

## PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS PROJECT-BASED LEARNING UNTUK MEMBANGUN KETERAMPILAN SCIENTIFIC CREATIVITY DAN KOLABORASI

Dila Triwahyu Ambara\*, Kartini Herlina, Undang Rosidin

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung

Email: [dilatriwahyu98@gmail.com](mailto:dilatriwahyu98@gmail.com)

Diterima: 8 Juni 2023. Direvisi: 14 Agustus 2023 Disetujui: 30 September 2023.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan bahan ajar berbasis *project-based learning* pada materi difraksi cahaya yang praktis dan valid untuk membangun keterampilan *scientific creativity* dan kolaborasi peserta didik. Metode penelitian menggunakan Design & Development Research (DDR) dengan empat tahap: analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi. Analisis awal mengidentifikasi kebutuhan akan bahan ajar yang melatih kreativitas ilmiah dan kerja sama siswa. Pada tahap desain, dibuat *storyboard* untuk pengembangan materi. Selanjutnya, tahap pengembangan menghasilkan bahan ajar *project-based learning* yang diuji untuk validitas dan kepraktisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut valid dengan nilai rata-rata validasi isi 3,25 (kategori valid) dan validasi desain 2,98 (kategori valid). Selain itu, bahan ajar ini sangat praktis dengan keterbacaan sebesar 74%, respon positif pendidik sebesar 92%, dan respon positif peserta didik sebesar 79,5%. Materi ajar ini dianggap praktis dan valid untuk mengembangkan keterampilan kreativitas ilmiah dan kerja sama siswa dalam konteks difraksi cahaya.

**Kata Kunci:** *Design & Development Research (DDR), Scientific Creativity, Kolaborasi, Difraksi Cahaya.*

### Abstract

*This research aims to develop practical and valid project-based learning teaching materials on the topic of light diffraction to enhance students' scientific creativity and collaboration skills. The research method used is Design & Development Research (DDR) consisting of four stages: analysis, design, development, and evaluation. The initial analysis identified the need for teaching materials that could train students' scientific creativity and collaboration. In the design stage, storyboards were created for material development. Subsequently, in the development stage, project-based learning teaching materials were designed and tested for validity and practicality. The research results show that the teaching materials are valid, with an average content validation score of 3.25 (valid category) and a design validation score of 2.98 (valid category). Furthermore, the materials are considered highly practical, as evidenced by a readability test with an average percentage of 74%, positive responses from educators (92%), and positive responses from students (79.5%). The project-based learning teaching*

*materials are regarded as practical and valid for developing students' scientific creativity and collaboration skills in the context of light diffraction.*

**Keywords:** *Design & Development Research (DDR), Scientific Creativity, Collaboration, Diffraction of Light.*

## PENDAHULUAN

Proses belajar mengajar di sekolah merupakan salah satu proses yang mampu membangun keterampilan peserta didik. Proses belajar mengajar diharapkan mampu membangun keterampilan yang diperlukan di abad 21 seperti menurut *US-based Partnership for 21st century skills* (P21) terdapat 4 keterampilan, yaitu “*The 4Cs*”, *communication*, *collaboration*, *critical thinking*, dan *creativity*. Keterampilan-keterampilan ini merupakan keterampilan pokok yang diajarkan serta dibiasakan pada peserta didik dalam konteks studi inti dan tema pada abad ke-21 untuk melatih peserta didik sehingga mampu memecahkan masalah dalam berbagai bidang ilmu (Zubaidah, 2016).

Pembelajaran yang dilakukan untuk membangun keterampilan-keterampilan tersebut hendaknya pembelajaran yang diawali dengan memotivasi peserta didik.

Pembelajaran yang diawali dengan memotivasi peserta didik menurut Prince & Felder tahun 2007 dalam Wardani dan Kusuma (2020), yaitu pengajaran secara induktif. Kegiatan awal pembelajaran dilakukan dengan pemberian sebuah tantangan yang spesifik seperti data eksperimen untuk ditafsirkan, studi kasus untuk dianalisis, atau masalah di kehidupan sehari-hari yang kompleks untuk dipecahkan secara individu maupun berkelompok.

