matematika). Pola integrasi ini memperkuat argumen Pratiwi (2021) dan Lou et al. (2017) bahwa LKPD berbasis STEM efektif mengonstruksi pemikiran kritis dan kreatif secara simultan melalui kerja kolaboratif.

c. Buku Ajar dan Instrumen Evaluasi

Buku ajar (reliabilitas 89,1%) terbukti valid sebagai pilar penguatan kognitif yang memuat konten kemutakhiran dan kontekstual. Sementara itu, instrumen soal *pre-test* dan *post-test* mencatat rata-rata validitas tertinggi sebesar 91,3%. Keberhasilan instrumen evaluasi ini terletak pada ketajaman kisi-kisi soal uraian yang secara spesifik mengukur indikator berpikir

kreatif, sehingga mampu memotret pergeseran kemampuan kreativitas peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan secara akurat.

2) Kepraktisan Perangkat Pembelajaran: Keterlaksanaan dan Dinamika Lapangan

Kepraktisan perangkat diukur melalui lembar keterlaksanaan pembelajaran oleh mitra sejawat dan angket respons peserta didik. Rata-rata keterlaksanaan pembelajaran mencapai 99,5%, sedangkan respons peserta didik terhadap LKPD berada di angka 98,8% (Kategori Sangat Praktis/Sangat Baik).

Meskipun persentase kuantitatif menunjukkan hasil yang sangat tinggi, analisis kualitatif pada fase uji coba terbatas mengidentifikasi beberapa tantangan krusial:

1. **Fase Monitoring dan Pendampingan:** Guru memerlukan manajemen waktu dan energi yang ekstra tinggi ketika memonitor jalannya proyek di setiap kelompok secara simultan. Guru dituntut memastikan seluruh kelompok bekerja sesuai prosedur keselamatan dan konsep sains yang benar tanpa mendikte kreativitas mereka.
2. **Keterbatasan Waktu Kurikulum:** Untuk mengatasi padatnya sintaks PjBL Lucas (2005) dalam durasi jam pelajaran yang terbatas, peneliti melakukan modifikasi strategis pengelompokan sintaks. Pertemuan pertama difokuskan pada fase (1) pertanyaan mendasar, (2) desain proyek, dan (3) penjadwalan. Pertemuan kedua dialokasikan penuh untuk fase (4) monitoring pembuatan proyek. Pertemuan ketiga ditutup dengan fase (5) penilaian hasil dan (6) evaluasi pengalaman.

Strategi pembagian fase ini terbukti berhasil menjaga ritme pembelajaran tanpa mengurangi esensi dari *project-based learning*. Hal ini mendukung temuan Zayyinah et al. (2022) bahwa keberhasilan implementasi PjBL-STEM di sekolah menengah sangat bergantung pada kemampuan guru dalam merestrukturisasi manajemen waktu dan berperan sebagai fasilitator yang adaptif.

3) Keefektifan Perangkat Pembelajaran: Akselerasi Kreativitas dan Struktur Kognitif

Efektivitas perangkat dinilai berdasarkan peningkatan skor berpikir kreatif melalui analisis *N-Gain* serta pengujian signifikansi statistik berbasis data *pre-test* dan *post-test*.

a. Analisis Peningkatan Kreativitas (*N-Gain*)

Pada uji coba terbatas (kelas VIII-D), diperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,72 (Kategori Tinggi). Hasil ini kemudian direplikasi pada uji coba luas di dua kelas untuk menguji konsistensi dan keterandalan produk (*replicability*). Kelas VIII-G mempertahankan kategori tinggi dengan skor *N-Gain* 0,73, sementara kelas VIII-E memperoleh skor 0,64 (Kategori Sedang). Mengacu pada kriteria Nuryadi et al. (2017), rata-rata *N-Gain* yang minimal berkategori sedang ($0,3 < g \leq 0,7$) menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran ini cukup efektif hingga sangat efektif dalam meningkatkan kreativitas peserta didik secara signifikan.

b. Analisis Signifikansi Statistik (Uji Wilcoxon)

Karena hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan mayoritas data tidak terdistribusi normal ($p < 0,05$), maka efektivitas perlakuan diuji menggunakan statistik non-parametrik yaitu *Wilcoxon Signed Rank Test*.

Kelas	Hasil <i>Asymptotic Significance</i> (p-value)	Kesimpulan
VIII-E	<0,000	Terdapat perbedaan signifikan antara <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>
VIII-G	<0,000	Terdapat perbedaan signifikan antara <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>

Export to Sheets

Nilai signifikansi yang jauh lebih kecil dari $\alpha=0,05$ ($p < 0,000$) pada kedua kelas uji coba luas membuktikan secara empiris bahwa intervensi menggunakan perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM memberikan dampak atau efek perubahan yang nyata dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

c. Justifikasi Teoretis: Asimilasi, Akomodasi, dan *Social Learning*

Capaian positif yang konsisten ini dapat dijelaskan melalui Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget. Proses pembelajaran berbasis proyek memaksa peserta didik mengalami konflik kognitif saat menghadapi masalah air keruh. Terjadi proses asimilasi, di mana siswa menyerap informasi baru mengenai zat penyusun campuran dan metode pemisahan mekanis ke dalam

struktur kognitif awal mereka. Selanjutnya, proses akomodasi terjadi ketika siswa harus mengubah atau memperluas skema berpikir lama mereka untuk menciptakan sebuah teknologi filter air yang orisinal dan fungsional. Perubahan struktur kognitif inilah yang melandasi peningkatan kemampuan kreativitas mereka.

