

**KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN LKPD BERBASIS *PROJECT*  
PADA PEMBELAJARAN INTERFERENSI CAHAYA UNTUK  
MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN  
KETERAMPILAN KOLABORASI**

**(SKRIPSI)**

Oleh  
**OLIVYA ISABEL MALAU**  
NPM 1913022055



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

## ABSTRAK

### KEPRAKTIKAN DAN KEEFEKTIFAN LKPD BERBASIS *PROJECT* PADA PEMBELAJARAN INTERFERENSI CAHAYA UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN KETERAMPILAN KOLABORASI

Oleh  
Olivya Isabel Malau

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan LKPD berbasis *project* pada pembelajaran interferensi cahaya untuk melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Sampel pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA 4 dan XI IPA 5 SMAN 1 Metro Tahun Pelajaran 2022/2023. Desain yang digunakan yaitu *pretest-posttest control group design*. Instrumen yang digunakan, yaitu observasi keterlaksanaan pembelajaran, tes uraian, observasi KPS, dan *Self Assessment* Keterampilan Kolaborasi. Data diuji menggunakan *uji independent sample t-test*, *effect size*, ANCOVA dan uji *N-Gain*. Keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model PBL mencapai 89,03% dengan kategori sangat baik, sedangkan nilai keefektifan pembelajaran dengan model PBL mendapatkan rata-rata persentase sebesar 72% dengan kategori sangat efektif terlihat dari rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,72 dengan kategori tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini didukung hasil uji hipotesis diperoleh nilai Sig (*2-tailed*) sebesar 0.000 dapat diambil keputusan bahwa terdapat perbedaan KPS yang menggunakan LKPD berbasis *project* dengan kelas konvensional pada pembelajaran interferensi cahaya. Nilai Sig (*2-tailed*) uji hipotesis keterampilan kolaborasi sebesar 0.027 dapat diambil keputusan bahwa terdapat perbedaan keterampilan kolaborasi yang menggunakan LKPD berbasis *project* dengan kelas kontrol yang menggunakan LKPD konvensional. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan LKPD berbasis *project* praktis dan efektif dapat melatih KPS dan keterampilan kolaborasi peserta didik.

**Kata kunci:** LKPD, PBL, KPS, Keterampilan Kolaborasi

**KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN LKPD BERBASIS *PROJECT*  
PADA PEMBELAJARAN INTERFERENSI CAHAYA UNTUK  
MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN  
KETERAMPILAN KOLABORASI**

**Oleh**

**Olivya Isabel Malau**

**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

**: KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN LKPD  
BERBASIS *PROJECT* PADA  
PEMBELAJARAN INTERFERENSI  
CAHAYA UNTUK MELATIHKAN  
KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN  
KETERAMPILAN KOLABORASI**

Nama

**: Olivya Isabel Malau**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1913022055**

Jurusan

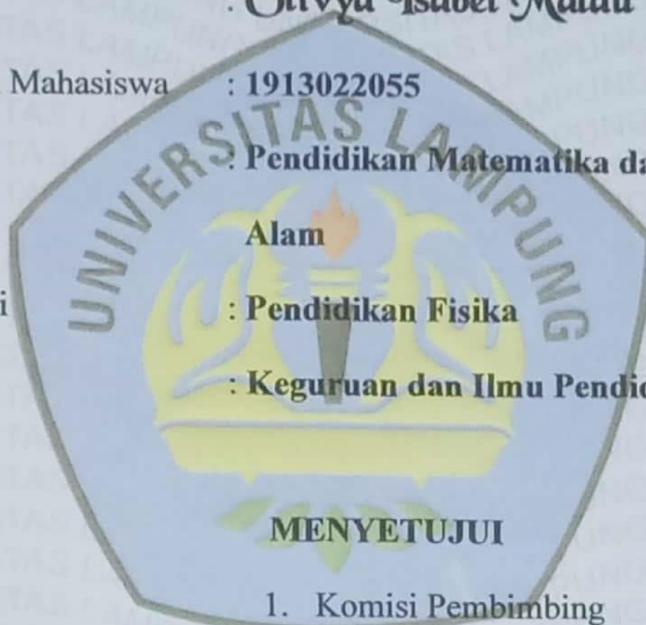
**: Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan**

Program Studi

**: Pendidikan Fisika**

Fakultas

**: Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



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

**Dr. Viyanti, M.Pd.**  
NIP 19800330 200501 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

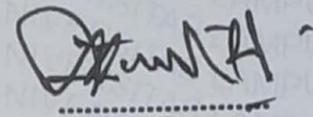
**Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**  
NIP 19600301 198503 1 003

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

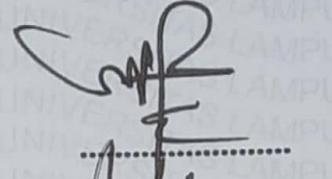
Ketua

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



Sekretaris

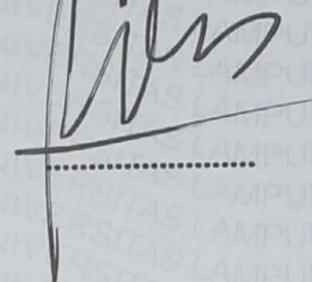
: **Dr. Viyanti, M.Pd.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



**Prof. Dr. Sunyono, M.Si.**

NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **07 September 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Olivya Isabel Malau  
NPM : 1913022055  
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Alamat : Jl. Raflesia, Mulyojati, Metro Barat, Kota Metro.

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 juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 07 September 2023



  
Olivya Isabel Malau  
NPM 1913022055

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Metro tanggal 21 Juli 2001, sebagai anak keempat dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Parihutan Malau dan Ibu Rosita Sidauruk.

Penulis mengawali pendidikan formal di TKK BPK Penabur Metro yang diselesaikan pada Tahun 2007, melanjutkan di SDK BPK Penabur Metro yang diselesaikan pada Tahun 2013, melanjutkan di SMP Negeri 7 Metro yang diselesaikan pada Tahun 2016 dan masuk SMA Negeri 6 Metro yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selain berkuliah, penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Agama Kristen FKIP tahun 2022, Anggota Divisi Pendidikan dari Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), Anggota Staf Usaha Koperasi Mahasiswa (Kopma) Unila serta menjadi pengurus POMK FKIP. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Desa Iringmulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Kegiatan tersebut juga bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMP Negeri 2 Metro.

## MOTTO

*"Karena begitu besar kasih Allah akan dunia ini sehingga Ia telah mengaruniakan Anak-Nya yang tunggal supaya setiap orang yang percaya kepada-Nya tidak binasa, melainkan beroleh hidup yang kekal."*

*(Yohanes 3:16)*

*"Firman-Mu itu pelita bagi kakiku dan terang bagi jalanku."*

*(Mazmur 119:105)*

*"Sebab TUHAN, Dia sendiri akan berjalan di depanmu, Dia sendiri akan menyertai engkau, Dia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau; janganlah takut dan janganlah patah hati"*

*(Ulangan 31:8)*

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberkati dan senantiasa memberikan rahmat-Nya. Dengan penuh kerendahan hati penulis mempersembahkan lembaran karya tulis ini sebagai tanda cinta kasih yang tulus kepada:

1. Orang tua penulis tercinta, Bapak Parihutan Malau dan Ibu Rosita Sidauruk yang telah sepenuh hati merawat, membesarkan, mendidik, mendukung, serta tak lupa mendoakan dengan penuh cinta dan kasih. Semoga Tuhan Yesus Kristus senantiasa memberikan kesehatan, kelimpahan dan kebahagiaan.
2. Saudara kandung penulis yang terkasih, Martha Steffy Elizabeth Malau, Onesy Debora Malau, Doly Lasroh Ito Malau dan Debyta Panca Putri Malau yang selalu memberikan dukungan, semangat serta motivasi yang sangat penulis butuhkan selama berkuliah hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Lampung.
3. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

## SANWACANA

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang telah senantiasa memberkati dan memberikan rahmat-Nya sehingga penulis telah menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus Pembimbing II dalam memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta kritik dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sampai dengan selesai.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing I dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sampai dengan selesai.
6. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Sc., selaku Pembahas yang telah memberikan motivasi, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Ibu Dosen serta Staf Program Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.

8. Ibu Dra. Purwaningsih selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Metro yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian;
9. Ibu Eka Yuli Sari Asmawati, S.Pd., M.Pd., selaku Guru Fisika SMA Negeri 1 Metro yang memberikan bantuan serta dukungan selama penelitian.
10. Peserta didik kelas XI IPA 4 dan kelas XI IPA 5 dengan kerelaan hati memberikan bantuan kepada penulis selama proses penelitian.
11. Sahabat penulis, yaitu Cindy, Arini, Galuh, Meita dan Susan yang selalu mendoakan, mendengarkan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi;
12. Sahabat gereja penulis, Vebiola, Sela, Risa, Putri, dan Martha;
13. Rekan-rekan KKN Iringmulyo Cindi, Dhimas, Alvina, Bernillia, Sarah, Ikhsan, Arief, dan Arwa, yang telah memberikan bantuan dan mendoakan, serta saling menyemangati dalam menyelesaikan skripsi.
14. Rekan-rekan pelayanan POMK FKIP, Lidya, Otoni, April, Mondang, Tanjung, Maissy, Dhea, dan Isabella yang telah menemani penulis selama perkuliahan;
15. Rekan-rekan seperjuangan SIGMA 2019 (Sinergi Mahasiswa Pendidikan Fisika 2019);
16. Teman-teman seperbimbingan (Mahasiswa bimbingan Dr. Kartini Herlina, M.Si.);
17. Rekan-rekan SIMPATI (Mahasiswa PA Dr. Viyanti, M.Pd.);
18. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis juga berdoa semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak orang.

Bandar Lampung, 07 September 2023



Olivya Isabel Malau  
1913022055

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Kajian Teori .....	8
2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik.....	8
2.1.2 <i>Problem Based Learning</i> .....	10
2.1.3 Interferensi Cahaya .....	12
2.1.4 Keterampilan Proses Sains.....	17
2.1.5 Keterampilan Kolaborasi .....	19
2.1.6 Keterkaitan LKPD dengan Keterampilan Proses Sains .....	21
2.1.7 Keterkaitan LKPD dengan Keterampilan Kolaborasi.....	21
2.1.8 Keterkaitan Aktivitas Praktikum dengan KPS.....	22
2.1.9 Teori Belajar Konstruktivisme .....	22
2.1.10 <i>Procedural Knowledge</i> .....	23
2.2 Penelitian yang Relevan.....	25
2.3 Kerangka Pemikiran.....	27
2.4 Anggapan Dasar .....	29
2.5 Hipotesis.....	30
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>31</b>
3.1 Desain Penelitian .....	31
3.2 Subjek Penelitian.....	36
3.3 Variabel Penelitian .....	37
3.4 Prosedur Penelitian.....	38
3.5 Instrumen Penelitian.....	39
3.6 Analisis Instrumen.....	40
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	43
3.8 Teknik Analisis Data .....	44
3.9 Pengujian Hipotesis .....	48

