

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIFRAKSI CAHAYA BERBASIS
PROJECT BASED LEARNING UNTUK MEMBANGUN
KETERAMPILAN *SCIENTIFIC CREATIVITY*
DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK**

(Skripsi)

Oleh

**DILA TRIWAHYU AMBARA
NPM 1613022005**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIFRAKSI CAHAYA BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK MEMBANGUN KETERAMPILAN *SCIENTIFIC CREATIVITY* DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK

Oleh

Dila Triwahyu Ambara

Penelitian ini bertujuan untuk 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 yang digunakan adalah *Design & Development Research (DDR)* yang terdiri atas 4 tahap yaitu analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi. Tahap analisis, didapatkan hasil bahwa dibutuhkan bahan ajar yang melatih keterampilan *scientific creativity* dan kolaborasi. Pada tahap desain dilakukannya pembuatan *storyboard* untuk mengembangkan bahan ajar. Sedangkan pada tahap pengembangan, didapatkannya bahan ajar berbasis *project-based learning* yang selanjutnya dilakukan pengujian validitas dan kepraktisan. Instrumen yang digunakan pada uji kevalidan adalah lembar skala validasi yang terdiri atas validasi isi dan validasi desain. Sedangkan instrumen yang digunakan pada uji kepraktisan terdiri atas uji keterbacaan, respon pendidik, dan respon peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahan ajar berbasis *project-based learning* : 1) valid, yang ditunjukkan dengan a) nilai rata-rata validasi isi yaitu 3,25 dengan kategori valid dan b) nilai rata-rata validasi desain yaitu 2,98 dengan kategori valid. 2) sangat praktis, yang ditunjukkan dengan a) persentase rata-rata uji keterbacaan yaitu 74%, b) respon positif pendidik (92%) terhadap bahan ajar, c) respon positif peserta didik (79,5%) terhadap bahan ajar.

Kata Kunci: Bahan Ajar, *Scientific Creativity*, Keterampilan Kolaborasi

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIFRAKSI CAHAYA BERBASIS
PROJECT BASED LEARNING UNTUK MEMBANGUN
KETERAMPILAN *SCIENTIFIC CREATIVITY*
DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK**

Oleh

DILA TRIWAHYU AMBARA

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIFRAKSI CAHAYA BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* UNYUK MEMBANGUN KETERAMPILAN *SCIENTIFIC CREATIVITY* DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK**

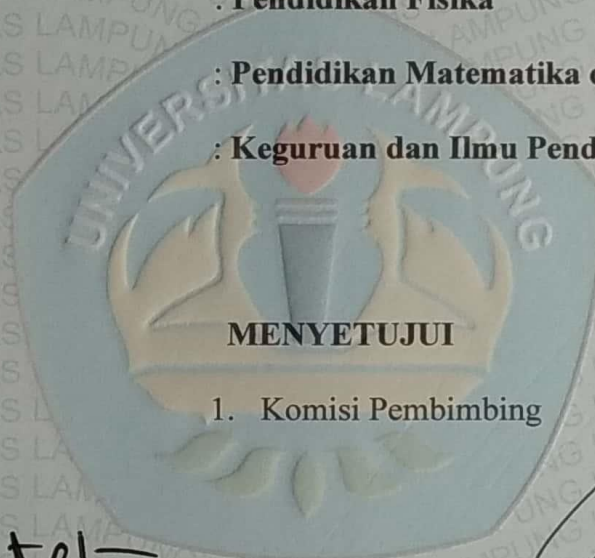
Nama Mahasiswa : **Dila Triwahyu Ambara**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1613022005**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199102 2 001

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

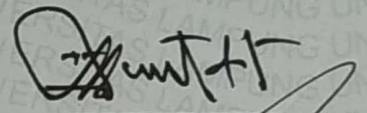
Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

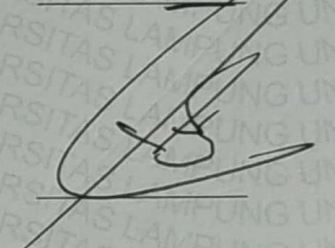
Ketua

: **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



Sekretaris

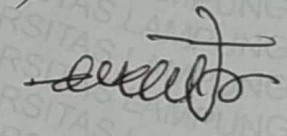
: **Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**



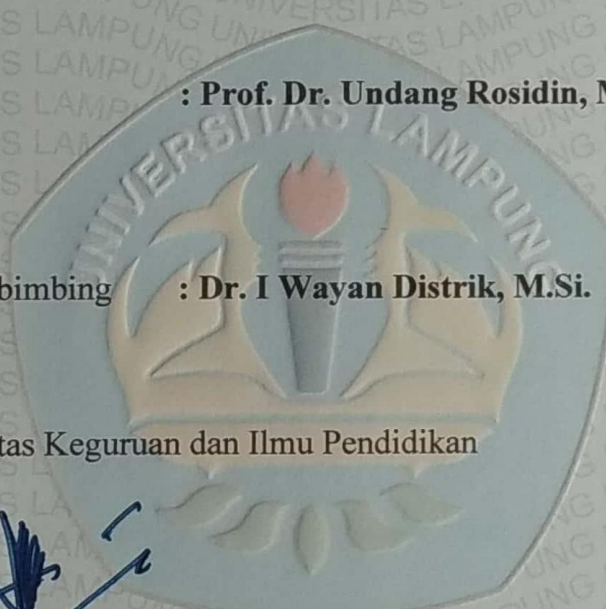
Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP 19651230 199111 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **13 Juni 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Dila Triwahyu Ambara

NPM : 1613022005

Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA

Alamat : Jl. Pagar Alam Gg. Ulangan Mata Intan VII No. 69B
RT. 004, Segala Mider, Tanjung Karang Barat,
Bandar Lampung, Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, Juni 2023
Menyatakan



Dila Triwahyu Ambara
NPM 1613022005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanjung Enim, Sumatera Selatan pada 28 Oktober 1998.

Penulis adalah putri dari pasangan Bapak Helmy Effendi (alm) dan Ibu Setiowati.

Penulis merupakan putri bungsu dan memiliki seorang kakak laki-laki bernama Deddy Effsetiawan dan seorang kakak perempuan bernama Dwi Ratih Helwentyas.

Penulis memulai Pendidikan pada tahun 2003 di Taman Kanak-Kanak Aisyiyah, Tanjung Enim. Kemudian melanjutkan Pendidikan pada tahun 2004 di Sekolah Dasar Negeri 26 Tanjung Enim dan lulus pada tahun 2010 di Sekolah Dasar Negeri 1 Bandar Lampung. Pada tahun 2010, penulis melanjutkan Pendidikan jenjang menengah pertama di SMP 10 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2013. Penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang menengah atas di SMA AL-AZHAR 3 Bandar Lampung pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis bekesempatan melanjutkan pendidikan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi karena diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung.

Penulis aktif dalam beberapa organisasi di jenjang menengah atas seperti Taekwondo dan KIR (Karya Ilmiah Remaja) sebagai sekretaris divisi sosial dan kreativitas. Penulis juga ikut serta dalam organisasi intrakampus selama menempuh Pendidikan di Universitas Lampung sebagai eksmod Himasakta divisi kerohanian pada tahun 2018. Pada tahun 2019, penulis mengikuti Program Pengalaman Lapangan (PPL) di SMAN 1 Way Tenong, Lampung Barat dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat.

MOTTO

“Aku sesungguhnya sangat dekat. Saat kamu memanggil namaku”

(Q.S. Al-Baqarah 2: 186)

“Hasbunallah wa ni'mal wakil”

“La tahzan innallaha ma'ana”

“Innallaha ma'ashobirin”

*Jadilah yang terbaik dari yang terbaik, bukan untuk orang lain tetapi untuk
dirimu sendiri.*

(Helmy Effendi)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan nikmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada utusan-Nya, Nabi Muhammad SAW. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bukti dan bakti kasih tulus kepada:

1. Kedua orang tua, Mama Setiowati yang telah memberikan semuanya: doa, waktu dan kasih sayang dalam membimbing anak bungsunya dan Papa Helmy Effendi (alm) yang memberikan kasih sayang tulus dan perhatian yang luar biasa untuk gadis kecilnya, meskipun hanya 11 tahun kebersamaan tetapi selalu terasa kehadirannya sampai saat ini. Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk keduanya baik di dunia maupun di akhirat kelak.
2. Kedua saudara, Deddy Effsetiawan dan Dwi Ratih Helwanyas yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan uang.
3. Keluarga besar, khususnya adik-adik papa dan mama yang selalu mendukung baik secara moril dan materiil.
4. Para pendidik di lingkungan program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang senantiasa memberikan bimbingan dan didikan terbaik kepada penulis.
5. Sahabat seperjuangan di kampus, Ratna Widyaning Tyas, Febrina Ismulita, Alvia Meydhasuri, Amelia Yuni Saputri, Dina Saputri, Khairun Nisa', Siti Musfiroh, Septina Sri Haryanti dan semua teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2016. Terima kasih telah memberikan banyak warna selama menempuh pendidikan ini.