Di samping itu, dinamika kelompok dalam PjBL-STEM mengaktivasi Teori Pembelajaran Sosial Albert Bandura. Ketika proses rekayasa proyek berlangsung, terjadi ekosistem *social modeling*. Peserta didik saling mengamati, meniru, dan memodifikasi perilaku positif rekannya yang kreatif atau terampil. Apresiasi (*reinforcement*) dari guru terhadap kelompok yang berhasil memecahkan masalah bertindak sebagai penguatan tidak langsung (*vicarious reinforcement*) yang memicu motivasi intrinsik kelompok lain untuk menampilkan performa kreativitas terbaik mereka.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa perangkat pembelajaran IPA model PjBL terintegrasi STEM pada materi campuran tidak hanya valid secara teoretis dan praktis di lapangan, tetapi juga terbukti secara empiris efektif mengakselerasi keterampilan kreativitas abad 21 peserta didik. Penemuan ini memperkuat urgensi penerapan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah lingkungan.

Penelitian pengembangan ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain :

- Uji coba terbatas dilakukan hanya melibatkan satu kelas, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati.
- Waktu pelaksanaan proyek terbatas, sehingga beberapa kelompok belum mengeksplorasi lebih banyak variasi rancangan alat.
- Kondisi dimana siswa harus menyediakan alat dan bahan juga ketersediaan bahan tertentu membatasi variasi eksperimen yang dapat dilakukan siswa.
- Pengukuran kreativitas belum memanfaatkan instrumen digital atau observasi jangka panjang, sehingga peningkatan kreativitas hanya tercatat selama kegiatan proyek.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan, validasi, uji kepraktisan, dan uji keefektifan perangkat pembelajaran PJBL berbasis STEM pada materi Pemisahan Campuran untuk siswa

kelas VIII SMP 1 Surabaya, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan Sangat valid. Hasil validasi ahli terhadap RPP, LKPD, Bahan Ajar dan Soal Pre-Test Post-Test dan instrumen penilaian menunjukkan rata-rata kategori Sangat valid, baik dari aspek konstruksi, kedalaman materi, keterpaduan STEM, maupun kesesuaian dengan sintaks Project Based Learning.
2. Perangkat pembelajaran dinyatakan sangat praktis digunakan. Uji kepraktisan melalui keterlaksanaan pembelajaran, respon guru, dan respon siswa menunjukkan tingkat kepraktisan sangat tinggi. Guru menyatakan perangkat mudah digunakan, sedangkan siswa memberikan respon positif terhadap kegiatan proyek pembuatan alat filtrasi.
3. Perangkat pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Terdapat peningkatan signifikan antara nilai pre-test dan post-test dengan kategori N-gain sedang–tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model PJBL berbasis STEM efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa pada materi pemisahan campuran.
4. Secara keseluruhan, perangkat pembelajaran PJBL berbasis STEM ini layak, praktis, dan efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran inovatif dalam materi Pemisahan Campuran di SMP 1 Surabaya.

Saran

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan uji coba skala luas di beberapa sekolah untuk melihat konsistensi hasil.
2. Pengembangan perangkat dapat diperluas dengan menambah komponen teknologi digital (misalnya simulasi filtrasi atau sensor kejernihan air).

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, P. D., and Wulandari, S. S. (2021). Analisis penggunaan model pembelajaran projectbased learning dalam peningkatan keaktifan peserta didik. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2), 292–299.
- Asidiqi, Deby Fauzi. (2024). Model Project Based Learning (PjBL) Dalam Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dasar Setia Budhi (JPDS)*, 7(2), 123–130. <https://jurnal.usbr.ac.id/jpds/article/view/236>

- Detianti Setari, Lia Yuliawati, dan Mardjohan. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbasis Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *PI-MATH: Jurnal Pendidikan Matematika* Sebelas April, 3(1), 82–94. <https://ejournal.lppmunsap.org/index.php/pi-math/article/view/1262>
- Diniati, Rita, and Koko Supratiyoko. (2023). Upaya Meningkatkan Prestasi dan Kreativitas Peserta Didik Melalui Model Problem Based Learning di SMP Negeri 7 Semarang. *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
<https://proceeding.unnes.ac.id/snipa/article/view/2282>
- Fitriyah, A., and Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEM berbasis PJBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209–226.
- Latifatus Fitria, Dyan Yuliana, Firman Jaya. (2024). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Kreativitas Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 4(2).
- Nuryati, D. W., Masitoh, S., and Arianto, F. (2020). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Kreativitas Peserta Didik di Masa Pandemi. *Educ. J. Teknol. Guru*, 5(2), 98–106.
- Pratiwi, E. T., and Setyaningtyas, E. W. (2020). Kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui model pembelajaran problem based learning dan model pembelajaran project based learning. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 379–388.
- Setiawan, Lilis, Wardani, Naniek Sulistya, dan Permana, Trifosa Intan. Kreativitas Peserta Didik Pada Pembelajaran Tematik Menggunakan Pendekatan Project Based Learning. DOI: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1068>
- Zahirah, D. F., and Sulistina, O. (2023). Efektivitas pembelajaran STEM–Project-Based Learning untuk peningkatan kemampuan kreativitas dan berpikir kreatif peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), 121–131. <https://doi.org/10.26740/ujced.v12n2.p121-131>.