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	51
4.2 Pembahasan.....	64
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>103</b>
5.1 Simpulan.....	103
5.2 Saran.....	103
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>104</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan Pembelajaran Model <i>Problem Based Learning</i> .....	11
2. Indikator Keterampilan Proses Sains.....	19
3. Penelitian yang Relevan.....	25
4. Desain Penelitian <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i> Eksperimen.....	31
5. Desain Penelitian <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i> Kontrol.....	35
6. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	38
7. Interpretasi Koefisien Korelasi .....	40
8. Hasil Uji Validitas Soal .....	41
9. Interpretasi Reliabilitas Instrumen.....	42
10. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Lembar Soal Tes .....	43
11. Kriteria Interpretasi <i>N-Gain</i> .....	44
12. Penentuan Keputusan Homogenitas.....	45
13. Kriteria Persentase Hasil Observasi Keterlaksanaan LKPD.....	46
14. Perhitungan Skala Pengukuran.....	47
15. Skala <i>Self Assesment</i> Keterampilan Kolaborasi.....	47
16. Kriteria Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik.....	48
17. Interpretasi <i>Effect Size</i> .....	49
18. Hasil Rata-rata Skor Keterlaksanaan Model PBL.....	53
19. Data Kuantitatif Keterampilan Proses Sains .....	54
20. Rata-rata Nilai Per-Indikator Keterampilan Proses Sains .....	55
21. Rata-rata <i>N-Gain</i> .....	56
22. Hasil Uji Normalitas Keefektifan LKPD KPS.....	56
23. Hasil Uji Normalitas Lembar <i>Self Assesment</i> .....	57
24. Hasil Uji Homogenitas Lembar Tes.....	57
25. Hasil Uji Homogenitas Lembar <i>Self Assesment</i> .....	58
26. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test Posttest</i> .....	59
27. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Lembar <i>Self Assesment</i> .....	59
28. Hasil Uji <i>Effect Size</i> .....	60
29. Hasil Uji ANCOVA.....	61
30. Data Observasi KPS.....	61
31. Nilai Perindikator Keterampilan Kolaborasi.....	64
32. Alat dan Bahan Pengerjaan <i>Project</i> .....	84
33. Contoh Hasil Percobaan Peserta Didik Menggunakan Kisi Xiaomi MI 25 .....	90
34. Contoh Hasil Percobaan Peserta Didik Menggunakan Kisi Oppo A16.....	91
35. Contoh Hasil Percobaan Peserta Didik Menggunakan Kisi Oppo A35.....	91
36. Contoh Hasil Percobaan Peserta Didik Menggunakan Kisi Asus Zenfone 6.92	
37. Contoh Hasil Percobaan Peserta Didik Menggunakan Kisi Oppo F1s.....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Eksperimen Celah Ganda Young.....	12
2. Pola Terang Gelap Interferensi Cahaya .....	13
3. Cahaya Melewati Kisi Celah Banyak .....	14
4. Kondisi Intensitas Maksimum Orde Pertama dan Kedua .....	15
5. Grafik Pola Interferensi Celah Banyak .....	16
6. Pola Interferensi Celah Banyak.....	16
7. Model PBL Melatihkan Keterampilan Kolaborasi.....	20
8. Diagram Kerangka Pemikiran.....	29
9. Variabel Penelitian.....	37
10. Hasil Uji Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran.....	53
11. Nilai Rata-rata Indikator Observasi KPS .....	63
12. Hasil Rata-rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Proses Sains.....	70
13. Rata-rata <i>N-Gain</i> per-Indikator Keterampilan Proses Sains .....	72
14. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Merumuskan Masalah.....	73
15. Contoh Jawaban Benar Indikator Merumuskan Masalah .....	73
16. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Membuat Hipotesis .....	75
17. Contoh Jawaban Benar Indikator Membuat Hipotesis .....	75
18. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Menentukan Variabel.....	76
19. Contoh Jawaban Benar Indikator Menentukan Variabel .....	76
20. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Menguji Hipotesis.....	77
21. Contoh Jawaban Benar Indikator Menguji Hipotesis .....	78
22. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Menyajikan Data.....	79
23. Contoh Jawaban Benar Indikator Menyajikan Data .....	79
24. Contoh Jawaban Kurang Tepat Indikator Menyajikan Hasil.....	80
25. Contoh Jawaban Benar Indikator Menyajikan Hasil .....	80
26. Hasil Pengerjaan <i>Project</i> Enam Kelompok .....	83
27. Kupu-kupu <i>Morpho</i> Menembus Cahaya Merah .....	85
28. Contoh Jawaban Merumuskan Masalah .....	86
29. Contoh Jawaban Membuat Hipotesis.....	87
30. Contoh Jawaban Menentukan Variabel .....	88
31. Aktivitas Pengujian Hipotesis .....	89
32. Contoh Pengisian Menyajikan Data.....	90
33. Contoh Jawaban Menyajikan Hasil.....	94
34. Aktivitas Mempresentasikan Hasil Percobaan.....	95
35. Menanggapi dan Bertanya Hasil Presentasi Kelompok.....	95
36. Grafik Hasil Rata-rata <i>Self Assesment</i> Keterampilan Kolaborasi .....	97
37. Aktivitas Menyelesaikan Laporan .....	101

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Materi Interferensi Cahaya Celah Banyak .....	114
2. RPP Berbasis <i>Problem Based Learning</i> .....	116
3. RPP Konvensional.....	127
4. LKPD Kelas Eksperimen.....	132
5. LKPD Kelas Kontrol.....	146
6. Kisi-kisi Instrumen Pengukuran Keterampilan Proses Sains.....	151
7. Instrumen <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	157
8. Rubrik Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	161
9. Instrumen Keterlaksanaan Sintaks Model PBL.....	164
10. Rubrik Observasi KPS.....	170
11. Instrumen Lembar Observasi KPS Peserta Didik.....	177
12. Instrumen <i>Self Assessment</i> Keterampilan Kolaborasi.....	179
13. Hasil Uji Validitas.....	181
14. Hasil Uji Reliabilitas.....	185
15. Data Hasil Uji Validitas.....	186
16. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen.....	188
17. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol.....	189
18. Hasil Uji Statistik Keterampilan Proses Sains.....	191
19. Hasil Uji Statistik Keterampilan Kolaborasi.....	194
20. Analisis Butir Soal Kelas Eksperimen.....	196
21. Analisis Butir Soal Kelas Kontrol.....	200
22. Hasil Keterlaksanaan Model PBL.....	204
23. Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains.....	207
24. Hasil <i>Self Assesment</i> Kelas Eksperimen.....	209
25. Hasil <i>Self Assesment</i> Kelas Kontrol.....	212
26. Surat Penelitian.....	214
27. Foto Kegiatan.....	215

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan abad ke-21, pendidikan memegang peranan penting dalam memenuhi tuntutan era kompetitif dalam segala aspek. Identifikasi keterampilan peserta didik menjadi hal yang sangat penting untuk menghadapi abad ke-21. Karakteristik dari pembelajaran pada abad ini memiliki persyaratan salah satunya seperti penguasaan tuntutan keterampilan. Tuntutan keterampilan pada abad 21 ini mendorong peserta didik agar lebih responsif terhadap perubahan dan perkembangan zaman. Tuntutan keterampilan yang ada dalam pembelajaran abad 21 disebut 4C yang meliputi keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berkomunikasi (*communication*) dan berkolaborasi (*collaboration*).

Keterampilan abad 21 dikembangkan dikembangkan dari penerapan revisi kurikulum-kurikulum pembelajaran. Keterampilan abad 21 menunjukkan bahwa berpengetahuan tidak cukup melainkan harus dilengkapi dengan keterampilan berpikir, dimana salah satunya ialah keterampilan proses sains. Keterampilan abad 21 dapat dipraktikan melalui keterampilan proses ilmiah peserta didik. Keterampilan proses sains dapat mengembangkan pengalaman mereka sehingga peserta didik dapat mengembangkan informasi dan fakta-fakta yang didapat kemudian dibuat suatu kesimpulan.

Penerapan keterampilan proses sains diakui dapat mengembangkan pemahaman ilmiah yang mendasar dengan menuntut peserta didik dalam

menemukan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pengalaman secara langsung dengan proses sains, peserta didik dapat mengembangkan konsep pembelajaran sains. Pentingnya keterampilan proses sains dilatihkan kepada peserta didik agar proses pembelajaran peserta didik dapat memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan ilmu yang telah dimiliki dengan menggunakan metode ilmiah. KPS juga dapat melibatkan aspek-aspek seperti aspek kognitif, manual dan sosial sehingga keterampilan kolaborasi nantinya akan terbentuk melalui proses pembelajaran.

Pembelajaran fisika membutuhkan pemahaman konsep yang baik agar materi dapat dengan mudah dipahami. Membangun pengetahuan sendiri sangat mendukung peserta didik dalam memahami dari konsep fisika namun, pembelajaran fisika kebanyakan jarang menuntut peserta didik aktif dalam proses pembelajaran. Salah satu materi yang sulit dipelajari adalah gelombang cahaya. Hal ini karena fisika menuntut peserta didik menguasai rumus, konsep, eksperimen serta grafik terutama submateri interferensi cahaya. Peserta didik mengalami kesulitan secara umum yaitu menginterpretasikan pola sebagai akibat interferensi cahaya dari dua atau lebih cahaya dan kegagalan dalam menghubungkan efek interferensi dengan perbedaan panjang lintasan atau beda fase. (Mcdermott, 2000).

Dalam penelitian (Lutfia dkk., 2020) didapatkan bahwa dalam mempelajari materi interferensi bahwa termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 30%, miskonsepsi 48% dan tidak paham konsep 22%. Peserta didik mengalami hal tersebut disebabkan peserta didik hanya mengandalkan hafalan rumus dan penyelesaian permasalahan tanpa mendalami konsep materi (Dai *et al.*, 2019). Seperti kondisi yang ada di SMA Negeri 1 Metro pada saat observasi masih terdapat peserta didik yang belum memenuhi nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu sebesar 70. Hal tersebut dikarenakan peserta didik belum memiliki konsep yang baik dalam proses pembelajaran mengenai materi interferensi cahaya.

Permasalahan pembelajaran fisika khususnya topik interferensi cahaya di Indonesia belum melibatkan bahan ajar tertulis yang meringkas konsep materi interferensi cahaya yang memfasilitasi beraneka ragam kebutuhan belajar peserta didik serta melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Permasalahan tersebut diperlukannya solusi yang tepat seperti adanya suatu bahan ajar tertulis. Keberhasilan kegiatan pembelajaran dapat dilihat dari penggunaan suatu bahan ajar. Salah satu bahan ajar yang tepat dan dapat digunakan dalam pembelajaran abad 21 adalah LKPD. LKPD dapat memudahkan peserta didik dalam aktivitas pembelajaran untuk mencapai keberhasilan belajar karena berisi kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah. Sehingga pembelajaran berjalan dengan efektif dan tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan optimal. Selain itu, LKPD mampu berperan sebagai agen guru dalam menggiring perhatian peserta didik dan memberikan kesempatan peserta didik dalam bekerja secara mandiri. LKPD sangat efektif dalam membantu peserta didik umur 11-15 dalam memperoleh pengetahuan (Krombab & Harms, 2008).

Pemilihan model dalam LKPD perlu diperhatikan untuk memaksimalkan output dari aktivitas penggunaan LKPD sendiri. Hal ini sebagaimana disampaikan oleh (Gusyanti, 2021) menyebutkan bahwa LKPD yang digabungkan dengan model pembelajaran dapat membantu proses pembelajaran agar mencapai efektivitas tujuan pembelajaran itu sendiri. Salah satu model dapat digunakan dalam penggunaan LKPD dengan model *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL diduga dapat melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi pada peserta didik. Guru menyampaikan suatu masalah dan membangkitkan minat dan motivasi peserta dalam penyelidikan sehingga berfokus melibatkan kerjasama dengan orang lain, pembelajaran melibatkan aspek kognitif, melibatkan individu secara langsung dengan objek dan situasi nyata dan menitikberatkan pada pengetahuan umum (Resnick, 1987).

Berdasarkan uraian di atas. Maka pembelajaran di sekolah seharusnya dapat melatih peserta didik memiliki keterampilan abad 21, misalnya dengan menerapkan pembelajaran sains yang melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi. Peneliti melakukan survei dengan tujuan melihat bagaimana pembelajaran Fisika yang dilakukan di SMA Negeri 1 Metro didapat informasi bahwa pembelajaran interferensi cahaya yang diterapkan oleh guru mitra sudah mengarah memperoleh pengetahuan namun belum melatih keterampilan abad 21 seperti keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi sehingga keterampilan yang dimiliki peserta didik tidak dapat berkembang, didapatkan bahwa guru hanya memakai bahan ajar seperti LKPD yang tersedia dalam alat praktikum KIT dan belum melakukan penilaian untuk keterampilan proses sains peserta didik dan keterampilan kolaborasi. LKPD yang ada pada alat praktikum KIT hanya berisi pertanyaan-pertanyaan satu arah sehingga peserta didik hanya mengerjakan tugas-tugas dan merangkai alat praktikum yang ada dalam LKPD.