6. Rekan-rekan KKN di Way Tenong, Lampung Barat; Haniska Virginia Pitaloka, Livia, Arra, Nurhasanah, Martia, Aryanti, Nadelah, Ferdy dan Supriyatna.
7. Adik-adik penulis saat PPL di SMAN 1 Way Tenong. Terima kasih telah memberikan hari-hari yang mengesankan.
8. Almamater yang tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji hanya bagi Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA dan Pembimbing II skripsi yang selalu memberikan bimbingan dan semangat.
4. Dr. Viyanti, M. Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
5. Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembahas dan *expert* pada uji validasi produk yang memberikan masukan dan kritik yang membangun.
6. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus sebagai Pembimbing I atas kesediaan dan kesabaran dalam memberikan arahan, bimbingan, dorongan serta semangat selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi.
7. Dr. Doni Andra, M.Sc., atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing, memberikan semangat, dan pengingat yang baik selama penyusunan skripsi.
8. Ahmad Maulana Umam, S.Pd dan Sulistiani, S.Pd selaku validator produk atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran, semangat, dan motivasi kepada penulis.

9. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang memberikan ilmu, bimbingan, semangat yang luar biasa kepada penulis selama proses perkuliahan di Universitas Lampung.
10. Kepada semua pihak yang ikut andil secara moril selama perkuliahan dan khususnya selama penyusunan skripsi sampai selesai.

Penulis berdoa semoga semua yang telah diberikan oleh pihak-pihak yang telah membantu penulisan dalam penyelesaian skripsi ini mendapatkan balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat.

Bandar Lampung, Juni 2023

Penulis,

Dila Triwahyu Ambara

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL..... vii

DAFTAR GAMBAR..... viii

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Teori	6
2.1.1. <i>Scientific Creativity</i> (Kreativitas Sains)	6
2.1.2. Kemampuan Kolaborasi	7
2.1.3. Pembelajaran Berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>)	9
2.1.4. Bahan Ajar	15
2.1.5. Difraksi Cahaya	18
2.1.6. <i>Social Constructivist Theory</i>	19
2.1.7. <i>Schemata Theory</i>	20
2.2. Penelitian yang Relevan.....	20
2.3. Kerangka Pemikiran.....	23

III. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian Pengembangan	26
3.2. Prosedur Pengembangan Produk	26
3.2.1. Tahap Analisis	28
3.2.2. Tahap Desain	28
3.2.3. Tahap Pengembangan.....	29
3.2.4. Tahap Evaluasi	31
3.3. Instrumen Penelitian	31
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5. Teknik Analisis Data.....	34

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.Hasil Penelitian	37
4.2.Pembahasan	42
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1.Simpulan.....	51
5.2.Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	57
1. Lampiran Lembar Analisis Kebutuhan Peserta didik	58
2. Lampiran Hasil Analisis Kebutuhan Peserta didik	60
3. Lampiran Lembar Skala Validasi	64
4. Lampiran Rekapitulasi Hasil Validasi Produk.....	77
5. Lampiran Persepsi Pendidik	80
6. Lampiran Rekapitulasi Hasil Persepsi Pendidik	88
7. Lampiran Respon Peserta didik	89
8. Lampiran Rekapitulasi Hasil Respon Peserta Didik	93
9. Lampiran Uji Keterbacaan	94
10. Lampiran Hasil Rekapitulasi Uji Keterbacaan.....	98
11. Lampiran Produk Bahan Ajar	99

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian yang relevan	20
2. Perbedaan dari beberapa penelitian	22
3. Skala Likert pada Angket Uji Validitas	32
4. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan	32
5. Teknik Pengumpulan Data.....	33
6. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk	35
7. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	35
8. Hasil Validasi Desain.....	38
9. Hasil Validasi Isi.....	39
10. Saran Perbaikan yang Diberikan Para Validator	39
11. Hasil Penilaian Persepsi Pendidik.....	42
12. Transkrip Wawancara Terhadap Kemampuan <i>Scientific Creativity</i>	43
13. Respon Peserta Didik	44
14. Rekapitulasi Penilaian Aspek Tambahan.....	45
15. Hasil Penilaian Uji Keterbacaan	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran	25
2. Desain Penelitian	28
3. Kerangka Isi	29
4. Tampilan Cover Bahan Ajar	37
5. <i>Cover</i> Sebelum dan Sesudah dilakukan Perbaikan	40
6. Sebelum dan Sesudah Pemberian Ruang untuk Aktivitas Peserta Didik	41

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

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 keterampilan *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), *critical thinking* (berpikir kritis), dan *creativity* (kreativitas). 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 (Partnership for 21st century learning, 2015). Pembelajaran yang dilakukan untuk membangun keterampilan-keterampilan tersebut hendaknya pembelajaran yang dimulai dengan memotivasi peserta didik. Pembelajaran yang dimulai dengan memotivasi peserta didik salah satunya adalah pengajaran secara induktif (Prince and Felder, 2007). Kegiatan pertama dalam pengajaran induktif yaitu, dimana pendidik memulai dengan menghadirkan peserta didik dengan tantangan 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 (Prince and Felder, 2007). 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 and Carey, 2014). Bahan ajar yang digunakan hendaknya membangun keterampilan-keterampilan yang diperlukan di abad 21.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan terhadap beberapa pendidik sekolah di Bandarlampung, 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.

Pembelajaran fisika merupakan salah satu pelajaran yang sulit dipahami, sumber kesulitan pelajaran fisika dapat berasal dari materi pelajaran,

lingkungan sekolah, dan faktor pendidik. Terdapat beberapa topik pelajaran fisika yang sulit dipahami, yaitu mekanika, optik, elektromagnetik, dan termodinamika (Hafi dan Supardiyono, 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 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.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kevalidan bahan ajar difraksi cahaya berbasis *project based learning* untuk melatih *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi peserta didik?

2. Bagaimana kepraktisan bahan ajar difraksi cahaya berbasis *project based learning* untuk melatih *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi peserta didik?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan kevalidan bahan ajar difraksi cahaya berbasis *project based learning* untuk melatih *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan bahan ajar difraksi cahaya berbasis *project based learning* untuk melatih *scientific creativity* dan kemampuan kolaborasi peserta didik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menyediakan bahan ajar bagi pendidik dan calon pendidik untuk membelajarkan materi difraksi cahaya dalam menumbuhkan keterampilan *scientific creativity* dan keterampilan kolaborasi.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian pengembangan sebagai berikut.

1. Produk bahan ajar ditinjau dari uji desain dan konstruk yang diujikan dengan menggunakan angket uji kevalidan kepada tiga ahli yang terdiri dari satu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan dua pendidik Fisika SMA.
2. Uji keterbacaan dan respon peserta didik serta persepsi pendidik digunakan untuk menguji kepraktisan produk. Uji keterbacaan diujikan kepada 10 peserta didik SMA menggunakan angket uji keterbacaan, sedangkan uji kepraktisan untuk mendapatkan respon peserta didik

terhadap penggunaan produk bahan ajar digunakan angket uji respon peserta didik dan diujikan kepada 10 peserta didik SMA. Uji keterlaksanaan diujikan 6 pendidik fisika SMA di wilayah Bandar Lampung untuk mengetahui persepsi pendidik terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Teori

2.1.1. *Scientific Creativity* (Kreativitas Sains)

Salah satu keterampilan yang diperlukan di abad 21 adalah keterampilan berkekrativitas. Keterampilan kreativitas dapat mendorong peserta didik sehingga dapat mencapai suatu kompetensi, yaitu dapat menghasilkan, mengembangkan, serta menerapkan ide-ide secara kreatif baik secara individu maupun berkelompok (Bialik and Fadel, 2015). Kreativitas juga dibutuhkan para ilmuwan dalam setiap penelitian ilmiah (Khalick and Lederman, 2000), yang selama pelaksanaannya menggunakan, dan menghasilkan informasi ilmiah dengan keterampilan proses sains (berpikir secara ilmiah). Keterampilan kreativitas memiliki peran tambahan dalam banyak proses ilmiah yang digunakan seperti memaparkan masalah dan hipotesis, serta merancang suatu eksperimen (Aktamis and Ergin, 2008).

Berpikir kreatif, dan mengaplikasikan keterampilan sains dapat mengembangkan pemahaman ilmiah yang mendasar pada setiap individu (peserta didik) dan para ilmuwan. Kreativitas sains dituntut untuk menemukan solusi terhadap masalah yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari (Meador, 2003). Kreativitas sains menjadi aspek penting dari keterampilan proses sains. Pemecahan masalah, membuat hipotesis, merancang eksperimen, dan inovasi teknis

memerlukan kreativitas sains, sehingga keterampilan proses sains dapat digunakan untuk meningkatkan kreativitas sains peserta didik (Liang, 2002). Peningkatan keterampilan kreativitas sains dengan keterampilan proses sains dapat dicapai dengan beberapa indikator, diantaranya menemukan masalah, membuat hipotesis, menemukan variabel, pengujian yang adil, mengumpulkan data melalui pengamatan dan pengukuran, menyajikan data dalam bentuk gambar dan grafik, serta menjelaskan hasil (Aktamis and Ergin, 2008).

Salah satu aspek keberhasilan dalam suatu pembelajaran, yaitu peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan kreatif. Selain itu proses pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila pendidik dan peserta didik bekerja sama dalam membangun situasi dan kondisi yang baik selama proses pembelajaran berlangsung. Dalam pembelajaran, pendidik mengharapkan peserta didik dapat menerapkan ilmu atau informasi yang didapatkan dalam kegiatan sehari-hari atau mampu menerapkan kegiatan sehari-hari ke dalam ilmu atau informasi yang pendidik sampaikan. Hal ini diperlukannya kreativitas dari setiap peserta didik.