Metode pengajaran induktif terdapat beberapa bentuk, seperti *discovery learning*, *inquiry-based learning*, *problem-based learning*, dan *project-based learning* yang penggunaannya dapat disesuaikan dengan materi dan tujuan pembelajaran menurut Prince & Felder dalam jurnal Wardani dan Kusuma (2020). Materi pelajaran yang dapat menggunakan metode pengajaran induktif salah satunya adalah materi pelajaran fisika karena konsep fisika dapat dibuktikan

dengan menggunakan eksperimen atau analisa. Pelajaran fisika dengan menggunakan metode pengajaran induktif mampu membantu peserta didik untuk memahami serta mengaplikasikan konsep fisika dalam kehidupan nyata.

Keterampilan-keterampilan yang diperlukan di abad 21 seperti *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi dapat dibangun dengan metode pengajaran induktif. Peserta didik dapat menganalisis atau bereksperimen untuk memecahkan masalah yang ada pada pembelajaran fisika dengan berbantuan bahan pendukung. Proses belajar mengajar tidak terlepas dari bahan pendukung untuk membantu terlaksananya tujuan pembelajaran tersebut. Bahan pendukung dapat berupa bahan ajar yang substansi materinya sesuai dengan teori dan praktek yang dilakukan selama pembelajaran baik berbentuk cetak atau non-cetak (Dick & Carey, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan terhadap beberapa guru sekolah di Bandar Lampung, pembelajaran yang dilakukan sudah menggunakan metode pengajaran

induktif tetapi belum mengoptimalkan kegiatan memotivasi peserta didik, sehingga peserta didik belum secara langsung mengikuti pembelajaran dengan baik. Kegiatan memotivasi belum dilakukan secara optimal sehingga peserta didik belum tertantang untuk bereksperimen dan memecahkan masalah. Berdasarkan hasil penelitian selanjutnya, pembelajaran yang dilakukan menggunakan bahan pendukung, yaitu menggunakan buku pelajaran seadanya yang didalamnya belum membangun beberapa keterampilan yang dibutuhkan di abad-21 seperti *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi seperti kegiatan praktikum untuk membuktikan atau membuat sebuah alat sesuai dengan konsep fisika yang dipelajari.

Pembelajaran fisika merupakan salah satu pelajaran yang sulit dipahami, sumber kesulitan pelajaran fisika dapat berasal dari materi pelajaran, lingkungan sekolah, dan faktor guru. Terdapat beberapa topik pelajaran fisika yang sulit dipahami, yaitu mekanika, optik, elektromagnetik, dan termodinamika (Hafi, 2018). Berdasarkan hasil

penelitian pendahuluan yang dilakukan terhadap 25 peserta didik yang berasal dari beberapa sekolah, yaitu SMAN 1 Way Tenong, SMA Al-Azhar 3 Bandar Lampung, SMAN 1 Sukau, dan SMAN 1 Blambangan Umpu terdapat 64% menyatakan bahwa kurang memahami sub topik optik, yaitu difraksi cahaya.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan, pembelajaran yang dilakukan secara umum belum mengoptimalkan kegiatan memotivasi peserta didik pada awal pembelajaran, hal ini memiliki dampak pada peserta didik, yaitu kurangnya keikutsertaan peserta didik dalam melakukan kegiatan belajar mengajar sehingga kurangnya pemahaman konsep. Kegiatan belajar mengajar yang dilakukan umumnya menggunakan bahan pendukung, yaitu bahan ajar berupa buku cetak yang di dalamnya belum membangun keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan di abad-21 seperti *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi, termasuk bahan ajar pelajaran fisika khususnya sub topik optik, yaitu difraksi cahaya. Setelah melakukan penelitian pendahuluan

dan mengaitkan hasil penelitian tersebut dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa ahli, dibutuhkan pengembangan bahan ajar khususnya pada materi difraksi cahaya berbasis *project based learning* yang digunakan untuk membangun keterampilan *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi peserta didik yang valid dan praktis.