Beberapa peneliti telah banyak melakukan penelitian mengenai LKPD berbasis *project* dalam mempermudah guru menyampaikan materi pembelajaran, tetapi secara umum LKPD yang digunakan dalam proses pembelajaran fisika belum melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi secara bersamaan melainkan hanya salah satu aspek atau keterampilan yang dinilai. Penelitian (Maryani, 2017) penggunaan LKPD berbasis *project* didapatkan bahwa keterampilan proses sains meningkat karena LKPD yang disusun berdasarkan indikator keterampilan proses sains. Penelitian lain seperti yang dilakukan oleh (Sholeha dkk., 2019) yang melakukan penelitian penggunaan LKPD berbasis *Collaborative Teamwork Learning* terhadap hasil belajar didapatkan hasil terdapat perbedaan hasil rata-rata pretest-posttest yang menggunakan LKPD berbasis *collaborative teamwork learning* yang ditunjukkan melalui nilai rata-rata keterampilan kolaborasi dan KPS  $>72$ .

LKPD yang telah dikembangkan oleh (Febriansyah *et al.*, 2021) diduga dapat melatih keterampilan proses sains karena terdapat 5 (lima) aktivitas seperti melatih keterampilan menemukan masalah pada fenomena, mendesain *project*, pembuatan *project*, menguji hipotesis dan memecahkan masalah melalui penyelesaian soal latihan. *Project* yang terdapat arahan LKPD dapat dilakukan yaitu membuat alat interferensi atau dapat disebut alat *interference black box*. Alat ini akan menunjukkan dan membuktikan pola interferensi celah banyak yang terbentuk. Sehingga materi interferensi dalam LKPD yang telah divalidasi ini dapat digunakan dalam pembelajaran keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi terlatih.

Pemaparan latar belakang di atas, LKPD berbasis *project* dapat dijadikan alternatif bahan ajar dalam pembelajaran interferensi cahaya. Peneliti telah melakukan penelitian dengan menggunakan LKPD yang telah dikembangkan oleh (Febriansyah *et al.*, 2021) karena telah diuji kevalidan, sehingga penelitian ini berjudul “Kepraktisan dan efektivitas LKPD Berbasis *Project* Pada Pembelajaran Interferensi Cahaya Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Kolaborasi”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kepraktisan LKPD berbasis *project* dalam melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi?
2. Bagaimana keefektifan LKPD berbasis *project* dalam melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan kepraktisan LKPD berbasis *project* dalam melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik.
2. Mendeskripsikan keefektifan LKPD berbasis *project* dalam melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi peserta didik, dapat melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik.
2. Bagi guru, dapat dijadikan sebagai alternatif model dan bahan ajar dalam proses pembelajaran.
3. Bagi peneliti, dapat melatih dan mengembangkan kemampuan mengajar dengan LKPD berbasis *project* dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. LKPD berbasis *project* pada materi Interferensi Cahaya, telah dikembangkan oleh (Febriansyah *et al.*, 2021) dari Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung. LKPD berbasis *project* terdapat aktivitas seperti menemukan masalah pada fenomena, mendesain *project*, membuat *project*, menguji coba *project* dan mengerjakan latihan soal.
2. Model pembelajaran yang digunakan adalah model PBL menurut (Arends, 2008) dengan tahapan yakni orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisasi peserta didik, membimbing penyelidikan, mengembangkan serta menyajikan hasil, menganalisis dan evaluasi masalah.

3. Keefektifan dilihat dari peningkatan dari hasil *pretest* dan *posttest*.
4. Kepraktisan LKPD dilihat dari indikator observasi keterlaksanaan pembelajaran.
5. Aspek keterampilan proses sains yang akan dinilai meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data dan menyajikan hasil.
6. Aspek keterampilan kolaborasi yang akan dinilai meliputi *working with other, quality of work, problem solving*.
7. Kompetensi dasar yang digunakan adalah KD 3.10 dan 4.10 pada materi Interferensi Cahaya.
8. Kelas eksperimen menggunakan LKPD yang telah divalidasi oleh Febriansyah *et al*, 2021 dan kelas kontrol menggunakan LKPD konvensional.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kerangka Teori**

#### **2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik**

Bahan ajar tertulis memainkan peran penting bagi praktik guru untuk menciptakan pembelajaran yang efektif. Bahan ajar tertulis yang sering digunakan di sekolah adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dimana memiliki peranan yang penting dalam kegiatan pembelajaran. Peranan penting yang ada dalam LKPD dapat menunjang keberhasilan proses pembelajaran peserta didik. LKPD yang baik memuat petunjuk atau langkah-langkah aktivitas pembelajaran yang harus diselesaikan. Selain berpatokan kepada aktivitas pembelajaran, LKPD harus sesuai dengan kompetensi dasar sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. LKPD dijadikan sebagai bahan ajar tertulis yang membantu dan mempermudah aktivitas pembelajaran yang dapat meningkatkan prestasi belajar peserta didik (Lathifah dkk., 2021).

LKPD dapat menarik minat peserta didik jika dibandingkan dengan bahan ajar yang lain sehingga dapat berpengaruh terhadap prestasi akademik peserta didik. LKPD dirancang membantu guru dalam mengatasi masalah waktu menuntut dan memungkinkan guru meningkatkan perolehan pengetahuan dan keterampilan peserta didik. (Lee, 2014). LKPD juga dapat menumbuhkan rasa kemampuan komunikasi sosial pada peserta didik karena berisi pedoman serta

penuntun belajar dan petunjuk praktikum sehingga peserta didik dapat menemukan suatu konsep secara individu atau bersama-sama dan mengintegrasikan konsep yang mereka temukan (Umbaryati, 2016). Manfaat LKPD yaitu menjadikan peserta didik aktif dalam proses pembelajaran, menjadikan peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran, mengembangkan konsep serta mengembangkan keterampilan proses. Selain itu, dapat dijadikan acuan pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran serta mendapatkan catatan mengenai materi dalam pembelajaran.

Perlu diperhatikan bentuk yang harus termuat dalam sebuah LKPD. Beberapa karakteristik lembar kerja yang disarankan yaitu mengacu pada kegiatan yang mengikuti informasi berdasarkan pengalaman secara nyata, berisi pertanyaan yang (pendek/panjang, terbuka/tertutup, tertulis/digambar), informasi pada LKPD tidak ambigu tentang bagaimana atau dimana informasi dikumpulkan dan ketentuan LKPD agar dapat terjalin suatu interaksi sosial sedangkan bentuk lembar kerja yang baik tersusun seperti mempermudah peserta didik mendapatkan suatu konsep, dalam menerapkan berbagai konsep yang ditemukan dapat dijadikan sebagai penuntun belajar, penguatan dan petunjuk dalam praktikum (Lee, 2014). LKPD dapat digunakan untuk meningkatkan prestasi akademik, di luar jam pembelajaran LKPD mengajak peserta didik untuk mengerjakan aktivitas yang ada di dalamnya sehingga LKPD tersebut memberikan peluang untuk mengkonstruksi pengetahuan (McDowell *et al.*, 1985).

LKPD yang ideal berisi informasi dan pertanyaan-pertanyaan yang memiliki ciri menginspirasi, pernyataan masalah yang menuntut peserta didik menumbuhkan cara memecahkan masalah, perintah yang merangsang peserta didik menyelidiki, menemukan, memecahkan masalah serta berisi pertanyaan yang bersifat terbuka dan membimbing (Siti, 2017). Sehingga perlu diperhatikan dalam LKPD bahwa dalam

lembar kerja harus berisi aktivitas yang memotivasi peserta didik untuk melaksanakan yang ada dalam LKPD. Berdasarkan uraian tersebut, bahan ajar yang berupa LKPD dapat digunakan tenaga pendidik dalam proses pembelajaran yang menuntun peserta didik untuk melakukan aktivitas pembelajaran sehingga dapat memberikan peluang bagi peserta didik dalam membangun pengetahuan.

### **2.1.2 *Problem Based Learning***

Model pembelajaran akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik baik dari segi kognitif, afektif maupun psikomotorik. Salah satu model yang diduga dapat memberikan pengaruh terhadap hasil belajar yaitu model *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL ini dapat melibatkan peserta didik secara aktif mencari dan memecahkan sebuah masalah untuk mencapai tujuan pembelajaran sehingga melalui pemecahan suatu masalah dalam model PBL ini peserta didik dapat melatih kemampuan berpikir peserta didik. Kemampuan berpikir tersebut sejalan dengan keterampilan proses sains pada jenis keterampilan proses sains terintegrasi yang menekankan pada pemecahan masalah. Model PBL ini merancang peserta didik bertanggung jawab atas pekerjaannya dan aktif dalam bekerja (Syamsidah., 2018).

Model PBL bertumpu pada lima pandangan tujuan yang berbeda seperti persepsi pengetahuan, pembelajaran, masalah, peserta didik, peran guru dan penilaian. Pembelajaran dengan model ini yang paling dasar yakni mengamati fenomena yang diberikan oleh guru. PBL ini dapat juga mengembangkan keterampilan penting dalam memecahkan masalah sehingga pembelajaran pada model ini berpusat pada peserta didik (*student centered*) dan guru dijadikan sebagai fasilitator (Khairiyah, 2004). Proses pembelajaran dengan model PBL seperti membagi kelompok menjadi empat atau lima peserta didik, kemudian diberikan

sebuah permasalahan dan masing-masing kelompok mengidentifikasi masalah yang diberikan. Peserta didik dalam kelompok bekerja sama sehingga terlatih keterampilan kolaborasi pada saat proses pemecahan masalah berdasarkan informasi dan konsep yang didapat. Setelah itu, masing-masing kelompok mengumpulkan informasi dan temuannya serta melaporkan dan mempresentasikannya di depan kelas. Tahapan penjelasan tersebut maka sintaks dari model *Problem Based Learning* menurut (Arends, 2008) adalah orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan, mengembangkan menyajikan hasil, menganalisis dan evaluasi masalah. Atahap aktivitas model pembelajaran *problem based learning* dipaparkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tahapan Pembelajaran Model *Problem Based Learning*

Tahapan (1)	Aktivitas Guru (2)
Orientasi peserta didik pada masalah	Guru membahas tujuan pembelajaran dan memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.
Mengorganisasi peserta didik	Guru membantu peserta didik dalam mengatur tugas-tugas yang berkaitan dengan masalah yang diberikan.
Membimbing penyelidikan	Guru mendorong peserta didik dalam mengumpulkan informasi, melakukan percobaan dan mencari penjelasan dari masalah yang diberikan.
Mengembangkan, menyajikan hasil	Guru membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan laporan hasil karya peserta didik.
Menganalisis dan evaluasi masalah	Guru membantu peserta didik dalam merefleksi diri dengan evaluasi terhadap penyelidikan peserta didik.

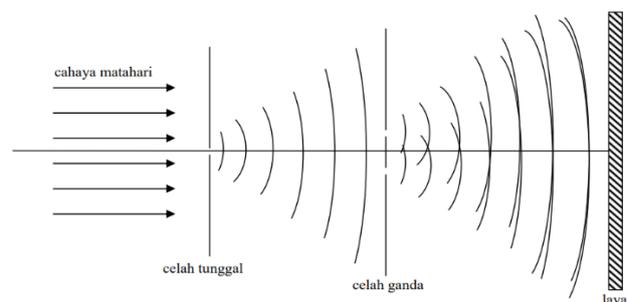
Berdasarkan pemaparan di atas, pembelajaran dengan model *problem based learning* dapat meningkatkan aktivitas belajar pada peserta didik. Hal ini dikarenakan peserta didik dituntut untuk memecahkan suatu

masalah sehingga antusias dalam belajar sangat berperan. Pemecahan masalah dalam berkelompok diduga dapat berpengaruh dan melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi.