2.1.2. Kemampuan Kolaborasi

Kemampuan kolaborasi merupakan kemampuan untuk berkelompok atau berpasangan dimana individu tersebut saling ketergantungan positif (Agawa, 2013). Kolaborasi menjadi kata yang lebih diminati sebagai istilah akademik untuk keterampilan, dan hasil belajar peserta didik dari proses kerja sama. Kolaborasi lebih dari sekedar kooperasi (Saenab dkk, 2017). Peserta didik dianggap telah memiliki kemampuan sosial dan peserta didik membangun keterampilan yang ada tersebut untuk tujuan yang ingin peserta didik capai sedangkan kooperasi peserta didik dilatihkan keterampilan sosial tersebut dalam sebuah kelompok kecil (Matthews *et al.*, 1995). Kolaborasi

merupakan hal yang berkaitan dengan merancang, bekerja sama, mempertimbangkan perspektif yang berbeda antar individu, berpartisipasi dalam pembahasan topik permasalahan, dan mendengarkan serta mendukung pendapat orang lain.

Kolaborasi dalam proses pembelajaran dimana bentuk kerjasama dengan satu sama lain, saling membantu, dan melengkapi untuk melakukan penyelesaian tugas-tugas tertentu agar diperoleh suatu tujuan yang telah ditentukan. Keterampilan kolaborasi merupakan keterampilan sosial yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Peserta didik dituntut mempunyai keterampilan berkolaborasi, sehingga di dalam kelompok tercipta interaksi yang dinamis untuk saling belajar, dan membelajarkan sebagai bagian dari proses belajar yang kolaboratif. Kolaborasi menurut Abdulsyani pada tahun 2007 merupakan suatu bentuk proses sosial, dimana di dalamnya terdapat aktivitas tertentu yang ditujukan untuk mencapai tujuan bersama dengan saling membantu, dan memahami aktivitas masing-masing individu. Kolaborasi berarti bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan bersama.

Kolaborasi menurut *Partnership for 21st Century Learning* pada tahun 2015 sebagai berikut:

- a. mendemonstrasikan kemampuan bekerja secara efektif dan santun dengan kelompok yang berbeda,
- b. mampu melatih fleksibilitas dan keinginan untuk membuat keputusan sampai menuju tujuan yang sama,
- c. bertanggung jawab terhadap kerja kolaboratif, serta
- d. mampu menilai masing-masing kontribusi individu dalam kerja tim.

Berdasarkan beberapa pernyataan tersebut, keterampilan kolaborasi merupakan aspek yang penting untuk dimiliki oleh peserta didik

dalam kehidupan sosial di masyarakat. Selain keterampilan kreativitas sains, keterampilan berkolaborasi merupakan salah satu aspek yang dibutuhkan untuk menunjang keberhasilan proses belajar. Selain keterampilan berkekrativitas, keterampilan yang diperlukan di abad 21 seperti menurut Partnership for 21st century Learning yaitu keterampilan berkolaborasi. Keterampilan berkolaborasi di sebuah kelompok menyebabkan setiap anggota dapat saling bekerja secara bersama dalam menyelesaikan masalah sehingga dapat mencapai tujuan tertentu. Keterampilan kolaborasi juga dapat menilai masing-masing kontribusi individu di dalam kerja secara berkelompok.

2.1.3. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

Pembelajaran dinyatakan berjalan dengan baik apabila semua anggota dalam pembelajaran tersebut mendapatkan *outcome* yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, selain itu pembelajaran tersebut melatih salah satu bahkan lebih keterampilan yang dibutuhkan dalam berkehidupan di abad ke-21 ini seperti keterampilan berkolaborasi dan keterampilan kreativitas sains.

Dalam sebuah pembelajaran terdapat 2 anggota penting, yaitu pendidik atau instruktur dan peserta didik. Pendidik memiliki peran penting dalam keberhasilan suatu pembelajaran yang tugasnya antara lain membimbing atau mengarahkan peserta didik untuk mendapatkan informasi yang benar. Dalam proses pembelajaran keberhasilan dalam pembelajaran tersebut selain disebabkan oleh pendidik, peserta didik juga memiliki peran penting. Tanpa adanya peserta didik, pembelajaran tersebut tidak dapat berlangsung dengan baik.

Untuk mendapatkan keberhasilan dalam proses pembelajaran, pendidik memiliki andil dalam minat setiap peserta didik (individu) dikarenakan minat individu bergantung dari kecenderungan psikologis masing-masing individu (Subramaniam, 2009). Untuk mengendalikan minat setiap peserta didik, pendidik dapat mengontrol situasi dan keadaan dalam proses pembelajaran, dikarenakan minat dari setiap peserta didik dapat terkendali di tempat pembelajaran atau lingkungan belajar yang nyaman dan baik. Apabila pendidik dapat merangsang minat situasional peserta didik, maka peserta didik dapat memainkan peran yang lebih aktif selama proses pembelajaran. Seperti pendapat menurut Subramaniam (2009) minat situasional peserta didik dapat ditingkatkan melalui modifikasi aspek-aspek tertentu baik dari sekolah, seperti lingkungan belajar dan faktor kontekstual, seperti strategi pengajaran, presentasi tugas, dan penataan pengalaman belajar.

Adanya minat individu yang diperkuat dengan minat situasional, motivasi belajar peserta didik akan meningkat, sehingga prestasi belajar peserta didik dapat terus bertambah. Selama pembelajaran, pendidik dapat membuat situasi lingkungan kelas yang menarik perhatian peserta didik dengan begitu, pembelajaran menjadi lebih bermakna bagi peserta didik.

Salah satu cara pendidik untuk membuat lingkungan belajar menjadi menarik, yaitu menggunakan model pembelajaran yang mendukung tingkat keaktifan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Salah satu model pembelajaran yang mampu membuat lingkungan belajar menjadi menarik adalah pembelajaran berbasis proyek.

Pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning* atau *PjBL*) merupakan pembelajaran yang mengutamakan peserta didik untuk

mengeksplorasi berbagai kajian ilmu yang hasilnya dapat dijadikan objek pembelajaran nyata. Pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang kompleks dimana peserta didik akan dituntut untuk bertukar gagasan, membuat prediksi, mengambil keputusan, bekerja secara kelompok, memberikan peserta didik kebebasan dalam mendesain sebuah produk, dan mempresentasikan ide serta temuan kepada orang lain (Blumenfeld *et al.*, 1991).

Sejalan dengan pendapat di atas, pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek ini mampu mengimplementasikan keterampilan yang dibutuhkan peserta didik di abad ke-21, yaitu keterampilan berkolaborasi dan keterampilan kreativitas sains.

Sebagai salah satu model pembelajaran yang berbasis pada *student centered*, menurut Global School Net (2000) *PjBL* memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

- a. peserta didik membuat keputusan dalam sebuah kerangka kerja yang ditentukan,
- b. terdapat sebuah masalah atau tantangan tanpa adanya solusi yang telah ditentukan sebelumnya,
- c. peserta didik mendesain sebuah proses hingga menemukan solusi,
- d. peserta didik bertanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi yang mereka kumpulkan untuk memecahkan sebuah masalah,
- e. evaluasi berlangsung secara terus-menerus,
- f. peserta didik secara terus-menerus melakukan refleksi mengenai aktivitas yang telah dikerjakan,
- g. produk akhir peserta didik selama pembelajaran akan dievaluasi secara kualitatif,
- h. dalam pembelajaran kesalahan dan perubahan dapat ditolerir.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merencanakan aktivitas belajar sesuai dengan kreativitas individu, membuat proyek secara kolaborasi, dan diakhir pembelajaran peserta didik mampu menghasilkan produk kerja yang dapat dikomunikasikan kepada orang lain. Pembelajaran berbasis proyek ini berbeda dengan pembelajaran konvensional dimana seorang pendidik dianggap sebagai seseorang yang paling menguasai materi sehingga pembelajaran yang dilakukan, yaitu *teacher centered*, situasi kelas yang individual dan penilaian yang dilakukan lebih dominan pada aspek hasil dibandingkan aspek proses, serta sumber belajar yang digunakan yang cenderung stagnan (Stivers, 2010).

Berbeda dengan pembelajaran konvensional, pembelajaran berbasis proyek lebih menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik atau *student centered*, peserta didik dilatih untuk bekerja secara bersama-sama sehingga menjadikan peserta didik mampu bekerja secara kolaborasi dan aktif selama pembelajaran berlangsung, penilaian yang dilakukan secara autentik, dan sumber belajar sangat berkembang. *Project based learning* merupakan salah satu model yang merubah peran peserta didik menjadi pendidik, pendidik menjadi pembimbing, serta keterlibatan orang tua, dan masyarakat dalam proses pembelajaran (Stivers, 2010).