## METODE

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah *Design and Development Research (DDR)* yang diadaptasi dari Richey & Klien (2007). Pendekatan *DDR* merupakan pendekatan yang sistematis dan melibatkan tahap dari proses analisis, desain, pengembangan serta evaluasi yang didasarkan pada penelitian yang empiris.

Prosedur pengembangan produk terdiri dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan oleh peneliti dalam membuat suatu produk. Prosedur penelitian yang digunakan mengadaptasi dari prosedur penelitian menurut Richey & Klien (2007) yang

terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), dan *evaluation* (evaluasi).

Instrumen penelitian yang digunakan selama melakukan penelitian terdiri dari lembar skala validitas dan kuesioner dengan indikator penilaian diadaptasi Ratumanan dan Laurent pada tahun 2011. Lembar skala validitas terdiri atas dua bagian yaitu valid secara isi dan valid secara desain. Terdapat 19 pernyataan yang diajukan untuk mengukur produk yang dikembangkan valid secara desain, sedangkan terdapat 18 pernyataan diajukan untuk mengukur produk yang dikembangkan valid secara isi. Sedangkan kuesioner digunakan sebagai panduan dalam mendapatkan data secara kualitatif yaitu data yang diperoleh dari wawancara bersama beberapa pendidik SMA di Bandar Lampung dan peserta didik dari beberapa SMA dengan berbantuan *google form* untuk mendapatkan informasi terkait dengan penelitian pendahuluan. Selain itu kuesioner digunakan pada uji kepraktisan yaitu untuk mengetahui persepsi pendidik,

respon peserta didik, dan uji keterbacaan.

Uji kepraktisan untuk mengetahui persepsi pendidik diberikan kepada 6 pendidik Fisika SMA dari 6 sekolah yang berbeda, analisis data yang dilakukan dengan memberikan produk bahan ajar yang dikembangkan dan lembar penilaian yang terdiri dari 17 pernyataan. Setelah itu merekapitulasi hasil penilaian dari para pendidik dan mencari rata-rata skor dan mengkategorikan hasil tersebut.

Respon peserta didik dinilai dari lembar penilaian yang terdiri dari 5 pertanyaan diantaranya peran produk yang dikembangkan kepada pemahaman, manfaat, dan kemampuan yang dilatihkan didalam produk bahan ajar tersebut. Selain itu, terdapat 15 pernyataan tambahan untuk menyakinkan jawaban dari 5 pertanyaan yang diberikan kepada peserta didik sebelumnya. Analisis data yang dilakukan yaitu peserta didik diberikan produk bahan ajar yang selanjutnya dipahami dan dipergunakan selama pembelajaran terkhusus pada materi difraksi cahaya. Selanjutnya peserta didik diberikan

lembar penilaian yang hasilnya direkapitulasi dan didapatkan rata-rata skor yang kemudian dikategorikan dengan mengadaptasi dari Arikunto (2011).

Uji kepraktisan yang terakhir yaitu dengan menguji keterbacaan dari produk bahan ajar yang dikembangkan. Uji keterbacaan tersebut diberikan kepada 10 peserta didik yang di dalamnya terdapat 11 pernyataan. Setelah didapatkan hasil rata-rata, kemudian dikategorikan dengan mengadaptasi Arikunto pada tahun 2011. Uji kepraktisan yang dilakukan seperti dilakukan oleh Festiana *et al* (2019) didasarkan pada beberapa indikator antara lain kemudahan penggunaan, kemudahan belajar, kepuasan, dan rubrik penskoran yang digunakan dalam lembar penilaian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang didapatkan dari pengembangan ini meliputi

produk, uji validitas, dan uji kepraktisan. Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini berupa bahan ajar berbasis proyek pada materi difraksi cahaya untuk membangun keterampilan *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi siswa. Pada penelitian ini dilakukannya uji kevalidan dan uji kepraktisan.

Uji kevalidan dilakukan untuk mengetahui produk bahan ajar berbasis project based learning yang dikembangkan valid secara desain dan valid secara isi berdasarkan penilaian dari tiga validator ahli yang terdiri dari satu dosen Fisika Universitas Lampung dan dua guru Fisika SMA di Bandar Lampung.