### 2.1.3 Interferensi Cahaya

Berdasarkan penelitian Camara (2017) menemukan bahwa peserta didik merasa kesulitan dalam memahami konsep fisika seperti mekanika, optik, elektromagnetik dan termodinamika. Salah satu materi yang sulit dipelajari yakni gelombang cahaya terkhusus submateri interferensi cahaya. Peserta didik seringkali mengandalkan hafalan rumus serta penyelesaian materi tanpa pendalaman pemahaman materi itu sendiri, sehingga peserta didik mengalami kesulitan pada model gelombang karena kehilangan konsep pada materi sebelumnya (Dai *et al.*, 2019). Peserta didik juga merasa kesulitan dalam menafsirkan pola akibat dampak interferensi yang terjadi (Mcdermott, 2000).

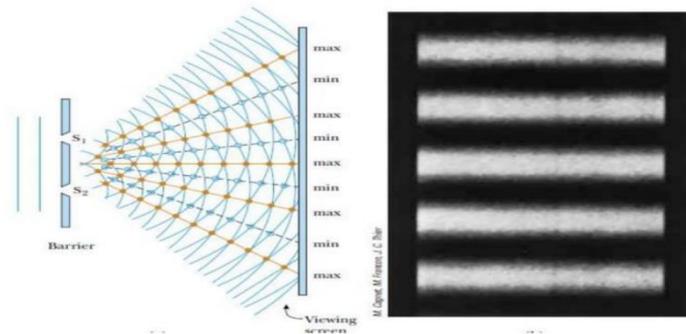
Penafsiran pola akibat dampak interferensi yang terjadi dapat dilihat melalui percobaan eksperimen celah ganda. Eksperimen ini melewati seberkas sinar dalam sebuah celah yang sempit kemudian dilewatkan pada suatu celah, sebagaimana pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Eksperimen Celah Ganda Young.

Jika berkas elektron dipancarkan terus menerus ke layar celah ganda, maka eksperimen menunjukkan bahwa pada layar berpendar dan akan teramati terjadinya pola interferensi cahaya yakni pola gelap terang

secara bergantian dengan jarak antar pola. Pola pita terang gelap terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pola Terang Gelap Interferensi Cahaya.

Interferensi cahaya akan menghasilkan keadaan lebih terang (maksimum) dan keadaan gelap (minimum) (Halliday & Resnick, 2000). Interferensi maksimum terjadi apabila kedua gelombang memiliki fase yang sama (sefase), yaitu jika selisih lintasannya sama dengan nol atau bilangan bulat kali panjang gelombang ( $\lambda$ ), maka

$$ds = m\lambda; m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Bilangan  $m$  tersebut, disebut dengan orde terang,  $m = 0$  disebut dengan terang pusat,  $m = 1$  disebut dengan terang ke-1, dan seterusnya. Jarak celah ke layar 1 jauh lebih besar dari jarak kedua celah ( $l \gg d$ ), maka sudut  $\theta$  sangat kecil, sehingga:

$$\sin\theta = \tan\theta = \frac{p}{l}$$

maka dari itu

$$\frac{p}{l} = m$$

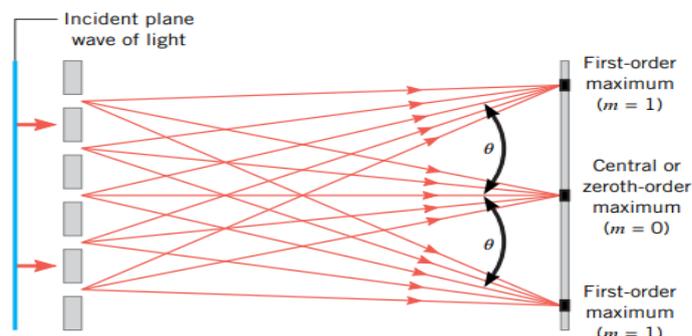
$P$  merupakan jarak terang ke  $m$  pusat terang. Interferensi minimum terjadi apabila beda fase kedua gelombang  $180^\circ$ , yaitu jika selisih lintasannya sama dengan bilangan ganjil kali  $1/2 \lambda$ . Dimana

$$ds = \left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda$$

$P$  adalah jarak terang ke- $m$  pusat terang. Jarak antara garis terang yang berurutan sama dengan jarak dua garis gelap berurutan. Jika jarak itu disebut  $\Delta p$ , maka:

$$\frac{\Delta p}{l} = \lambda$$

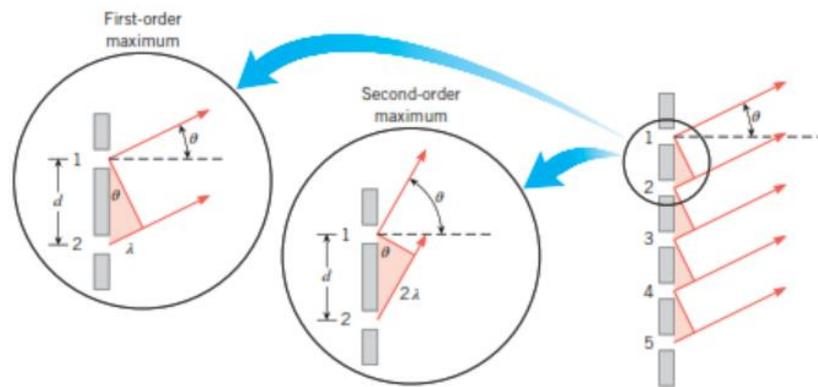
Interferensi dua celah menunjukkan bahwa cahaya yang melewati dua celah sempit dapat berinterferensi. Pola interferensi pada layar jauh menunjukkan interferensi konstruktif atau destruktif berdasarkan pada sudut keluarnya (Giordano, 2010). Jika terdapat tiga sumber atau lebih yang berjarak sama dan sefase satu sama lain, pola intensitas pada layar yang jauh akan serupa dengan pola yang diberikan oleh dua sumber, tetapi kedudukan maksima intensitas di layar yang jauh akan serupa dengan pola yang diberikan dua sumber (Sugito *et al.* 2005).



**Gambar 3.** Cahaya Melewati Kisi Celah Banyak

Gambar 3 mengilustrasikan bagaimana cahaya merambat ke layar pada jarak pandang tertentu dari masing-masing celah dalam kisi dan membentuk pusat terang tengah dan membentuk pusat terang tengah dan pusat terang orde pertama di kedua sisinya. Masing-masing terang pola itu terletak pada sudut  $\theta$  relatif terhadap pinggiran terang.

Pinggiran terang ini terkadang disebut pinggiran utama atau maksima utama, karena merupakan tempat yang intensitas cahaya maksimum. Istilah "utama" membedakan dari yang lain yang kurang terang disebut pinggiran sekunder atau maksima sekunder. (Young & Shane, 2018).



**Gambar 4.** Kondisi Intensitas Maksimum Orde Pertama dan Kedua

*Principal fringes* terbentuk oleh interferensi konstruktif, apabila mengasumsikan layar jauh dari kisi maka sinar-sinarinya tetap sejajar ketika cahaya merambat menuju ke layar. Apabila layar mencapai pada tempat orde pertama maksimum berada maka cahaya dari dua celah yang menempuh jarak satu panjang gelombang lebih jauh dari celah tunggal. Cahaya dari tiga celah merambat satu panjang gelombang lebih jauh dibandingkan cahaya dari celah ganda dan seterusnya. Orde pertama maksimum pada celah satu dan dua menunjukkan bahwa interferensi konstruktif terjadi jika,

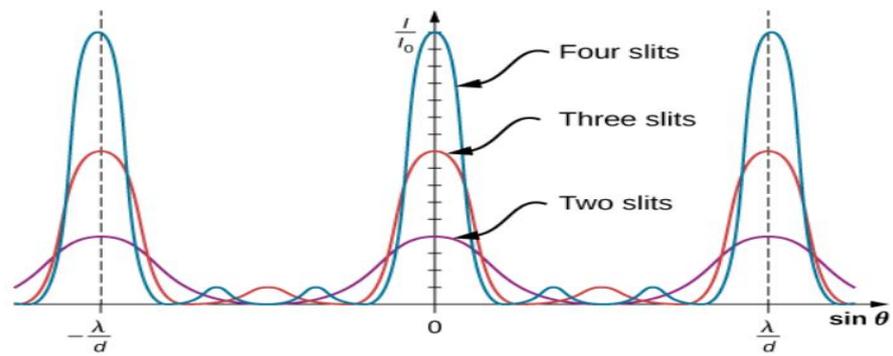
$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$$

dimana  $d$  adalah jarak antar celah. Maksimum orde kedua terbentuk ketika jarak ekstra yang ditempuh cahaya dari celah yang berdekatan adalah dua panjang gelombang, sehingga

$$\sin \theta = \frac{2\lambda}{d}$$

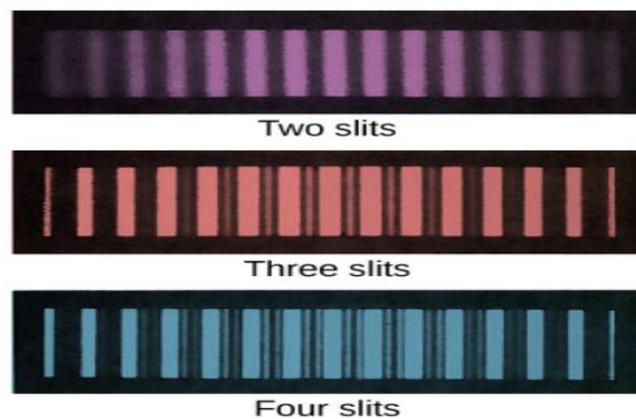
$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{d}$$

Ketika jumlah celah bertambah maka pola terang yang muncul akan semakin banyak. Ketika  $N$  bertambah besar dan jumlah pola terang dan gelap bertambah maka lebar pola terang menjadi lebih sempit karena letak pinggiran pola gelap yang berdekatan. Pola interferensi banyak celah tersaji pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Pola Interferensi Celah Banyak

Semakin banyak celah, maka nilai pola interferensi antara pola terang dan pola gelap akan sangat kecil. Pola interferensi pada celah ganda, tiga celah dan empat celah tersaji pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pola Interferensi Celah Banyak

Hasil percobaan menggunakan alat percobaan, memperoleh data berupa pola terang gelap yang selanjutnya menentukan berapa nilai jarak antara pola terang pertama ke terang pusat bergantung pada jarak laser ( $L$ ) ke layar dan jenis kisi yang digunakan. Teori yang digunakan pada percobaan yang terdapat dalam LKPD dibuktikan berdasarkan kajian teori: 1) apabila jarak antara celah/kisi ke layar semakin jauh maka pola interferensi yang terbentuk antara terang pertama ke terang pusat semakin lebar. 2) apabila jenis celah/kisi diubah-ubah maka pola

interferensi yang terbentuk akan berbeda sesuai dengan karakteristik jenis/kisi yang digunakan.

Dalam LKPD berbasis *project* pada pembelajaran interferensi cahaya yang telah dikembangkan (Febriansyah *et al.*, 2021) terdapat pembuatan alat seperti *Interference Black Box*. Alat ini digunakan untuk menunjukkan dan membuktikan pola interferensi celah banyak yang terbentuk sehingga pemahaman konsep fisika peserta didik dapat terlatih.

#### **2.1.4 Keterampilan Proses Sains**

Tuntutan perkembangan abad ke-21 terutama dalam bidang pendidikan memiliki tuntutan keterampilan yang dapat membekali dan mempersiapkan diri ke kehidupan yang lebih maju dalam era globalisasi ini. Keterampilan yang meliputi *Creativity and Innovation*, *Critical Thinking and Problem Solving*, *Communication* dan *Collaboration*. Keterampilan proses sains melibatkan keterampilan kognitif, manual dan sosial. Keterampilan kognitif terlibat pada saat peserta didik menggunakan akal dan pikiran mereka. Sedangkan keterampilan ketangkasan manual terjadi saat peserta didik menggunakan alat dan bahan saat praktikum dan pada saat praktikum interaksi dalam proses pembelajaran terlatih sehingga keterampilan sosial dapat terlibat.

Keterampilan proses sains dapat memfasilitasi pembelajaran dalam ilmu fisika, memastikan peserta didik aktif berpartisipasi, mengembangkan rasa dalam bertanggung jawab dalam pembelajaran mereka individu, meningkatkan kelanggengan belajar serta menuntut peserta didik memperoleh cara dan metode sehingga mereka berpikir serta berperilaku seperti ilmuwan (Kurnianingsih, 2017).