Penerapan pembelajaran berbasis proyek membutuhkan langkah pembelajaran sehingga pada penerapannya, pembelajaran berbasis proyek dapat menghasilkan peserta didik yang mampu bersaing di abad 21. Adapun langkah pembelajaran berbasis proyek yang dikembangkan oleh *The George Lucas Educational Foundation* (2005), sebagai berikut:

a. Memulai dengan Pertanyaan Mendasar (*Start With the Essential Question*)

Pembelajaran yang dimulai dengan pertanyaan mendasar yang dapat memberi penugasan kepada peserta didik sehingga melakukan suatu aktivitas. Pengajar mengaitkan materi pembelajaran dengan fenomena yang nyata, dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Fenomena yang dikaitkan dengan materi pembelajaran diusahakan relevan untuk peserta didik.

b. Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)

Perencanaan proyek dilakukan secara kolaborasi antara pengajar dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik merasa memiliki tanggung jawab untuk menyelesaikan proyek tersebut. Perencanaan proyek ini berisi mengenai aturan-aturan yang berlaku, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan awal dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, menentukan alat dan bahan yang digunakan untuk membantu penyelesaian proyek.

c. Penyusunan Jadwal (*Create a Schedule*)

Pengajar dan peserta didik secara kolaborasi dalam menyusun jadwal aktivitas untuk menyelesaikan proyek. Aktivitas penyusunan jadwal ini antara lain:

- 1) membuat *timeline* untuk menyelesaikan proyek
- 2) membuat tenggat waktu penyelesaian proyek
- 3) menuntun peserta didik untuk merencanakan cara yang baru
- 4) membimbing peserta didik ketika melakukan cara yang tidak berguna dalam menyelesaikan proyek
- 5) memberikan peserta didik kebebasan untuk menjelaskan.

d. Pengawasan Kemajuan Proyek (*Monitor the Student and the Progress of the Project*)

Pengajar bertanggungjawab untuk memonitor aktivitas peserta didik selama menyelesaikan suatu proyek. Pengawasan dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap prosesnya. Pengawasan dapat dilakukan dengan membuat sebuah rubrik penilaian yang dapat merekam aktivitas penting peserta didik.

e. Penilaian Hasil (*Assess the Outcome*)

Penilaian hasil dilakukan untuk mengukur ketercapaian standar peserta didik, mengevaluasi kemajuan individual peserta didik, memberikan *feedback* atau umpan balik tentang tingkat pemahaman yang telah dicapai peserta didik, membantu pengajar dalam menyusun strategi pembelajaran di pertemuan selanjutnya.

f. Pengevaluasian Pengalaman (*Evaluate the Experience*)

Langkah atau tahap terakhir dari proses pembelajaran berbasis proyek, pengajar dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah diselesaikan. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Pengajar dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka untuk memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran berlangsung sehingga diakhir diskusi ditemukannya suatu temuan baru untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran (*The George Lucas Educational Foundation: 2005*).

Dalam pembelajaran berbasis proyek, peserta didik cenderung untuk berlatih dan menampilkan produk yang baik. Seperti pendapat

menurut Wurdinger pada tahun 2016, apabila peserta didik melakukan kegiatan berlatih dan menampilkan produk yang baik secara terus-menerus akan menciptakan keterampilan hidup, seperti penyelesaian masalah, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, manajemen waktu, tanggung jawab, dan memiliki etos kerja yang baik. Pembelajaran berbasis proyek ini membantu mengubah pendidikan dikarenakan semakin banyaknya pendidik di sekolah maupun perpendidikan tinggi menggunakannya setiap saat. Pembelajaran berbasis proyek ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan pengembangan keterampilan hidup yang mampu melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran yang baik serta memotivasi peserta didik untuk mendapatkan pembelajaran yang bermakna dan relevan.

2.1.4. Bahan Ajar

Selain model pembelajaran yang digunakan oleh pendidik untuk merancang situasi dan kondisi selama proses pembelajaran menjadi kondusif dan melatih peserta didik memiliki keterampilan berkolarobasi dan keterampilan kreativitas sains, pendidik juga memerlukan suatu panduan untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Panduan tersebut berupa susunan acara atau sumber belajar yang akan di lakukan untuk mencapai suatu kompetensi.

Sumber belajar merupakan salah satu sarana pendukung untuk mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar peserta didik, salah satu sumber belajar yang didapat oleh peserta didik adalah bahan ajar. Bahan ajar merupakan salah satu pendukung dalam proses pembelajaran yang merupakan pendekatan implementasi kurikulum yang berlaku. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu pendidik atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas (Depdiknas, 2008).

Bahan ajar dapat berupa bahan tertulis maupun bahan tak tertulis. Bahan ajar menyajikan suatu objek secara sistematis bagi kebutuhan pembelajaran dan memberikan sentuhan nilai-nilai afektif, sosial, dan kultural yang baik sehingga dapat secara komprehensif mengembangkan kemampuan peserta didik dalam bidang kognitif, kemampuan afektif, dan psikomotorik.

Bahan ajar dapat diklasifikasikan dalam jenis cetak dan tak cetak. Bahan cetak ditampilkan dalam bentuk *handout*, buku, modul, LKS (Lembar Kerja Siswa), *leaflet*, *wallchart*, brosur, foto ataupun gambar serta model atau maket. Bahan ajar tak cetak dapat terdiri dari bahan ajar dengar, dan bahan ajar pandang dengar.

Bahan ajar mempunyai fungsi yang berbeda baik untuk pendidik dan peserta didik (Prastowo, 2012 : 24-27). Adapun fungsi bahan ajar sebagai berikut.

- a. fungsi bahan ajar bagi pendidik/instruktur adalah
 - 1) dapat menghemat pendidik dalam mengajar,
 - 2) dapat mengubah peran pendidik dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator,
 - 3) sebagai pedoman bagi pendidik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran,
 - 4) dapat meningkatkan proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan efektif,
 - 5) sebagai alat evaluasi pencapaian atau penugasan hasil pembelajaran.
- b. fungsi bahan ajar bagi peserta didik adalah
 - 1) peserta didik dapat belajar tanpa harus didampingi oleh pendidik
 - 2) peserta didik dapat belajar dimanapun dan kapanpun
 - 3) peserta didik dapat belajar sesuai dengan kemampuan masing-masing

- 4) membantu peserta didik untuk menjadi pelajar/mahapeserta didik yang mandiri
- 5) sebagai pedoman bagi peserta didik mengarahkan semua aktivitasnya selama proses pembelajaran

Sebuah bahan ajar kurang lebih mencakup beberapa hal, seperti petunjuk belajar (petunjuk peserta didik atau pendidik), kompetensi yang akan dicapai, *content* atau isi materi pembelajaram, informasi pendukung, latihan-latihan, petunjuk kerja dapat berupa lembar kerja, serta evaluasi (Prastowo, 2012: 28-30)

Bahan ajar yang dikembangkan sebaiknya mampu meningkatkan motivasi dan efektivitas penggunaannya. Bahan ajar menurut Widodo dan Jasmadi dalam Lestari (2013) hendaknya mengungkapkan lima karakteristik sebagai berikut.

a. Self Instructional

Bahan ajar dikatakan *self instructional* apabila terdapat antara lain

- 1) terdapat tujuan yang jelas,
- 2) materi yang dipaparkan dikemas ke dalam unit-unit terkecil/spesifik,
- 3) terdapat contoh serta ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran,
- 4) terdapat soal-soal latihan maupun tugas,
- 5) bahasa yang digunakan sederhana dan komunikatif,
- 6) terdapat rangkuman materi pembelajaran
- 7) terdapat instrumen penilaian berbasis *self assessment*, instrumen yang digunakan pengguna untuk mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi,
- 8) terdapat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunaannya mengetahui tingkat penguasaan materi

9) tersedia informasi rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran (Lestari, 2013)

b. Self Contained

Self contained, yaitu bahan ajar berisikan materi pelajaran yang dikelompokkan dalam satu halaman atau satu unit kompetensi dan disertai dengan sub kompetensi (Lestari, 2013)

c. Stand Alone

Bahan ajar yang baik mencakup segala materi pembelajaran sehingga tidak membutuhkan bahan ajar lain untuk melengkapinya (Lestari, 2013)

d. Adaptif

Bahan ajar yang baik tidak hanya dapat bertahan sendiri namun dapat mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Bahan ajar yang adaptif jika menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, fleksibel digunakan di berbagai tempat, serta isi materi pembelajaran dan perangkat lunaknya dapat digunakan sampai kurun waktu tertentu (Lestari, 2013)

e. User Friendly

Bahan ajar yang baik seharusnya dapat memudahkan pengguna ketika hendak memakai bahan ajar tersebut. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakainya dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan.

Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang *user friendly* (Lestari, 2013)

2.1.5. Difraksi Cahaya

Difraksi cahaya merupakan penyebaran atau pembelokan gelombang cahaya ketika melewati celah sempit yang lebarnya lebih kecil dari

panjang gelombang sehingga gelombang cahaya tampak melebar pada tepi celah. (Giancoli, 2009).

Difraksi mengacu pada fakta bahwa cahaya, seperti gelombang lainnya yaitu, membelok mengitari benda yang dilewatinya dan tersebar ke luar setelah melewati celah yang sempit. Pembelokan ini menghasilkan pola difraksi yang disebabkan oleh interferensi antara berkas-berkas cahaya yang menempuh jarak yang berbeda. Sedangkan Interferensi adalah perpaduan dua atau lebih sumber cahaya koheren, yaitu cahaya yang mempunyai frekuensi, amplitude dan beda fase yang tetap.

2.1.6. *Social Constructivist Theory*

Teori konstruktivis sosial (*social constructivist theory*) menjelaskan bahwa pengetahuan dibangun secara sosial dalam komunitas praktik, yaitu dengan belajar dalam kelompok kecil (Newman, 2005).

Pendidik dan peserta didik menurut Jones and Araje (2002) dipandang sebagai agen aktif dengan interaksi keduanya dianggap sangat penting ketika proses belajar mengajar berlangsung.

Pengetahuan sosial dapat dibangun melalui beberapa kegiatan diantaranya.

- a. Pembelajaran timbal balik yang melibatkan dialog interaktif antara pendidik dan kelompok kecil peserta didik. Hal pertama yang dilakukan adalah pendidik membuat model kegiatan, kemudian peserta didik secara bertahap mengembangkan keterampilan.
- b. Interaksi sosial bersama rekan kerja ketika mengerjakan tugas. Metode ini digunakan dalam pembelajaran matematika, sains, dan seni bahasa yang membuktikan dampak lingkungan sosial yang diakui selama proses pembelajaran.