Pengujian kevalidan produk dilakukan dengan mengisi lembar skala penilaian validitas yang didalamnya terdapat dua penilaian yaitu penilaian desain dan penilaian isi. Hasil yang didapat dari uji validitas terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kevalidan

Aspek yang Dinilai	Rata-Rata Skor Penguji	Kategori
Desain	2,98	Valid
Isi/Materi	3,25	Valid
Rata-Rata	3,115	Valid

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa uji validitas tersebut dilakukan untuk mengukur bahan ajar yang dikembangkan valid secara desain dan valid secara isi, dari Tabel 1 terlihat bahwa produk bahan ajar yang dikembangkan setelah dilakukan penilaian oleh para ahli mendapatkan rata-rata skor 2,98 dengan kategori valid dengan aspek yang dinilai adalah desain, sehingga bahan ajar yang dikembangkan tersebut valid secara desain. Sedangkan rata-rata skor untuk aspek yang dinilai adalah isi yaitu sebesar 3,25 dengan kategori valid, sehingga bahan ajar yang dikembangkan valid secara isi. Setelah mendapatkan kedua skor tersebut hasil uji validitas yang telah dilakukan mendapatkan rata-rata skor sebesar 3,115 dengan kategori valid.

Setelah produk yang dikembangkan mendapatkan hasil yang valid, dilakukannya uji kepraktisan antara lain uji persepsi guru, respon siswa, dan uji keterbacaan. Uji persepsi guru ini dilakukan kepada 6 guru Fisika SMA/MA di Bandar Lampung

didapatkan persentase sebesar 92% dengan kategori sangat baik.

Uji kepraktisan yang selanjutnya dilakukan yaitu melakukan pengisian lembar kuesioner untuk mengetahui respon peserta didik mengenai produk yang dikembangkan. Pengujian respon siswa dilakukan dengan dua cara yaitu pengisian 5 pertanyaan jawaban singkat dan 15 pernyataan. 5 pertanyaan jawaban singkat didapatkan rata-rata presentase sebesar 84% dengan kategori sangat baik dan 15 pernyataan didapatkan rata-rata presentase sebesar 75% dengan kategori baik. Apabila kedua aspek penilaian tersebut digabungkan maka mendapatkan rata-rata presentase sebesar 80% dengan kategori baik.

Untuk menguji kepraktisan, tahap terakhir yang dilakukan adalah menguji keterbacaan. Pengujian keterbacaan dilakukan dengan mengisi lembar kuesioner yang terdiri dari 11 aspek penilaian. Rekapitulasi skor yang didapatkan sebesar 343 dari 440 skor maksimal sehingga presentase yang didapatkan sebesar 74% dengan kategori baik.

Berdasarkan ketiga penilaian yang dilakukan untuk mendapatkan uji kepraktisan, didapatkan presentase sebesar 83% dengan kategori sangat baik. Rekapitulasi hasil penilaian uji kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kepraktisan

Aspek yang Dinilai	Rata-Rata Presentase	Kategori
Uji Keterlaksanaan	92%	Sangat Baik
Uji Respon	5 Pertanyaan Jawaban Singkat	84%
	15 Pernyataan	75%
Uji Keterbacaan		74%
Rata-Rata	83%	Sangat Baik

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, bahwa metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode penelitian *Design & Development (DDR)*. Pada tahap analisis, hal yang dilakukan adalah menganalisis kebutuhan dengan mengidentifikasi masalah, dan hasil yang di dapat

adalah dibutuhkannya bahan ajar yang melatih *scientific creativity* dan kolaborasi peserta didik, Gambar 1. merupakan tampilan kuesioner yang diberikan kepada peserta didik untuk menganalisis kebutuhan peserta didik selama pembelajaran fisika berbantuan *google form*.

The image shows a Google Form titled "Angket Siswa" (Student Survey). The form is in Indonesian and contains instructions for students to answer questions about their physics learning experience. It includes two questions with radio button options for "Ya" (Yes) and "Tidak" (No).