Keterampilan proses sains diduga dapat dilatihkan melalui suatu kegiatan dalam proses sains yang menghasilkan konsep, teori, prinsip, hukum maupun fakta (Hardiyanti dkk, 2017). Keterampilan proses sains dalam pembelajaran terbagi menjadi dua yaitu keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terintergrasi. Keterampilan proses dasar terdiri dari enam keterampilan yaitu mengamati, mengklasifikasi, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi dan menyimpulkan. Keenam keterampilan dasar proses sains ini diperoleh melalui melakukan percobaan eksperimen dalam kehidupan sehari-hari peserta didik.

Kegiatan mengamati dalam keterampilan proses sains adalah tahapan yang paling mendasar dan penting untuk mengembangkan proses keterampilan lainnya. Keterampilan ini paling sederhana karena mengamati menggunakan panca indera manusia. Setelah melakukan pengamatan peserta didik selanjutnya melakukan mengklasifikasikan objek atau peristiwa berdasarkan kesamaan, perbedaan dan keterkaitan. Dalam pelaksanaan tahapan dibutuhkan komunikasi antara peserta didik dengan peserta didik ataupun dengan guru untuk berbagi pengamatan-pengamatan yang didapat. Komunikasi harus jelas dan efektif agar tidak terjadi kesalahpahaman informasi.

Tahapan selanjutnya yaitu mereka memberikan interpretasi atau kesimpulan yang mereka dapat selama proses pengamatan. Selain keterampilan dasar, keterampilan proses sains memiliki keterampilan terintegrasi diantaranya mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambar hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, merancang penelitian dan melakukan eksperimen (Monhardt and Monhardt., 2006). Keterampilan proses sains perlu dilatih dalam pembelajaran sains karena mampu membantu serta

mengembangkan pikiran, meningkatkan daya ingat, membantu mempelajari konsep sains dan memberi kepuasan instrinsik bila peserta didik berhasil melakukan sesuatu (Devi, 2010) Indikator keterampilan proses sains menurut (Aktamis & Ergin, 2008) seperti Tabel 2.

**Tabel 2.** Indikator Keterampilan Proses Sains

<b>Indikator KPS (1)</b>	<b>Sub Indikator (2)</b>
Merumuskan Masalah	Menemukan Masalah Membuat Prediksi Merumuskan Masalah
Membuat Hipotesis	Membuat Hipotesis
Menentukan Variabel	Menentukan Variabel
Pengujian Hipotesis	Membuat Daftar Alat dan Bahan Merancang Prosedur Percobaan
Menyajikan Data	Menyajikan Data Hasil Percobaan dalam Tabel Menganalisis Data dan Pembahasan
Menyajikan hasil	Membuat kesimpulan

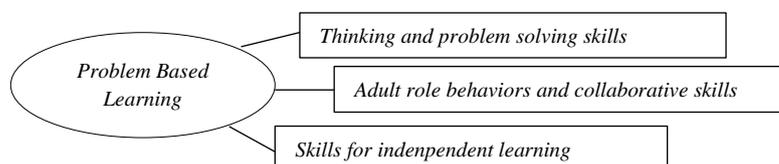
Keterampilan proses sains penting dalam pembelajaran. Alasan yang melandasi keterampilan proses sains dilatihkan kepada peserta didik karena semakin berkembangnya ilmu pengetahuan sehingga berdampak dalam proses mengajar guru dan belajar peserta didik. Selain itu, pembelajaran diawali dengan yang paling mudah hingga menuju paling kompleks dan materi yang disampaikan berupa fakta, konsep dan prinsip-prinsip kaidah masalah serta ilmu pengetahuan tidak mutlak kebenarannya dan proses pembelajaran tidak terlepas dari perkembangan sikap dan nilai dalam diri peserta didik (Mamad, 2012).

### **2.1.5 Keterampilan Kolaborasi**

Keterampilan kolaborasi harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi tantangan abad 21. Keterampilan ini tidak hanya berperan dalam

pembelajaran tetapi sangat diperlukan untuk memecahkan masalah kehidupan. Keterampilan kolaborasi sangat penting untuk dikembangkan bahwa peserta didik nantinya dapat bekerja sama dalam perbedaaan kelompok sebagai bekal menghadapi era globalisasi di abad ke-21 (Muiz & S., 2016). Keterampilan ini dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas serta mengembangkan pemahaman tentang perspekti alternatif yang sangat penting untuk kemajuan manusia sendiri (Piniuta & Meyerzon, 2018). Keterampilan kolaborasi juga dianggap sebagai keterampilan kognitif dan keterampilan sosial. Keterampilan kognitif meliputi pengembangan pengetahuan melalui penugasan, sedangkan keterampilan sosial meliputi partisipasi pengambilan perspektif dan regulasi sosial (Plucker *et al*, 2015)

Keterampilan kolaborasi dapat membantu peserta didik tampil dalam situasi kehidupan nyata dan berperan dalam kehidupan peserta didik kedepan. Pembelajaran yang ada dalam kolaborasi yaitu pembelajaran sering befokus melibatkan kerjasama dengan orang lain, pembelajaran melibatkan aspek kognitif, melibatkan individu secara langsung dengan objek dan situasi nyata dan mengutamakan pada pengetahuan umum (Resnick, 1987). Keterampilan kolaborasi diduga dapat dilatihkan melalui model pembelajaran berbasis masalah (PBL) dengan Gambar 7.



**Gambar 7.** Model PBL Melatihkan Keterampilan Kolaborasi

(Arends, 2008)

Pembelajaran berbasis masalah pada Gambar 5 menghasilkan keterampilan kolaborasi peserta didik dalam mencapai pengetahuan faktual atau konseptual baru kepada peserta didik. Keterampilan kolaborasi ini mengarahkan peserta didik agar mereka memiliki

keharmonisan hidup yakni hidup bersama dengan saling berkontribusi secara aktif, bekerja secara produktif, fleksibilitas, memiliki sikap tanggung jawab (Greenstein, 2012).

### **2.1.6 Keterkaitan LKPD dengan Keterampilan Proses Sains**

LKPD turut berperan dalam mengembangkan pemahaman konsep maupun kemampuan berpikir yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan peserta didik menerapkan metode ilmiah selama pembelajaran sehingga peserta didik mengembangkan sains dan pengetahuan yang dimiliki. Keberhasilan penggunaan LKPD harus melatih KPS dikarenakan dalam KPS terdapat metode ilmiah yang bertingkat mulai dari keterampilan dasar hingga pada keterampilan terpadu (Puspita dkk., 2016).

### **2.1.7 Keterkaitan LKPD dengan Keterampilan Kolaborasi**

Keterampilan kolaborasi sangat dibutuhkan dalam pembelajaran sains dikarenakan sains tidak hanya mengenai pengetahuan fakta, prinsip tetapi juga dengan belajar dan proses dan penemuan (Pratiwi dkk, 2015). Keterampilan peserta didik dalam berkolaborasi seperti melakukan kerja sama berkelompok dan melakukan diskusi menjadi sangat penting oleh peserta didik. Hal ini dikarenakan agar peserta didik aktif dalam proses pembelajaran serta dapat mengembangkan cara berpikir mereka (Robbins & Hoggan, 2019). Salah satu isi dari LKPD berbasis *project* yang telah divalidasi ini berisi aktivitas pembelajaran yang menekankan dalam pembelajaran berkelompok. Sehingga secara tidak langsung nantinya keterampilan kolaborasi akan terbentuk melalui lingkungan interaksi yang aktif dalam memberikan ide, saran dan solusi dalam pengerjaan LKPD tersebut.

### **2.1.8 Keterkaitan Aktivitas Praktikum dengan Keterampilan Proses Sains**

Pembelajaran fisika mengarahkan peserta didik untuk berlatih keterampilan dalam menemukan masalah, mengidentifikasi penyebab masalah, merancang solusi dan menguji solusi dalam menemukan jawaban masalah (Collete & Chiapetta, 1998). Pembelajaran sains dapat dilakukan melalui kegiatan eksperimen atau praktikum guna mengatasi kesulitan belajar. Kegiatan eksperimen memudahkan untuk meningkatkan pemahaman fisika (Hart, *et al.* 2000). Kegiatan praktikum berkaitan dengan pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual. Pengetahuan prosedural berkaitan dengan keterampilan proses sains yang menunjang peserta didik lebih baik dalam kegiatan laboratorium (Anderson & Krathwohl, 2001). Kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran memungkinkan guru melihat keterampilan siswa, salah satunya keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains menjadi alat yang diperlukan untuk mempelajari dan memahami konsep fisika, tidak hanya ilmuwan saja melainkan individu harus memiliki keterampilan proses sains yang memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Aktamis, 2010). Kegiatan praktikum peserta didik mempelajari langkah-langkah observasi sebelum melakukan eksperimen, melakukan hipotesis dan rumusan masalah, pengukuran dan lain-lain.

### **2.1.9 Teori Belajar Konstruktivisme**

Teori pembelajaran konstruktivisme memiliki dampak luas pada pembelajaran dan metode pengajaran dalam pendidikan (Bada, 2015). Teori belajar konstruktivisme dapat dibangun melalui pengalaman belajar baru sehingga pengetahuan sebelum dan pengetahuan baru dapat dimodifikasi oleh individu (Phillips, 1995) Pengalaman belajar berlangsung melalui keadaan lingkungan sekitar yang menuntut

peserta didik untuk belajar aktif. Belajar melalui pengalaman langsung peserta didik dapat memperoleh makna dari pembelajaran tersebut. Sebagai teori pembelajaran, teori ini berfokus pada konstruksi atau membangun pengetahuan untuk belajar. Teori konstruktivisme mengacu pada pendekatan partisipatif dimana peserta didik secara aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran.

Melalui pemecahan masalah yang bermakna peserta didik dapat merangsang eksplorasi dan refleksi guna mengkonstruksi pengetahuan mereka (Tam, 2000). Teori konstruktivisme menyatakan bahwa peserta didik harus menemukan sendiri dan memodifikasi informasi yang kompleks (Azizah dkk., 2014). Teori ini menuntut peserta didik agar dapat memecahkan masalah dan menemukan suatu ide-ide pada pemecahan masalah dalam memahami dan menerapkan suatu pengetahuan. Hal ini sejalan dengan model PBL yang menuntut peserta didik agar dapat aktif terhadap pemecahan suatu masalah yang melatih kemampuan berpikir peserta didik.

#### **2.1.10 *Procedural Knowledge***

Eggen *et al.* (2012) menjelaskan bahwa *procedural knowledge* menyangkut konsolidasi dan kemampuan untuk menggunakan cara berbahasa, bertanggungjawab dalam memonitor keterampilan yang berkaitan dengan gerak fisik dan berkaitan dengan kognitif (kemampuan berpikir). *Procedural knowledge* merupakan salah satu dari empat ranah pengetahuan yang berangkat dari pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognisi (Bautista, 2013).

Anderson *et al.* (2010:43) mengategorikan proses kognisi menjadi enam tingkatan yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi dan mencipta. Kategori dimensi proses

kognitif peserta didik secara komprehensif seperti 1) mengingat merupakan mengambil pengetahuan meori jangka panjang, 2) memeahami merupakan mengkonstruk maka berdasarkan pengetahuan awal ke pengetahuam baru, 3) mengaplikasikan merupakan proses mengaplikasikan yang melibatkan penggunaan prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah. Mengaplikasikan berkaitan erat dengan *procedural knowledge*. 4) menganalisis melibatkan proses mengklasifikasi materi menjadi kecil, 5) mengevaluasi merupakan pembuatan keputusan dan 6) mencipta merupakan proses melibatkan penyusunan elemen menjadi keseluruhan yang koheren dan fungsional.

Spesifikasi tentang bagaimana *procedural knowledge* memengaruhi perilaku kognitif dan sosial yang memerlukan asumsi tentang cara dimana prosedur ini direpresentasikan dalam memori. Konseptualiasasi pemrosesan yang diarahkan pada tujuan membuat asumsi implisit atau eksplisit mengenai sifat representasi Kruglanski *et al* (2002).