- c. Program magang untuk mengembangkan pemahaman bersama tentang proses-proses penting dengan bekerja bersama para ahli, dan mengintegrasikan pemahaman mereka saat ini.

2.1.7. *Schema Theory*

Teori skema adalah penjelasan tentang bagaimana pembaca menggunakan pengetahuan sebelumnya untuk memahami dan belajar dari teks (Rumelhart, 1980). Sejalan dengan pendapat Newman (2005) teori skema (*schemata theory*) mendeskripsikan bahwa aktivasi pembelajaran sebelumnya dan penggunaan pengetahuan selanjutnya difasilitasi oleh pembelajaran dalam konteks. Aktivasi pembelajaran dilakukan dengan menggunakan masalah untuk menstimulus, mengontekstualisasikan dan mengintegrasikan pembelajaran, serta dengan belajar dalam kelompok kecil (Newman, 2005). Teori skema menekankan pentingnya pengetahuan umum dan konsep-konsep yang akan membantu membentuk skema. Skema yang sudah dimiliki seseorang adalah penentu utama apa yang akan dipelajari pada teks baru (Anderson *et al.*, 1978).

2.2. Penelitian Relevan

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang relevan diantaranya sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian yang Relevan

Nama Peneliti/Judul/Sumber	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
Hasanah, Sarwanto, Mohammad Masykuri; Pengembangan Modul Suhu, dan Kalor Berbasis <i>Project Based Learning</i> Untuk Meningkatkan	<i>Research and Development</i> (R&D) dengan menggunakan model ADDIE yang dikemukakan	Modul fisika berbasis <i>project based learning</i> pada pembelajaran yang dikembangkan	1. Kepada pendidik perlu dikembangkan nya modul pembelajaran yang dapat digunakan

Nama Peneliti/Judul/Sumber	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
Keterampilan Proses Sains , dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SMA; Jurnal Pendidikan (Teori , dan Praktik) Vol 3 No 1 Tahun 2018	oleh Molenda (1993) dengan modifikasi.	valid, sehingga dapat dikatakan layak untuk digunakan.	sebagai salah satu saran pembelajaran 2. perlu adanya persiapan yang baik dalam pembelajaran menggunakan modul pembelajaran fisika sesuai dengan RPP yang telah dipersiapkan.
Novianto, Nur Kholis; Mohammad Masykuri, Sukarmin; Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>) pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Peserta didik Kelas X SMA/MA; Jurnal Inkuiri Vol. 7, No. 1, 2018(hal 81-92)	<i>Research and Development</i> (R&D) yang mengadaptasi model 4-D dari Thiagarajan, dkk (1974) yang meliputi <i>define, design, develop, disseminate</i> .	Analisis data : 1. <i>Define</i> : Analisis deskriptif 2. <i>Design</i> : Analisis KD 3. <i>Develop</i> : Analisis Kuantitatif deskriptif (mengkonversi data menjadi kategori skala 4 untuk validasi modul, hasil penilaian sikap , dan penilaian keterampilan. 4. <i>Disseminate</i> : Analisis Deskriptif	1. Memvariatifkan dalam penggunaan metode pembelajaran yang sesuai dengan materi yang disampaikan. 2. Perlu persiapan yang baik dalam pembelajaran berbasis PjBL agar proses pembelajaran dapat berlangsung dengan baik sesuai dengan RPP yang telah dipersiapkan.
		Hasil Penelitian: 1. Modul fisika berbasis PjBL yang dikembangkan memenuhi kriteria layak pada aspek kelayakan isi , dan penyajian.	

Nama Peneliti/Judul/Sumber	Metode	Hasil Penelitian	Rekomendasi
		kelayakan aspek pembelajaran PjBL , dan kelayakan kegrafikan dengan nilai rata-rata 3,8 atau kategori baik. 2. Pembelajaran berbasis PjBL dapat meningkatkan kreativitas belajar peserta didik dengan nilai <i>gain</i> 0,46 atau dalam kategori sedang.	

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan, terdapat perbedaan yang dilakukan pada penelitian ini, sebagai berikut.

Tabel 2. Perbedaan dari Beberapa Penelitian

Penelitian A	Penelitian B	Penelitian Saya
Sintaks penentuan pertanyaan mendasar diintegrasikan ke dalam rubrik “Mau Tahu?”, sintaks perancangan proyek diintegrasikan ke dalam “Ayo mendesain!”, sintaks penyusunan jadwal diintegrasikan ke rubrik “ Ayo Menyusun Jadwal!”, sintaks pengawasan kemajuan proyek diintegrasikan ke dalam rubrik “ Mari Memonitor”, sintaks pengujian hasil	Modul pembelajaran berbasis proyek dengan desain penelitian <i>Research and Development (R&D)</i> yang mengadaptasi model 4-D dari Thiagarajan, dkk (1974) yang meliputi <i>define, design, develop, dan disseminate</i> .	Bahan ajar yang dikembangkan berbasis proyek dengan desain penelitian <i>Design and Development Research (DDR)</i> . Dengan sintaks <i>Project Based Learning</i> yang diintegrasikan, yaitu sintaks penentuan pertanyaan mendasar diintegrasikan ke dalam rubrik “Mau Tahu?”, sintaks perancangan proyek diintegrasikan ke

Penelitian A	Penelitian B	Penelitian Saya
diintegrasikan ke rubrik “Mari Menguji Karya Kita!”, serta sintaks pengevaluasian pengalaman diintegrasikan ke rubrik “Bagaimana Pengalamanmu?”.		dalam “Ayo Berkarya!”, sintaks penyusunan jadwal diintegrasikan ke rubrik “ Ayo Tentukan Jadwal!”, sintaks pengawasan kemajuan proyek diintegrasikan ke dalam rubrik “Mari Memonitor!!”, sintaks pengujian hasil diintegrasikan ke rubrik “Ayo Uji Coba Proyekmu!”, serta sintaks pengevaluasian pengalaman diintegrasikan ke rubrik “Bagaimana Kehebatanmu?”.

2.3. Kerangka Pemikiran

Bahan ajar berbasis proyek yang dikembangkan diduga dapat menstimulus keterampilan *scientific creativity* yang ditinjau dari ketercapaian indikator keterampilan *scientific creativity* serta dapat menstimulus keterampilan kolaborasi sesuai dengan indikator pencapaian pada keterampilan tersebut. Aktivitas pada bahan ajar membangun pengetahuan peserta didik secara sosial dengan melakukan pembelajaran dalam kelompok kecil. Aktivitas pertama, pendidik memberikan masalah tidak terstruktur dengan menyajikan gambar atau fenomena untuk memunculkan masalah dan memberikan motivasi agar peserta didik mampu memunculkan ide atau prediksi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Aktivitas kedua, pendidik mulai menstimulus keterampilan kreativitas sains dan kolaborasi dengan mengelompokkan peserta didik untuk mendefinisikan masalah. Aktivitas yang dilakukan yaitu mengamati sebuah fenomena dalam kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik mampu merumuskan masalah dan membuat hipotesis berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan.

Aktivitas selanjutnya, peserta didik diharapkan mampu mengumpulkan informasi secara berkelompok, hal ini memungkinkan keterampilan berkolaborasi peserta didik terlatih dengan baik. Selain mengumpulkan informasi, peserta didik mampu menentukan variabel penyelidikan, melakukan pengujian yang adil dan mencari solusi secara. Pertukaran pendapat atau perspektif dari teman di dalam kelompok memungkinkan peserta didik mengasah keterampilan kolaborasi dan keterampilan kreativitas sains dengan baik.

Ssetelah peserta didik melakukan pengamatan dan pengumpulan informasi, peserta didik mampu menyajikan hasil tersebut dalam bentuk gambar maupun grafik yang memungkinkan keterampilan *scientific creativity* berkembang dengan baik. Pendidik pada tahap ini membimbing peserta didik untuk menyajikan hasil informasi tersebut dan mengevaluasi hasil dari penyelesaian masalah.

Melalui pembelajaran berbasis proyek yang mampu menstimulus keterampilan *scientific creativity* dan kolaborasi peserta didik, maka bahan ajar berbasis proyek yang dikembangkan diduga mampu menstimulus keterampilan tersebut khususnya pada materi difraksi cahaya. Hal ini digambarkan pada bagan kerangka pemikiran pada Gambar 1.