**Angket Siswa**

Petunjuk Pengisian!!!

Mohon Anda membaca dengan teliti setiap pertanyaan dan seluruh alternatif jawaban yang diberikan.

Mohon untuk memilih satu jawaban dengan cara memberi tanda check list pada kotak jawaban yang dianggap tepat dan bila memiliki keterangan khusus mengenai jawaban yang dipilih, silahkan tuliskan pada kolom yang ada di sebelahnya.

Informasi yang anda berikan tidak ada kaitannya dengan prestasi anda sebagai siswa pada pelajaran Fisika di Sekolah. Oleh karena itu, mohon informasi yang diberikan sesuai dengan pendapat anda.

Sebelumnya saya (Dila Triwahyu Ambara) mengucapkan terimakasih atas bantuan yang anda berikan.

Semoga hari-hari yang anda jalani selalu dalam Lindungan-Nya.

dilatirwahyu9@gmail.com Ganti akun

\* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

**Pertanyaan Angket Siswa**

Mohon Anda membaca dengan teliti setiap pertanyaan dan seluruh alternatif jawabannya.

Apakah Anda menyukai pelajaran Fisika? \*

☐ Ya

☐ Tidak

Apakah pelajaran Fisika merupakan Pelajaran menarik? \*

☐ Ya

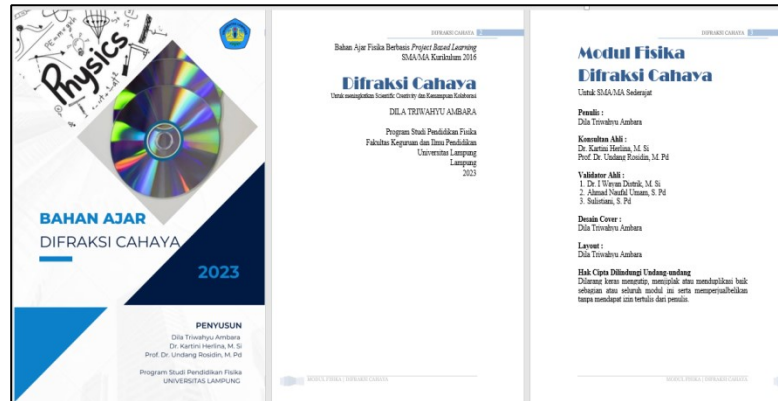
☐ Tidak

Gambar 1. Kuesioner Penelitian Pendahuluan

Selanjutnya pada tahap desain, hal yang dilakukan adalah merancang *storyboard* berdasarkan hasil analisis yang sebelumnya telah dilakukan.

Gambar 2 merupakan tampilan pembuka pada bahan ajar yang dikembangkan.