Konseptualisasi ini mengakui bahwa *procedural knowledge* dapat diaktifkan oleh stimulasi yang dihasilkan secara eksternal dan internal, dimana prosedur ini dipilih secara sadar maupun diterapkan secara otomatis.

Prosedur memadu aktivitas yang diarahkan pada tujuan representasi dalam memori sebagai bagian dari pengetahuan deklaratif Markman *et al* (2000). *Procedural knowledge* dapat dimunculkan pada tahapan mengorganisasikan peserta didik karena pada tahapan ini peserta didik melakukan representasi masalah dan diselesaikan secara langsung oleh peserta didik melalui kerjasama dalam pemecahan masalah antar kelompok.

## 2.2 Penelitian yang Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan judul penelitian yang telah dikaji oleh peneliti berdasarkan kajian pustaka, antara lain:

**Tabel 3.** Penelitian yang Relevan

No.	Nama/Tahun/ Jurnal (1)	Judul Artikel (2)	Hasil Penelitian (3)
1.	(Febriansyah, <i>et al.</i> , 2021)	<i>Developing Electronic Student Worksheet (E- Worksheet) Based Project Using Fliphtml5 To Stimulate Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic</i>	Penelitian ini bertujuan mengembangkan proyek berbasis <i>Electronic Student Worksheet (e-worksheet)</i> yang layak. Hasil validitas produk dinilai oleh ahli yang terdiri dari dua orang guru fisika dan seorang dosen pendidikan fisika Universitas Lampung dengan rata-rata 3,56 dengan kategori sangat valid.
2.	(Maryani, dkk., 2017)	Efektivitas LKPD berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains	Pada penelitian ini menerapkan LKPD berbasis <i>project based learning</i> mampu meningkatkan KPS peserta didik. Hal ini dapat dari perolehan nilai <i>N-Gain</i> keterampilan proses sains pada mengajukan pertanyaan pada kelas eksperimen 1 sebesar 0,69 dan kelas eksperimen 2 0,90 dengan kriteria “cukup”. Indikator merencanakan percobaan memperoleh rerata <i>N-Gain</i> pada kelas eksperimen 1 sebesar 0,68 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,66 dengan kriteria cukup. Indikator menggunakan alat dan bahan memperoleh rerata <i>N-Gain</i> pada kelas eksperimen 1 sebesar 0,70 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,70. Kedua kelas eksperimen

No.	Nama/Tahun/ Jurnal (1)	Judul Artikel (2)	Hasil Penelitian (3)
			<p>memperoleh hasil yang sama dengan kriteria “tinggi”. Indikator melakukan komunikasi memperoleh rerata <i>N-Gain</i> pada kelas eksperimen 2 sebesar 0,71 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,72 kedua kelas eksperimen tersebut memperoleh kriteria “tinggi”. Sehingga LKPD berbasis <i>project based learning</i> efektif digunakan untuk meningkatkan KPS peserta didik dalam pembelajaran sains.</p>
3.	(Sholeha dkk., 2019)	Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik berbasis <i>Collaborative Teamwork Learning</i> terhadap Hasil Belajar [ <i>The Effect of Collaboration Teamwork Learning Based Students on Learning Outcomes</i> ]	Penelitian ini mendapatkan hasil nilai rata-rata KPS dan keterampilan kolaborasi >72, hasil uji <i>paired sample t-test</i> nilai pretest-posttest kemampuan kognitif dengan nilai Sig. (2-tailed) yang sama dan di bawah 0,005 yakni 0,000 artinya terdapat perbedaan rata-rata hasilpretest-posttest. Maka mendapatkan hasil terdapat pengaruh lembar kerja peserta didik berdasarkan pembelajaran kerjasama tim kolaboratif terhadap prestasi belajar peserta didik seperti ditunjukkan nilai rata-rata <i>collaboration skills</i> dan <i>science process skills</i> > 72.
4.	(Islami dkk., 2019)	Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI SMAN 8 Makassar	Peneliti ini menghasilkan bahwa kelas eksperimen berada pada kategori baik sekali dengan skor 42,86% sedangkan kelas kontrol 2,86% artinya kelas eksperimen presentase skor KPS lebih besar dibanding kelas kontrol untuk kategori sangat tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lembar kerja peserta didik berbasis inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains peserta didik terdapat

No.	Nama/Tahun/ Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	
			perbedaan yang signifikan dengan taraf nyata $\alpha = 0,05$ .

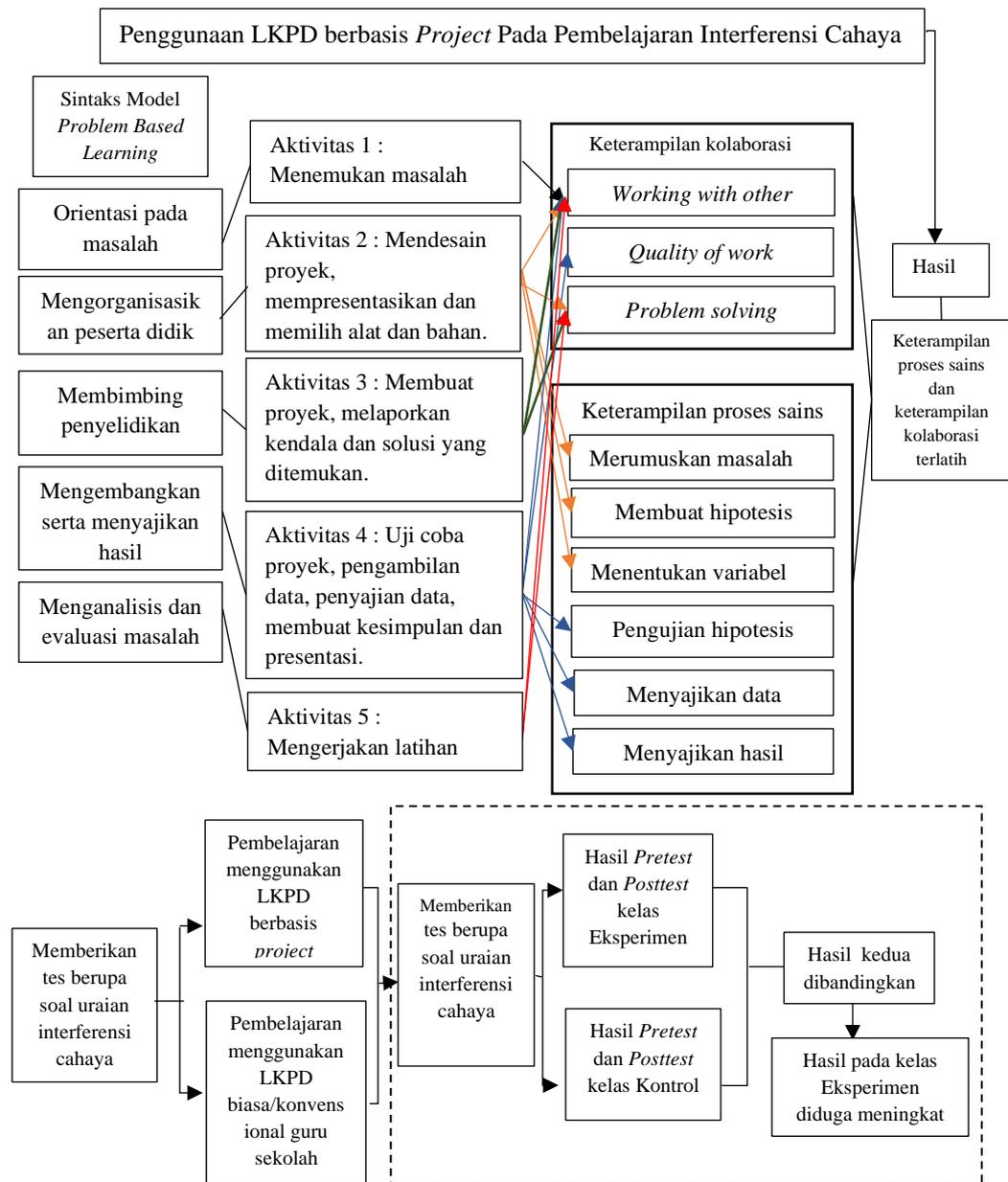
Berdasarkan penelitian relevan di atas yang memanfaatkan LKPD dapat berpengaruh terhadap keterampilan abad 21 yang dibutuhkan oleh peserta didik, khususnya keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi, namun penelitian yang menerapkan LKPD berbasis *project* terhadap keterampilan proses sains peserta didik dan keterampilan kolaborasi dalam mata pelajaran fisika masih belum dilaksanakan dan penelitian ini telah menerapkan LKPD berbasis *project* yang akan meninjau keefektifan dan kepraktisan dari LKPD. Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian pengembangan yang telah dilakukan Febriansyah (2021) mengenai pengembangan LKPD berbasis *project* berbantuan *fliphtml5* untuk menstimulus keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik yang telah diuji kevalidan yang didapatkan sangat valid.

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini akan melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD pada masing-masing kelas. Satu kelas eksperimen akan menggunakan LKPD berbasis *project* yang telah dikembangkan oleh Febriansyah tahun 2021 dan kelas kontrol dengan LKPD konvensional. Penelitian ini menggunakan dua (2) kelas sebagai sampel penelitian yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada awal pembelajaran dilaksanakan *pretest* untuk mengukur kemampuan peserta didik sebelum diberikan perlakuan pada masing-masing kelas dan diberikan *posttest* untuk melihat pengetahuan peserta didik setelah melakukan pembelajaran interferensi cahaya. Keterampilan proses sains yang diukur dalam penelitian ini meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, menguji hipotesis, menyajikan data dan menyajikan hasil.

Keterampilan proses sains dapat dilihat melalui kegiatan penyelidikan menggunakan LKPD dan hasil belajar. Keterampilan kolaborasi ini dinilai berdasarkan indikator seperti *working with other, quality of work, problem solving*. Model pembelajaran problem based learning oleh (Arends, 2008) memiliki lima tahapan yakni orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil serta menganalisis dan evaluasi masalah. Pembelajaran berbasis *project* menuntun peserta didik dalam pembuatan *project* secara berkelompok, dengan ini akan menimbulkan interaksi dalam sebuah kelompok. Maka kemampuan bekerjasama atau kolaborasi peserta didik akan terlihat.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dibuat kerangka berpikir tentang kepraktisan dan keefektifan LKPD berbasis *project* terhadap keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi. Gambaran tentang kepraktisan dan keefektifan antara variabel bebas terhadap variabel terikat, dijelaskan dengan diagram kerangka pemikiran dipaparkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Diagram Kerangka Pemikiran

## 2.4 Anggapan Dasar

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka penelitian, maka anggapan dasar pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan awal peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol adalah sama.
2. Kelas kontrol dan kelas eksperimen membelajarkan Interferensi Cahaya.
3. Faktor-faktor lain di luar penelitian diabaikan.

## 2.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pikir maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1. Hipotesis variabel $Y_1$ (keterampilan proses sains)

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan nilai keterampilan proses sains pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* pada kelas eksperimen dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional pada kelas kontrol.

$H_1$  : Terdapat perbedaan nilai keterampilan proses sains pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional.

### 2. Hipotesis variabel $Y_2$ (keterampilan kolaborasi)

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan nilai keterampilan kolaborasi pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* pada kelas eksperimen dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional pada kelas kontrol.