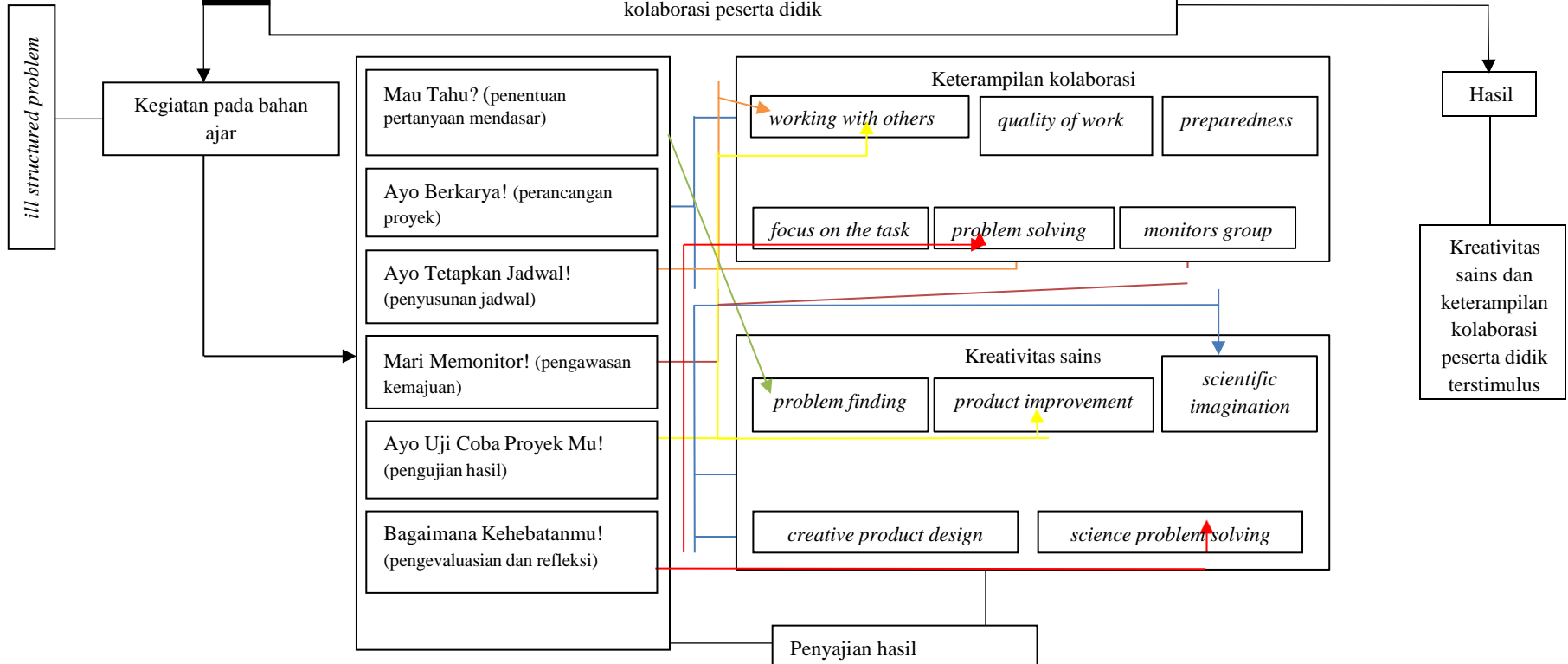
Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1. Materi difraksi cahaya umumnya diajarkan dengan model pembelajaran konvensional (ceramah) dan buku paket yang belum menstimulus kreativitas sains peserta didik.
2. Belum melaksanakan kegiatan belajar mengajar dengan berkelompok, sehingga peserta didik belum terlatih berkolaborasi untuk menemukan cara penyelesaian masalah yang efektif.
3. Ketidakterdediaan bahan ajar difraksi cahaya dengan model pembelajaran yang menstimulus kreativitas sains dan keterampilan kolaborasi.
4. Dibutuhkan sumber belajar yang memuat audio-visual dalam materi difraksi cahaya karena materi tersebut tergolong abstrak sehingga sulit dipahami peserta didik.

1. Abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan kreativitas (*creativity*) dan kolaborasi (*collaboration*) (Bialik and Fadel, 2015).
2. *Project based learning* mendorong peserta didik untuk belajar secara kolaboratif (Bell, 2010).
3. Pembelajaran berbasis proyek akan meningkatkan kemampuan kreativitas peserta didik serta kemampuan memahami konsep (Komalasary, et al 2019).
4. Keterampilan proses sains menjadi alat untuk mencapai indikator kreativitas sains (Aktamis and Ergin, 2008).
5. Peserta didik dapat bermain peran, berkolaborasi dan menghasilkan produk melalui pembelajaran berbasis proyek (Thomas, 2000).

Dibutuhkan bahan ajar berbasis proyek untuk menstimulus kreativitas sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik

Mengembangkan bahan ajar berbasis proyek untuk menstimulus kreativitas sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik



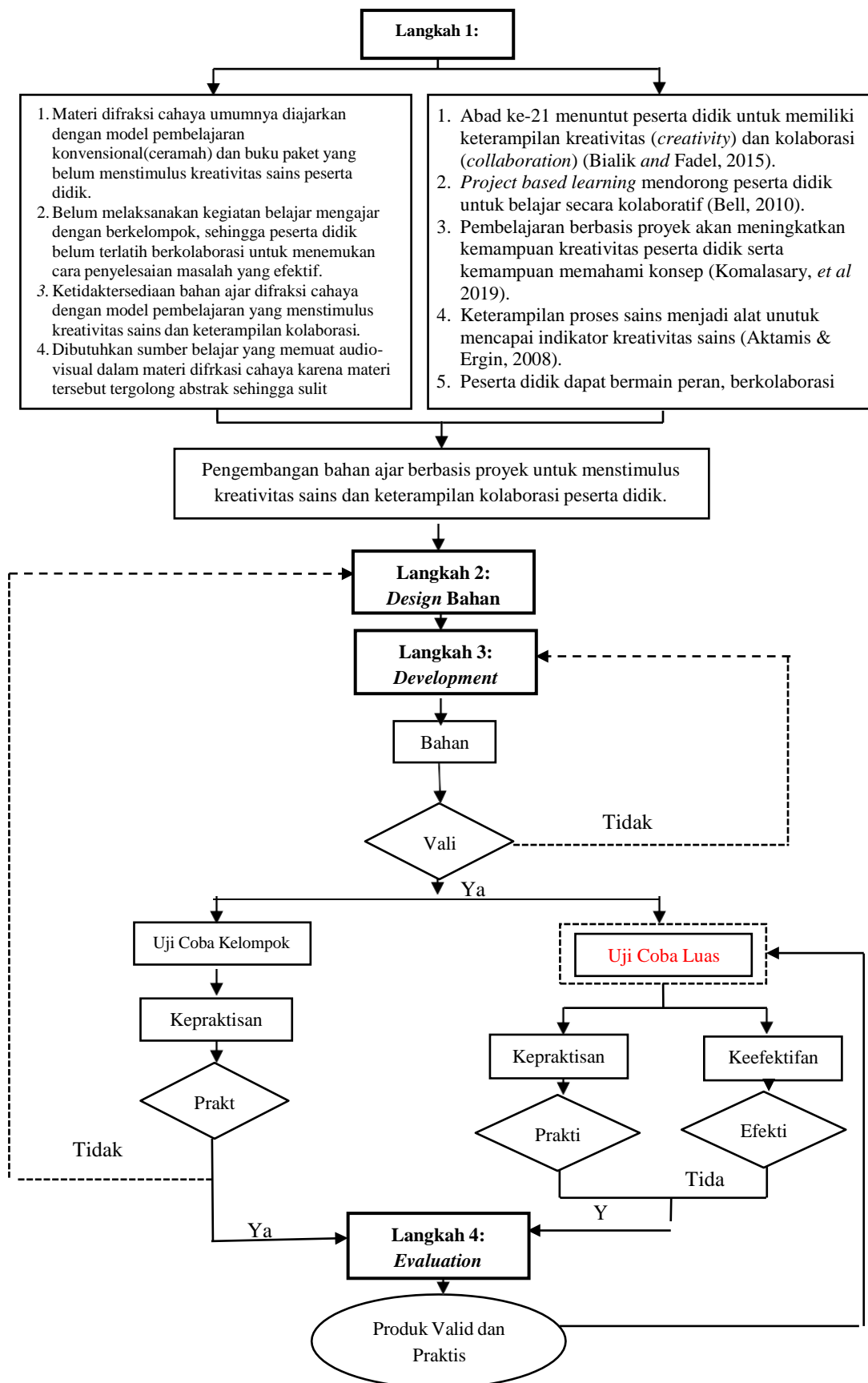
III. METODE PENELITIAN

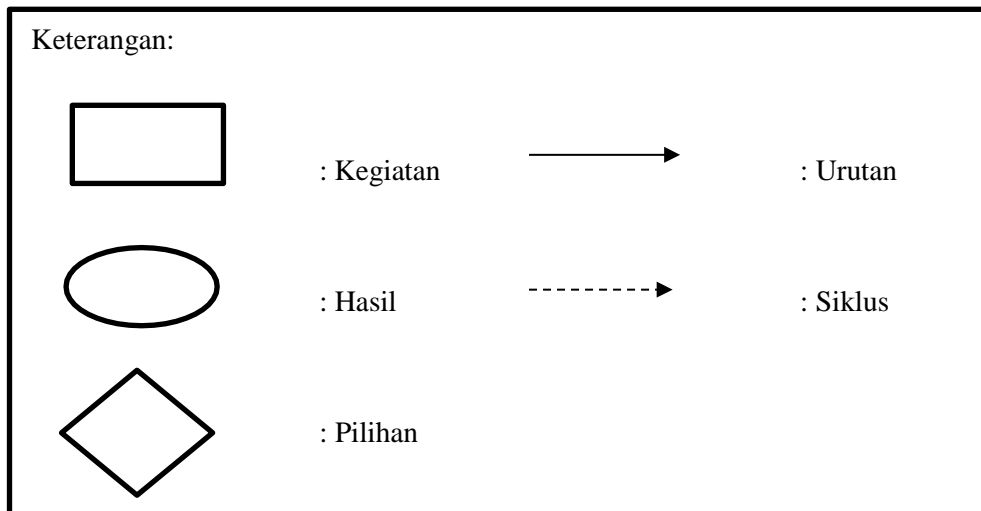
3.1. Desain Penelitian Pengembangan

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

3.2. Prosedur Pengembangan Produk

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 and Klien (2007) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), dan *evaluation* (evaluasi). Prosedur penelitian pengembangan ini dapat dilihat pada Gambar 2.