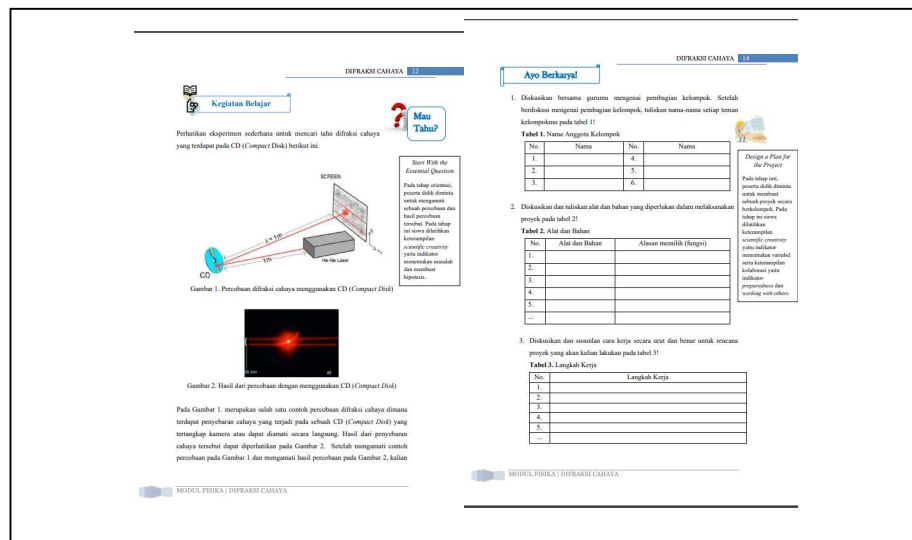




Gambar 2. Tampilan Pembuka pada Bahan Ajar

Pengembangan, pada tahapan ini dilakukannya pembuatan bahan ajar sesuai dengan *storyboard* yang telah dirancang sebelumnya. Pengembangan bahan ajar disesuaikan dengan desain awal produk yang didapat dari hasil

analisis pada penelitian pendahuluan dan disesuaikan dengan kemampuan yang akan dilatihkan yaitu kemampuan *scientific creativity* dan kolaborasi peserta didik seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Isi pada Bahan Ajar

Bahan ajar yang dikembangkan merupakan bahan ajar berbasis *project based learning* yang dimana mengadaptasi dari pembelajaran

berbasis proyek (PjBL). Pembelajaran berbasis proyek tersebut dimulai dengan pemberian pertanyaan mendasar terkait materi pembelajaran

dimana pada bahan ajar ini yaitu materi difraksi cahaya. Kemudian, merancang sebuah proyek dan menyusun jadwal pengerjaan proyek tersebut. Dimana pada bahan ajar ini, peserta didik membuat sebuah proyek yang berkaitan dengan materi difraksi cahaya. Setelah itu, dilakukannya pengawasan dalam keberlangsungan pembuatan proyek yang dimana di dalamnya terdapat evaluasi singkat mengenai *progress* pembuatan proyek tersebut. Tahapan selanjutnya yaitu, penilaian hasil proyek dan refleksi terhadap aktivitas yang telah peserta didik lakukan dengan melakukan *self assesment* atau dapat melakukan penilaian bersama (Hawari, & Noor, 2020).

Tampak pada Gambar 3. merupakan salah satu tahapan pembelajaran sesuai dengan bahan ajar yang dikembangkan yaitu bahan ajar berbasis *project based learning*. Pada setiap tahapan terdapat bagian penjelasan mengenai fokus pembelajaran. Bagian tersebut menjelaskan bahwa kegiatan yang dilakukan peserta didik merupakan kegiatan yang mampu melatih keterampilan *scientific creativity* dan

kolaborasi peserta didik. Sehingga, pendidik dan peserta didik yang menggunakan bahan ajar tersebut mengetahui indikator yang akan dan harus tercapai selama pembelajaran berlangsung dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan.

Bahan ajar tersebut kemudian diuji dengan dua pengujian yaitu uji kevalidan dan uji kepraktisan. Uji kevalidan dilakukan oleh 3 validator yang mengisi lembar skala validitas. Pada lembar skala validitas terdapat dua bagian penilaian yaitu valid secara desain dan valid secara isi. Setelah dinyatakan valid, bahan ajar selanjutnya dilakukan pengujian kepraktisan. Untuk uji kepraktisan, terdiri atas uji keterbacaan yang dinyatakan praktis dan tidak menimbulkan ambigu berdasarkan dari hasil yang telah di dapatkan dan terdapat pada Tabel 2. Selain itu, respon pendidik mengenai bahan ajar yang dikembangkan antara lain perlunya pengorganisasian yang baik pada saat proses pembelajaran sehingga *output* yang didapat akan sangat memuaskan serta perlunya penambahan stimulus pada tahapan pemberian pertanyaan mendasar

untuk meningkatkan daya ingin tahu dari peserta didik mengenai materi difraksi cahaya yang akan diajarkan, dan respon peserta didik mengenai bahan ajar yang dikembangkan yaitu peserta didik merasa terbantu sehingga mudah memahami mengenai konsep difraksi cahaya yang langsung dikaitkan dengan fenomena alam dan dipraktikkan atau langsung ikut serta membuat sebuah proyek. Hal ini juga didukung dari beberapa penelitian yang relevan seperti penelitian yang dilakukan oleh Hasanah dkk pada tahun 2018 pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan pemahaman konsep bagi peserta didik.