$H_1$  : Terdapat perbedaan nilai keterampilan kolaborasi pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* pada kelas eksperimen dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional pada kelas kontrol.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian menggunakan metode *Quasi Eksperimen* dengan *pretest-posttest control group design*, yakni menggunakan dua kelas yaitu kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis *project* sedangkan kelompok kontrol menggunakan LKPD konvensional yang dipakai sekolah. Penelitian ini memberikan perlakuan kepada kelas eksperimen dan kontrol dengan menggunakan *pretest* sebelum dilakukan perlakuan pada kedua kelas setelah itu diberikan *posttest* pada akhir perlakuan pada kedua kelas (Fraenkel *et al.*, 2012). Desain penelitian ini dapat digambarkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design* Eksperimen

<b>O<sub>1</sub></b> <b><i>Pretest</i></b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD berbasis</b> <b><i>Project</i></b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>2</sub></b> <b><i>Posttest</i></b> <b>(3)</b>
Melakukan <i>Pretest</i>	Memberikan instrumen tes berupa soal uraian	Melakukan <i>Posttest</i>

<b>O<sub>1</sub></b> <b>Pretest</b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>berbasis Project</b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>2</sub></b> <b>Posttest</b> <b>(3)</b>
<p>Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap sintaks orientasi peserta didik pada masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator merumuskan masalah mendapatkan skor rata-rata sebesar 56,06.</p>	<p><b>Sintaks PBL : Orientasi peserta didik pada masalah.</b></p> <p>Disajikan fenomena gambar sayap kupu-kupu <i>morpho</i> dimana cahaya merah menembus kupu-kupu <i>morpho</i> tersebut sehingga terbentuk pola terap gelap. Melalui fenomena yang diberikan peserta didik memberikan prediksi: Mengapa pola yang terbentuk berupa pola terang dan gelap serta bagaimana jika celah-celah pada kupu-kupu tersebut diasumsikan seperti celah yang ada dalam beberapa jenis LCD <i>handphone</i> (HP) dan bagaimana jika jenis LCD HP jarak antara hp dan layar diubah-ubah apakah pola yang dihasilkan akan tetap sama seperti fenomena pada kupu-kupu.</p> <p>Melalui prediksi yang telah diberikan, peserta didik menemukan bahwa sayap kupu-kupu <i>morpho</i> memiliki banyak celah yang sangat kecil sehingga ketika disinari cahaya merah terbentuk pola terang gelap dan pola interferensi yang terbentuk pada layar akan berubah pula sesuai dengan karakteristik kisi.</p>	<p>Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks orientasi peserta didik pada masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator merumuskan masalah mendapatkan skor rata-rata sebesar 80,83. Terjadi peningkatan sebesar 24,77 setelah dilakukannya perlakuan.</p>

<b>O<sub>1</sub></b> <b>Pretest</b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>berbasis Project</b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>2</sub></b> <b>Posttest</b> <b>(3)</b>
<p>Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap mengorganisasikan peserta didik terdapat KPS yang terlatih yaitu indikator membuat hipotesis mendapatkan skor rata-rata sebesar 41,36.</p> <p>Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap sintaks mengorganisasikan peserta didik terdapat KPS yang terlatih yaitu indikator menentukan variabel mendapatkan skor 31,10.</p>	<p><b>Sintaks Model PBL: Mengorganisasikan peserta didik</b></p> <p>a. Mengarahkan peserta didik mengerjakan LKPD sampai tahap mendesain <i>project</i></p> <p>b. Meminta tiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi mengenai desain <i>project</i>.</p> <p>c. Guru menyediakan alat dan bahan yang digunakan tiap kelompok untuk membuat <i>project</i>.</p> <p>Tahap ini termasuk ke dalam indikator keterampilan kolaborasi (bekerja sama dengan kelompok, persiapan, memecahkan masalah dan fokus pada tugas) dan keterampilan merumuskan masalah, hipotesis dan menentukan variabel.</p>	<p>Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks mengorganisasikan peserta didik terdapat KPS yang terlatih yaitu indikator membuat hipotesis mendapatkan skor rata-rata sebesar 78,60. Terjadi peningkatan sebesar 37,24 setelah diberikan perlakuan.</p> <p>Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks membimbing penyelidikan terdapat KPS yang terlatih dengan indikator menentukan variabel dengan skor 78,86. Terjadi peningkatan sebesar 47,76.</p>
<p>Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap sintaks membimbing penyelidikan terdapat KPS yang terlatih dengan indikator pengujian hipotesis mendapatkan skor</p>	<p><b>Sintaks Model PBL: Membimbing Penyelidikan</b></p> <p>Guru mengarahkan tiap kelompok membuat <i>project</i> dengan alat dan bahan.</p>	<p>Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks mengembangkan serta menyajikan hasil pada masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator pengujian hipotesis mendapatkan skor rata-rata</p>

<b>O<sub>1</sub></b> <b>Pretest</b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>berbasis <i>Project</i></b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>2</sub></b> <b>Posttest</b> <b>(3)</b>
rata-rata sebesar 27,40.		sebesar 77,36. Terjadi peningkatan setelah dilakukannya perlakuan.
Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap sintaks orientasi peserta didik pada masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator merumuskan masalah mendapatkan skor rata-rata sebesar 44,06.	<p><b>Sintaks Model PBL: Mengembangkan serta Menyajikan Hasil</b></p> <p>a. Guru mengarahkan tiap kelompok untuk melakukan uji coba <i>project</i> dan melakukan pengambilan data dan menyajikan data hasil uji coba <i>project</i>.</p> <p>b. Guru mengarahkan peserta didik untuk membuat kesimpulan hasil pengerjaan <i>project</i>.</p> <p>c. Guru mengarahkan kelompok untuk mempresentasikan hasil <i>project</i>.</p> <p>d. Guru mengarahkan peserta didik untuk menilai <i>self assesment</i> keterampilan kolaborasi.</p> <p>Tahap ini termasuk dalam indikator melatih keterampilan pengujian hipotesis, keterampilan bekerja sama,</p>	Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks mengembangkan serta menyajikan hasil pada masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator menyajikan data mendapatkan skor rata-rata sebesar 92,83. Terjadi peningkatan setelah dilakukannya perlakuan.

<b>O<sub>1</sub></b> <b>Pretest</b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>berbasis <i>Project</i></b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>2</sub></b> <b>Posttest</b> <b>(3)</b>
	keterampilan menyajikan hasil.	
Sebelum dilakukan perlakuan pada tahap sintaks menganalisis dan evaluasi masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator menyajikan hasil mendapatkan skor rata-rata sebesar 36,46.	<p><b>Sintaks PBL:</b> <b>Menganalisis dan Evaluasi Masalah</b></p> <p>a. Guru mengonfirmasi hasil kesimpulan yang telah dikemukakan oleh masing-masing kelompok.</p> <p>b. Guru melakukan refleksi terkait pembelajaran yang telah dilakukan.</p> <p>Tahap ini melatih kegiatan kerja tiap kelompok.</p>	Setelah dilakukan perlakuan terhadap sintaks menganalisis dan evaluasi masalah terdapat KPS yang terlatih dengan indikator menyajikan hasil mendapatkan skor rata-rata sebesar 88,46. Terjadi peningkatan setelah dilakukannya perlakuan.

**Tabel 5.** Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design* Kontrol

<b>O<sub>3</sub></b> <b>Pretest</b> <b>(1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>Konvensional</b> <b>(2)</b>	<b>O<sub>4</sub></b> <b>Posttest</b> <b>(3)</b>
Melakukan <i>Pretest</i>	Memberikan instrumen tes berupa soal keterampilan proses sains	Melakukan <i>Posttest</i>
	Guru menyampaikan tujuan dan kompetensi dasar dan indikator hasil belajar kepada peserta didik.	
	Guru menyajikan Ppt berupa materi interferensi cahaya	
	Guru membagikan LKPD konvensional dan peserta	

<b>O<sub>3</sub></b> <i>Pretest</i> (1)	<b>X<sub>1</sub></b> <b>Penerapan LKPD</b> <b>Konvensional</b> (2)	<b>O<sub>4</sub></b> <i>Posttest</i> (3)
	didik ke dalam beberapa kelompok.	
	Guru mengamati keterampilan proses sains peserta didik melalui lembar pengamatan.	
	Guru memberikan waktu untuk peserta didik mengerjakan LKPD kemudian dipresentasikan ke depan kelas.	
	Guru memberikan lembar <i>self assessment</i> keterampilan kolaborasi	

Keterangan:

O<sub>1</sub> : Nilai *Pretest* pada kelas eksperimen

O<sub>2</sub> : Nilai *Posttest* pada kelas eksperimen

O<sub>3</sub> : Nilai *Pretest* pada kelas kontrol

O<sub>4</sub> : Nilai *Posttest* pada kelas kontrol

X<sub>1</sub> : Pembelajaran dengan LKPD berbasis *Project*

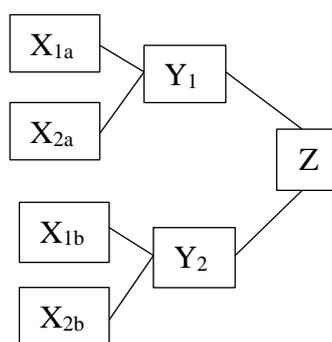
C : Pembelajaran dengan LKPD konvensional

### 3.2 Subjek Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 1 Metro yang terdiri dari lima kelas pada semester genap Tahun Ajaran 2022/2023. Teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel penelitian ini menggunakan teknik *cluster random* dengan pertimbangan sampel berdasarkan kelompok/kelas serta dapat *megeneralisasi* untuk populasi. Pada penelitian ini, peneliti mendapatkan kelas XI IPA 4 sebagai kelas kontrol dan XI IPA 5 sebagai kelas eksperimen.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu nilai kepratkisan dan keefektifan LKPD berbasis *project*, variabel terikat penelitian ini yaitu keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi pada pembelajaran interferensi cahaya. Hubungan variabel bebas dengan variabel terikat dapat dideskripsikan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Variabel Penelitian

- X<sub>1a</sub> : Nilai *pretest* pada peserta didik sebelum perlakuan pada kelas eksperimen menggunakan LKPD berbasis *project*
- X<sub>2a</sub> : Nilai *posttest* pada peserta didik setelah perlakuan pada kelas eksperimen menggunakan LKPD berbasis *project*
- X<sub>1b</sub> : Nilai *pretest* pada peserta didik sebelum perlakuan pada kelas kontrol menggunakan LKPD konvensional
- X<sub>2a</sub> : Nilai *posttest* pada peserta didik setelah perlakuan pada kelas kontrol menggunakan LKPD konvensional
- Y<sub>1</sub> : Keterampilan Proses Sains
- Y<sub>2</sub> : Keterampilan Kolaborasi
- Z : Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Kolaborasi Terlatih

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan meliputi tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap analisis data. Uraian ketiga tahap adalah sebagai berikut:

#### 1. Tahap Persiapan

- a. Menyusun instrumen penelitian meliputi silabus, LKPD interferensi cahaya, instrumen *pretest* dan *post test*, lembar keterlaksanaan pembelajaran LKPD dan lembar observasi keterampilan kolaborasi.
- b. Melakukan izin penelitian kepada kepala SMA Negeri 1 Metro, Lampung.
- c. Melakukan kesepakatan dengan guru bidang studi fisika SMA mengenai kelas yang akan dijadikan sampel penelitian
- d. Bersama guru mitra menentukan waktu penelitian.

#### 2. Tahap Pelaksanaan

Adapun kegiatan yang akan dilaksanakan pada tahap pelaksanaan yaitu dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

<b>Kelas Eksperimen (1)</b>	<b>Kelas Kontrol (2)</b>
1. Peneliti mengukur keterampilan proses sains awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .	1. Peneliti mengukur keterampilan proses sains awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .
2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan LKPD berbasis <i>project</i> .	2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan LKPD konvensional.
3. Peneliti melakukan penilaian keterampilan kolaborasi peserta didik menggunakan lembar <i>self assesment</i> keterampilan kolaborasi.	3. Peneliti melakukan penilaian keterampilan kolaborasi peserta didik menggunakan lembar <i>self assesment</i> keterampilan kolaborasi.
4. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.	4. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

### 3. Tahap Akhir

- a. Menganalisis data hasil penelitian melalui analisis uji kepraktisan dan keefektifan.
- b. Membuat kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh.
- c. Menyusun laporan penelitian.

## 3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang akan digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. Lembar keefektifan LKPD

Lembar keefektifan LKPD berupa soal *pretest* dan *posttest* yang berupa soal uraian untuk mengetahui keterampilan proses sains sebelum dan setelah perlakuan yang terdiri dari 3 soal berbentuk soal uraian yang tiap-tiap soal terdiri dari beberapa item pertanyaan. Tes ini digunakan untuk mengukur keberhasilan peserta didik terhadap materi interferensi cahaya sebelum dilaksanakan pembelajaran (*pretest*) dan setelah dilaksanakannya pembelajaran (*posttest*).