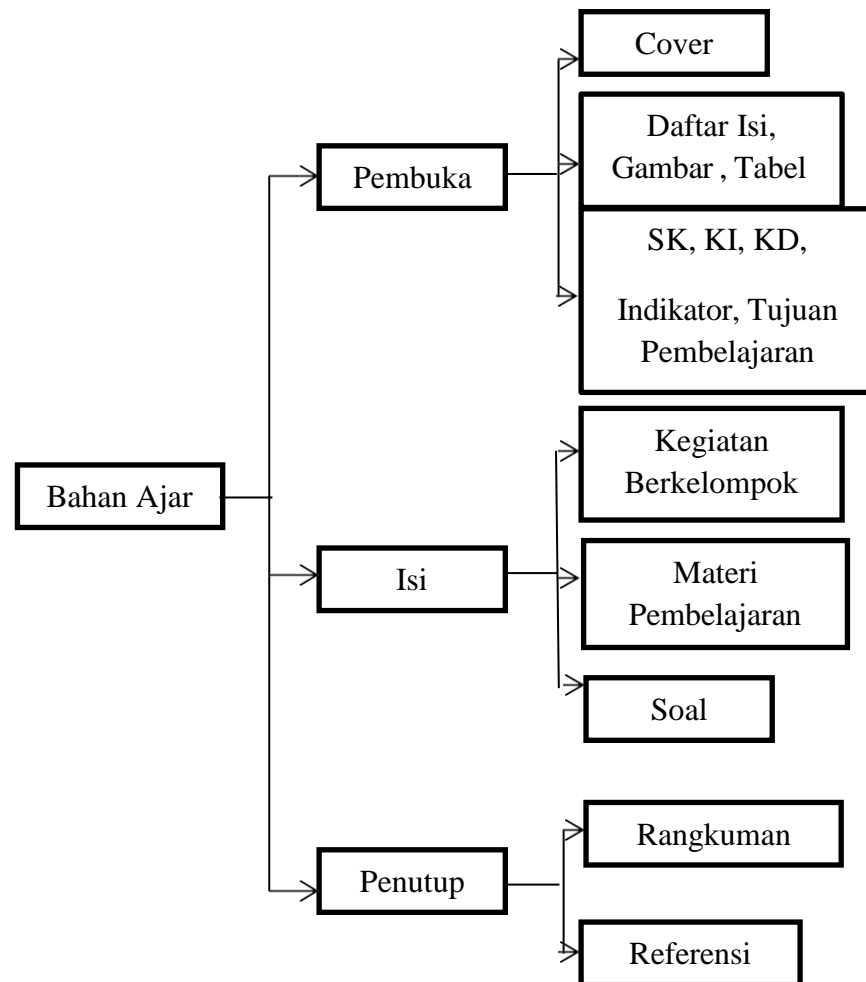
Gambar 2. Desain Penelitian.

3.2.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis yang dilakukan, yaitu menganalisis kebutuhan dengan mengidentifikasi masalah, harapan, dan solusi. Mengidentifikasi masalah dilakukan dengan melakukan observasi, wawancara semi-terstruktur, dan penyebaran angket (*google form*) kepada beberapa SMA di Bandarlampung. Salah satu masalah yang teridentifikasi diantaranya adalah mengenai materi pembelajaran difraksi cahaya di SMA umumnya diajarkan dengan metode ceramah, buku penunjang pembelajaran yang digunakan merupakan buku cetak pada umumnya belum secara khusus melatih keterampilan *scientific creativity* dan keterampilan kolaborasi.

3.2.2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain hal yang dilakukan, yaitu merancang suatu produk yang akan dikembangkan dengan didasarkan pada hasil analisis yang sebelumnya telah dilakukan. Pengembangan ini mendesain suatu bahan ajar untuk SMA kelas XI semester genap, yaitu bahan ajar berupa bahan ajar mengenai materi difraksi cahaya yang berbasis *project based learning* untuk menumbuhkan keterampilan *scientific creativity* dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Bahan ajar yang dikembangkan memiliki kerangka isi seperti Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Isi

3.2.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Hal yang dilakukan pada tahap pengembangan, yaitu mengembangkan produk bahan ajar berbasis proyek sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Pada tahapan ini, peneliti memfokuskan pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan keterampilan yang akan di capai oleh peserta didik, yaitu keterampilan *scientific creativity* dan keterampilan berkolaborasi. Sehingga pada kegiatan belajar tersebut terdapat bagian-bagian dengan indikator pencapaian dari kedua keterampilan. Aktivitas pertama pada bahan ajar pada keterampilan *scientific creativity*, indikator pencapaian menurut Aktamis and Ergin pada tahun 2008 yaitu menentukan masalah sehingga pada bagian “Mau Tahu?” peserta didik diberikan sebuah fenomena atau

percobaan dan hasil yang didapatkan yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Fenomena tersebut digunakan untuk menstimulus keingintahuan peserta didik untuk menemukan masalah mengenai materi pembelajaran.

Setelah peserta didik menentukan masalah mengenai fenomena yang terkait, peserta didik diharapkan mampu membuat hipotesis atau praduga mengenai permasalahan yang diberikan. Aktivitas selanjutnya sesuai dengan langkah pembelajaran berbasis proyek menurut The George Lucas Educational Foundation (2005) yaitu merancang sebuah proyek dan penyusunan jadwal. Peserta didik secara berkelompok merancang sebuah proyek dengan bahan sederhana untuk membuktikan fenomena terkait materi yang diajarkan. Aktivitas ini termasuk aktivitas inti dimana dapat melatih keterampilan *scientific creativity* pada indikator menentukan variabel dan keterampilan kolaborasi pada indikator *preparedness* dan bekerja secara bersama (*working with others*).

Aktivitas selanjutnya yaitu aktivitas pengawasan kemajuan serta pengujian hasil pada tahap ini peserta didik dapat menstimulus indikator keterampilan *scientific creativity* yaitu melakukan percobaan, mengumpulkan data melalui pengamatan serta menyajikan data dalam bentuk gambar dan grafik. Selain itu pada aktivitas ini, peserta didik dapat menstimulus indikator keterampilan kolaborasi yaitu fokus pada tugas (*focus on the task*) dan menemukan solusi (*problem solving*).

Aktivitas selanjutnya yaitu pengevaluasian dan refleksi. Pada aktivitas ini peserta didik melakukan evaluasi setelah melakukan pengamatan dan menanggapi pengamatan yang disampaikan oleh kelompok lain. Selain itu, pada tahap ini peserta didik dapat merefleksi kesalahan atau kekeliruan yang terjadi selama pengamatan berlangsung. Indikator keterampilan kolaborasi peserta didik yaitu kualitas kelompok (*quality*

of work) dan memonitor kelompok (*monitors group*) dapat terstimulus dengan baik.

3.2.4. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahapan evaluasi, hal yang dilakukan, yaitu melihat kesesuaian pada setiap tahapan pengembangan dengan tahapan yang telah dirancang. Pengevaluasian ini dilakukan setelah melakukan pengujian validitas dan kepraktisan. Evaluasi yang dilakukan penelitian dan pengembangan produk ini bertujuan untuk kebutuhan revisi mendatang.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian pengembangan ini, yaitu.

1. Kuesioner.

Kuesioner digunakan sebagai panduan dalam mendapatkan data secara kualitatif yaitu data yang diperoleh dari wawancara kepada pendidik SMA yang berada di wilayah Bandarlampung untuk mendapatkan informasi terkait dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu kuesioner digunakan sebagai acuan pada penelitian pendahuluan berbantuan *google form* yang dapat diakses secara *online* secara terperinci (Lampiran 1).

2. Lembar Penilaian

Lembar penilaian yang digunakan berupa daftar pertanyaan maupun pernyataan yang diberikan oleh peneliti kepada responden mengenai penelitian yang dilakukan. Lembar penilaian yang digunakan disesuaikan menjadi 2 macam, yaitu lembar skala validasi dan uji kepraktisan.

a. Lembar Skala Validasi

Untuk menguji validitas bahan ajar yang dikembangkan dilakukannya validasi oleh tiga validator, yaitu satu dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan dua pendidik SMA yang ada di Bandar Lampung. Lembar skala validasi terdiri atas validasi isi dan validasi

desain yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Penskoran pada angket uji validasi menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan and Laurent (2011: 131) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skala Likert pada Lembar Skala Uji Validitas.

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Valid	4
Valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

b. Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan terdiri atas uji keterbacaan, respon peserta didik, dan persepsi pendidik terhadap bahan ajar difraksi cahaya dengan indikator kemudahan penggunaan, kemudahan belajar, kepuasan, dan rubrik penskoran yang diadaptasi dari Festiana *et al.*, 2019.

Penskoran pada uji kepraktisan menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011: 131) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan.