Selain itu, keikutsertaan peserta didik dalam proses pembelajaran seperti membuat sebuah proyek secara berkelompok mampu menumbuhkan dan melatih kemampuan *scientific creativity* dan kemampuan berkolaborasi peserta didik, hal ini juga mampu meningkatkan pemahaman konsep bagi peserta didik, seperti hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Novianto pada tahun 2018 dan Saenab dkk pada tahun 2017.

Berdasarkan hasil penilaian yang telah dilakukan tersebut serta didukung dari hasil penelitian yang relevan produk bahan ajar berbasis proyek dengan melatih kemampuan *scientific creativity* dan kolaborasi peserta didik dinyatakan praktis.

Pada tahapan terakhir yaitu evaluasi. Evaluasi yang dilakukan yaitu melihat kesesuaian kegiatan penelitian yang telah dirancang dan dikembangkan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa bahan ajar berbasis proyek pada materi difraksi cahaya untuk membangun *scientific creativity* dan kemampuan berkolaborasi peserta didik dinyatakan valid secara desain dengan nilai sebesar 2,98 dan valid secara isi dengan nilai sebesar 3,25. Selain itu, bahan ajar berbasis proyek pada materi difraksi cahaya untuk membangun *scientific creativity* dan kemampuan berkolaborasi peserta didik juga dinyatakan sangat praktis untuk digunakan berdasarkan penilaian yang didapatkan dari

persepsi pendidik sebesar 92% dengan kategori sangat baik, respon peserta didik sebesar 79,5% dengan kategori baik dan uji keterbacaan dengan presentase sebesar 74% dengan kategori baik.

Saran yang dapat diberikan adalah perlunya penelitian tambahan terhadap bahan ajar yang dikembangkan ini, yaitu penelitian untuk mengukur hasil belajar siswa atau efektifitas dari bahan ajar ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2011. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: BumiAksara.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. 2014. The systematic design of Instruction 8<sup>th</sup> Ed. *United State of America*: Pearson Education.
- Festiana, I., Herlina, K., Kurniasari, L. S., & Haryanti, S. S. (2019, February). Damping Harmonic Oscillator (DHO) for learning media in the topic damping harmonic motion. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 3, p. 032062). IOP Publishing
- Hafi, N. N. (2018). Pengembangan buku saku fisika dengan teknologi Augmented Reality berbasis android pada materi pemanasan global. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2).
- Hasanah, I., Sarwanto, S., & Masykuri, M. (2018). Pengembangan modul suhu dan kalor berbasis project based learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa SMA/MA. *JP (Jurnal Pendidikan): Teori dan Praktik*, 3(1), 38-44.
- Hawari, A. D. M., & Noor, A. I. M. (2020). Project based learning pedagogical design in STEAM art education. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 102-111.
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan modul pembelajaran fisika berbasis proyek (project based learning) pada materi fluida statis untuk meningkatkan kreativitas belajar siswa kelas X SMA/MA. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81-92.
- Partnership for 21st Century learning (2015) '21st CENTURY STUDENT OUTCOMES', pp. 1–9. Available at: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Prince, M. and Fedler R. 2007. *The Many Face of Inductive Teaching and Learning*. The Journal of College Science Teaching
- Ratumanan, T.G. and Laurent, T.2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat satuan Pendidikan*. (2<sup>nd</sup>ed.). Surabaya: Unesa University Presss
- Richey, R.C., and Klein, J D. 2007. *Design and Development Research Method, Strategies, and*

- Issues*. Lawrence Erlbaum Associates, London.
- Saenab, S., Yunus, S. R., & Husain, H. (2019). Pengaruh penggunaan Model Project Based Learning terhadap keterampilan kolaborasi mahasiswa pendidikan IPA. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 8(1), 29-41.
- Wardani, S., & Kusuma, I. W. (2020). Comparison of Learning in Inductive and Deductive Approach to Increase Student's Conceptual Understanding based on International Standard Curriculum. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 70-78.
- Zubaidah, S. (2016, December). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 2, No. 2, pp. 1-17).