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian pengembangan ini menghasilkan data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif yang didapat berupa data yang diperoleh dari hasil kuesioner sedangkan data kuantitatif yang didapat berupa data hasil lembar skala validasi yang terdiri atas validasi isi dan validasi desain serta data hasil

uji kepraktisan yang terdiri atas uji keterbacaan, respon pendidik, dan respon peserta didik. Pengumpulan data pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Teknik Pengumpulan Data

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek Uji Coba	Analisis Data
Validitas	Lembar Skala Validasi yang terdiri atas validasi isi dan validasi desain	Satu dosen ahli Universitas Lampung dan dua pendidik fisika SMA	<ul style="list-style-type: none"> a. Merekapitulasi hasil penilaian uji kevalidan dari validator ahli b. Menghitung rata-rata nilai hasil penilaian dari validator ahli c. Menetapkan kategori kevalidan dari hasil penilaian validator ahli sesuai dengan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011)
Kepraktisan	Lembar respon pendidik	6 Pendidik dari berbagai sekolah	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberikan lembar angket uji keterlaksanaan kepada pendidik b. Merakapitulasi hasil penilaian dari pendidik c. Menghitung skor rerata dari pendidik dengan mengadaptasi dari Sudjana (2005) d. Mengkategorikan skor yang didapatkan dengan mengadaptasi dari Arikunto (20110)
	Lembar Respon Peserta Didik	10 Peserta didik yang telah	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberikan lembar respon

Lembar Uji Keterbacaan	mempelajari bahan ajar	kepada peserta didik b. Merakapitulasi hasil penilaian dan menghitung skor rerata dari peserta didik dengan mengadaptasi dari Sudjana (2005) c. Mengkategorikan skor yang didapatkan dengan mengadaptasi dari Arikunto (2011)
---------------------------	---------------------------	--

3.5. Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian yang sebelumnya telah dilakukan masih perlu dianalisis kembali. Analisis data yang dilakukan menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu kualitatif dan kuantitatif. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah

1. Data untuk Lembar Skala Validasi

Data yang digunakan untuk mengetahui nilai validitas produk diperoleh berdasarkan pengisian lembar penilaian (data kuantitatif). Lembar skala yang digunakan berupa lembar skala validasi isi dan validasi desain. Hasil jawaban pada lembar skala tersebut dianalisis dengan menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011: 131) seperti dibawah ini:

$$Valid = \frac{\sum Skor\ yang\ diperoleh}{\sum Skor\ maksimum}$$

Hasil yang diperoleh dikonversikan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Pengkonversian skor mengadaptasi dari Arikunto (2011: 34) seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

Interval Skor Hasil Penilaian	Kriteria
3,25 < skor < 4,00	Sangat Valid
2,50 < skor < 3,25	Valid
1,75 < skor < 2,50	Kurang Valid
1,00 < skor < 1,75	Tidak Valid

2. Data untuk Uji Kepraktisan

Data yang digunakan untuk mengetahui nilai kepraktisan produk diperoleh berdasarkan pengisian lembar penilaian (data kuantitatif). Lembar penilaian yang digunakan berupa uji keterbacaan, lembar respon peserta didik dan pengisian angket persepsi pedidik pada kemampuan kolaborasi. Hasil pada lembar penilaian ini dianalisis dengan menggunakan analisis persentase (%) sesuai dengan persamaan menurut Sudjana, 2005 seperti berikut

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

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Pengkonversian skor mengadaptasi dari Arikunto (2011:34) seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Rendah/kurang baik
40,1%-60%	Sedang/cukup baik
60,1%-80%	Tinggi/baik
80,1%-100%	Sangat tinggi/sangat baik

Kuesioner digunakan untuk mendapatkan data mengenai keterampilan kreativitas ilmiah peserta didik menurut pendidik. Kuesioner tersebut berisikan indikator yang menstimulus kreativitas ilmiah peserta didik. Indikator yang menstimulus kreativitas ilmiah tersebut mengadaptasi dari Aktamis dan Ergin (2008) yaitu, menemukan masalah, membuat

hipotesis, menemukan variabel, pengujian yang adil, mengumpulkan data melalui pengamatan dan pengukuran, menyajikan data dalam bentuk gambar dan grafik, serta menjelaskan hasil.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan, yaitu.

1. Bahan ajar berbasis proyek pada materi difraksi cahaya untuk membangun *scientific creativity* dan kemampuan berkolaborasi peserta didik dinyatakan valid dengan nilai rata-rata untuk validasi desain sebesar 2,98 dengan kategori valid dan nilai rata-rata untuk validasi isi sebesar 3,25 dengan kategori valid.
2. Bahan ajar berbasis proyek pada materi difraksi cahaya untuk membangun *scientific creativity* dan kemampuan berkolaborasi peserta didik dinyatakan 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 persentase sebesar 74% dengan kategori baik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan yang telah didapatkan, 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

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsyani. 2007. *Sosiologi Skematika, Teori, dan Terapan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Agawa, T. 2013. *Cooperative and Collaborative Learning: Definitions and Applications in Japanese Universities*. Japan: Japanese Universities
- Aktamis, H. and Ergin, O. 2008. *The effects of Scientific Process Skills On Students' scientific Education Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements*. Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching. Vol. 9, issu 1, article 4.
- Anderson .R.C., Rand J.S. and Mark C. A. 1978. Schemata as scaffolding for the representation of information in connected discourse. *American Educational Research Journal*. Vol 15, no. 3, hal. 433-440.
- Arikunto. 2011. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bell, Stephanie. 2010. Project-Based Learning for The 21st Century Skills for the Future. *The Clearing House*. Vol.83, No. 2, Hal. 39-43
- Bialik, M. and Fadel .C. 2015. *Skills for the 21st cCenturyWhat Should Students Learn?*. Center for Curriculum Redesign Boston, Massachusetts.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajick, J. S., Guzdial, M., and Pallincsar. A. *Motivating Project Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting The Learning*. Educational Psychologist. Vol. 26, No (3&4), Hal 369-398

Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas

Dick, W., and Carey, J. O. 2014. *The systematic design of Instruction 7th Ed.* United State of America: Pearson Education.

Festiana, I., Herlina, K., Kurniasari, L. S., & Haryanti, S.S. 2019. *Damping Harmonic Oscillator (DHO) for Learning Media in the Topic Damping Harmonic Motion*. Journal of Physics.

Global School Net. 2000. *Introduction to Networked Project-Based Learning*. Diakses dari <http://www.gsn.org/web/pbl/whatis.htm>

Hafi, N. N., dan Supardiyono. 2018. *Pengembangan Buku Saku Fisika Dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Pada Materi Pemanasan Global*. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika. Universitas Negeri Surabaya. Vol. 07 No. 02. Hal. 306-310 ISSN: 2302-4496.

Hasanah, I. Sarwanto, Mohammad M. 2018. *Pengembangan Modul Suhu , dan Kalor Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains, dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SMA/MA*. Jurnal Pendidikan (Teori , dan Praktik). Vol 3 No 1.

Jones, M., and Araje, L. 2002. The impact of Constructivism on Education: Language, Discourse, and Meaning. *American Communication Journal*. Vol.5, No.3.

Kementrian Pendidikan dan Budaya. 2017. *Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA): Mata Pelajaran Fisika*, Jakarta: Kementrian Pendidikan , dan Kebudayaan

Khalick and Lederman. 2000. *The influence of History of Science Courded on Students' Views of Nature of Science*. Journal Of Research In Science Teaching. Vol.37, no 10, hal 1057-1095

Komalasary, D., Rusilowati, A., Putra, N.M.D. 2019. *Student's Creative Zig-Zag Book: Improving Their Concepts Understanding y Using Project Based Learning*. Journal of Primary Education. Vol 8, No 2

- Lestari, I. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Padang: Akademia Permata.
- Liang, Jia-Chia. 2002. *Exploring Scientific Creativity of Eleventh-Grade Students in Taiwan*. Unpublished Ph.D. thesis. The University of Texas at Austin.
- Matthews, Roberta S, Cooper, James L., Davidson, Neil., Hawkes, Peter. 1995. *Building Bridges Between Cooperative and Collaborative Learning*. ProQuest.
- Meador, K.S. 2003. *Thinking Creatively about Science Suggestions for Primary Teachers*. Gifted Child Today. Vol 26, No. 1, hal, 25-29.
- Newman, Mark J. 2005. Problem-Based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*. Vol. 32, no.1, hal. 13
- Nieveen, N.M. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen & T. Plomp (Eds.) *Design approaches and tools in education and training* (pp. 125–136). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Novianto, Nur Kholis. Mohammad M, Sukarmin. 2018. *Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Peserta didik Kelas SMA/MA*. Jurnal Inkuiri. Vol. 7, No. 1
- Partnership for 21st Century learning (2015) '21st CENTURY STUDENT OUTCOMES', pp. 1–9. Available at: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press
- 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. (2nd 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.
- Rumelhart, D. (1980) Schemata: The Building Blocks of Cognition. In: Spiro, R., Bruce, B. and Brewer, W., Eds., *Theoretical Issues in Reading Comprehension*, Erlbaum Associates, Mahway, 33-58.
- Saenab, S., Sitti RY., dan Husan. 2017. Pengaruh Penggunaan Model *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Kolaborasi Mahapeserta didik Pendidikan IPA. *Jurnal Biologi Science & Education* Vol.8, No.1
- Stivers, J. 2010. *What is Project-Based Learning Why Use It?*. Educational Psychology
- Subramaniam, P. R. 2009. *Motivational Effects of Interest on Student Engagement and Learning in Physical Education: A Review*
- Sudjana.2005.*Metode Statistik*. Bandung:Tarsito.
- The George Lucas Educational Foundation. 2005. *Project-Based Learning Guide Implementation*. Diakses dari: <https://www.edutopia.org/project-based-learning-guide-implementation>.
- Wurdinger, Scott D. 2016. *The Power of Project-Based Learning: Helping Students develop important life skills*. London: Rowman & Littlefield