### 2. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar observasi digunakan melihat ketercapaian keterlaksanaan pembelajaran selama diberikan perlakuan penggunaan LKPD berbasis *project*. Lembar keterlaksanaan diberikan kepada observer pada saat selesai pembelajaran yang diamati dengan jawaban “Ya” atau “Tidak”.

### 3. *Self Assesment*

*Self assesment* keterampilan kolaborasi dinilai oleh masing-masing peserta didik setelah melaksanakan proses pembelajaran.

### 4. Lembar Pengamatan Keterampilan Proses Sains

Lembar pengamatan keterampilan proses sains dinilai oleh observer/pengamat selama proses pembelajaran.

### 3.6 Analisis Instrumen

Sebelum instrumen digunakan pada sampel penelitian terlebih dahulu dilakukan pengujian instrumen menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas.

#### 3.6.1 Uji Validitas

Pengujian validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan suatu instrumen sebelum diberikan kepada sampel penelitian. Suatu instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel dengan tepat. Pada penelitian ini yang diuji validitasnya adalah untuk menguji keakuratan pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam soal *pretest-posttest*. Uji validitas dilakukan mengetahui kevalidan dari suatu instrumen (Arikunto, 2012). Cara untuk mengukur validitas instrument dapat menggunakan rumus *product moment correlation* yaitu :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} - \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi yang menyatakan validitas

$\sum X$  = Jumlah skor butir soal

$\sum Y$  = Jumlah skor total

$\sum N$  = Jumlah sampel

(Arikunto, 2012)

Uji validitas memiliki interpretasi koefisien korelasi validitas butir soal yang dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien (1)	Tingkat Hubungan (2)
0,80 – 1,00	Sangat tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Cukup
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat Rendah

(Sugiyono, 2013)

Jadi, nilai  $r_{hitung} > r_{tabel}$  pada  $\alpha = 0,05$  maka koefisien korelasi tersebut signifikan artinya butir tersebut dikategorikan valid secara empiris. Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS 26.0. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes keterampilan proses sains pada materi interferensi cahaya yang dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Uji Validitas Soal

No. Soal (1)	Pearson Correlation (2)	Keterangan (3)
1	0.634	Valid
2	0.796	Valid
3	0.798	Valid
4	0.779	Valid
5	0.495	Valid
6	0.577	Valid
7	0.498	Valid
8	0.621	Valid
9	0.447	Valid
10	0.546	Valid
11	0.617	Valid
12	0.839	Valid
13	0.797	Valid
14	0.754	Valid
15	0.660	Valid
16	0.750	Valid
17	0.738	Valid
18	0.605	Valid

Hasil uji validitas yang diperoleh dengan menggunakan *pearson correlation* dibandingkan dengan nilai  $r_{tabel}$ , dengan jumlah sampel (N) adalah 30. Berdasarkan nilai  $r_{hitung}$  yang diperoleh lebih besar dari  $r_{tabel}$

dengan nilai *Pearson Correlation* > 0.338, yang dapat dilihat pada Tabel 18. Instrumen lembar soal tes keterampilan proses sains yang berjumlah 18 butir soal pada materi interferensi cahaya dapat dikatakan valid semua.

### 3.6.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan melihat sejauh mana instrumen dapat dipercaya dan sebagai alat pengumpul data penelitian. Instrumen yang reliabel nanti akan digunakan untuk sampel penelitian dapat dipercaya atau tidak untuk diandalkan dalam penelitian. Instrumen *pretest* dan *posttest* yang telah dinyatakan reliabel dapat digunakan untuk sampel penelitian.

Perhitungan untuk mencari harga reliabilitas instrumen dengan menggunakan rumus alpha, sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \delta i^2}{\delta i^2}\right)$$

dimana:

$r_{11}$  : Reliabilitas yang dicari

$n$  : Jumlah item pertanyaan

$\sum \delta i^2$  : Jumlah varian skor tiap item

$\delta i^2$  : Varian soal

Interpretasi Reliabilitas instrumen dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Interpretasi Reliabilitas Instrumen

Interval Koefisien (1)	Kriteria Reliabilitas (2)
$0.80 < r_{11} \leq 1.00$	Sangat Tinggi
$0.60 < r_{11} \leq 0.80$	Tinggi
$0.40 < r_{11} \leq 0.60$	Sedang
$0.20 < r_{11} \leq 0.40$	Rendah
$r_{11} \leq 0.20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2010)

Uji reliabilitas dilakukan terhadap 30 responden dengan jumlah 18 butir soal. Hasil uji reliabilitas instrumen lembar soal tes yang tersahu pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Lembar Soal Tes

<b>Reliabilitas Statistik</b>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.926	10

Hasil uji reliabilitas menggunakan *cronbach's alpha* dengan jumlah 18 butir soal diperoleh dengan angka 0.926. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa instrumen lembar soal tes keterampilan proses sains pada materi interferensi cahaya dapat dikatakan reliabel dengan kualifikasi sangat tinggi. Hal ini karena hasil reliabilitas yang diperoleh berada pada rentang 0.81-1.00.

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

1. Data kepraktisan dilihat melalui pengamatan atau lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan oleh pengamat.
2. Data keefektifan diperoleh dari hasil *pretest* (sebelum diberikannya perlakuan) dan *posttest* (setelah diberikan perlakuan) berupa soal uraian pemberian soal pada kelas eksperimen dan kontrol adalah sama serta hasil dari *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji *N-Gain*.
3. Data keterampilan kolaborasi berupa instrumen *self assessment* keterampilan kolaborasi peserta didik.
4. Data keterampilan proses sains berupa instrumen lembar pengamatan keterampilan proses sains peserta didik.

### 3.8 Teknik Analisis Data

#### 3.8.1 Uji *N-Gain*

Melihat peningkatan nilai *pretest* ke *posttest* maka digunakan analisis data *N-Gain* yang digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk menganalisis data kuantitatif digunakan skor *gain* yang ternormalisasi. Untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus berikut ini.

$$(g) = \frac{\text{pretest} - \text{posttest}}{\text{skor maksimum} - \text{pretest}}$$

**Tabel 11.** Kriteria Interpretasi *N-Gain*

Rata-Rata <i>Gain</i> Ternormalisasi (1)	Klasifikasi (2)
$(g) \geq 0.70$	Tinggi
$0.30 \leq (g) < 0.70$	Sedang
$(g) < 0.30$	Rendah

#### 3.8.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian yang didapat berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas data akan dianalisis menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* pada SPSS 26.0. Sebelum dilakukan pengujian normalitas data, terlebih dahulu menentukan hipotesis pengujiannya yaitu:

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal

Dalam pengambilan keputusan pada pengujian ini sebagai berikut:

- Nilai *Assymp. Sig.* atau signifikansi  $\leq 0.05$  maka data berdistribusi normal.
- Nilai *Assymp. Sig.* atau signifikansi  $> 0.05$  maka data tidak berdistribusi normal

(Nuryadi & B., 2017)

### 3.8.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sampel yang diberikan pada penelitian ini. Adapun langkah-langkah pengolahan data pada uji homogenitas yaitu sebagai berikut:

1. Mencari nilai F dengan rumus berikut:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

$S_1^2$  : Varians terbesar

$S_2^2$  : Varians terkecil

2. Menentukan derajat kebebasan

$$dk_1 = n_1 - 1 ; dk_2 = n_2 - 1$$

3. Menentukan  $F_{\text{tabel}}$  pada taraf signifikan 5% dari responden
4. Penentuan keputusan

Kriteria pengujian varians dianggap memenuhi kriteria homogen apabila  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ . Pada taraf kepercayaan 0.95 derajat kebebasan  $dk_1 = n_1 - 1 ; dk_2 = n_2 - 1$  maka varians tersebut dianggap homogen, begitupula sebaliknya. Penentuan keputusan dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Penentuan Keputusan Homogenitas

Interval (1)	Kriteria (2)
$sig \geq 0.05$	Homogen
$sig < 0.05$	Tidak Homogen

(Sugiyono, 2013)

### 3.8.4 Analisis Data Kepraktisan Pembelajaran

Analisis data keterlaksanaan pembelajaran LKPD berbasis *project* diukur melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, kemudian data dianalisis menggunakan analisis persentase sebagai berikut.

$$\text{Keterlaksanaan} = \frac{\text{rata-rata jumlah aspek yang terlaksana}}{\text{jumlah aspek yang diamati}} \times 100\%$$

Kemudian data yang sudah diperoleh diinterpretasikan sesuai dengan yang ada di Tabel 13. Hasil observasi keterlaksanaan akan dianalisis dengan merujuk pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Kriteria Persentase Hasil Observasi Keterlaksanaan LKPD

Persentase(%) (1)	Kriteria (2)
0,00-20	Kepraktisan sangat rendah/tidak baik
20,1-40	Kepraktisan rendah/kurang baik
40,1-60	Kepraktisan sedang/cukup
60,1-80	Kepraktisan tinggi/baik
80,1-100	Kepraktisan sangat tinggi/sangat baik

(Arikunto, 2019)

### 3.8.5 Analisis Data Lembar Observasi KPS

Hasil presentase diperoleh berdasarkan presentase rata-rata keterampilan proses sains dari data lembar observasi. Kategori keterampilan proses sains berdasarkan masing-masing aspek keterampilan proses sains menurut (Riduwan dan Sunarto, 2010) tersaji pada Tabel 14.

Tabel 14. Perhitungan Skala Pengukuran

<b>Interval Skor (Persentase)</b> <b>(1)</b>	<b>Kategori</b> <b>(2)</b>
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang

(Riduwan dan Sunarto, 2010)

### 3.8.6 Analisis Data *Self Assessment* Keterampilan Kolaborasi

Pengisian *self assesment* keterampilan kolaborasi menggunakan penilaian skala likert 1-4 dengan kriteria seperti pada Tabel 15.

Tabel 15. Skala *Self Assessment* Keterampilan Kolaborasi

<b>Skala <i>Self Assessment</i></b> <b>(1)</b>	<b>Keterangan</b> <b>(2)</b>
1	Tidak pernah
2	Kadang-kadang
3	Sering
4	Selalu

Hasil pengisian lembar *self assesment* keterampilan kolaborasi ini selanjutnya akan dideskripsikan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Eskor yang didapat}}{\text{Eskor tiap butir pertanyaan}} \times 100\%$$

Kriteria *self assesment* keterampilan kolaborasi dengan interpretasi seperti Tabel 16.

**Tabel 16.** Kriteria Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

Persentase (1)	Kriteria (2)
0,81-1,00	Baik sekali
0,61-0,8	Baik
0,41-0,6	Cukup
0,21-0,40	Kurang
<0,20	Kurang Sekali

### 3.9 Pengujian Hipotesis

#### 3.9.1 Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T-Test* digunakan sampel data yang berdistribusi normal. Uji hipotesis ini dilakukan untuk melihat perbedaan rata-rata dua kelompok. Uji ini digunakan untuk mengetahui keefektifan penggunaan LKPD berbasis *project* terhadap keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Uji telah dianalisis dengan SPSS 26.0. Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut.

1. Hipotesis variabel  $Y_1$  (keterampilan proses sains)

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional.

$H_1$  : Terdapat perbedaan keterampilan proses sains pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* dengan peserta didik menggunakan LKPD konvensional.

2. Hipotesis variabel  $Y_2$  (keterampilan kolaborasi)

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan keterampilan kolaborasi pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* dengan peserta didik yang menggunakan LKPD konvensional.

$H_1$  : Terdapat perbedaan keterampilan kolaborasi pada peserta didik menggunakan LKPD berbasis *project* dengan peserta didik menggunakan LKPD konvensional

Pedoman Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi:

- a. Apabila nilai signifikansi  $\leq 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.
- b. Apabila nilai signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

### 3.9.2 Uji *Effect Size*

*Effect size* digunakan untuk mengetahui besar pengaruh penggunaan LKPD *project* untuk melatih keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi, analisis pengaruh pembelajaran yang menggunakan LKPD ini akan dilakukan uji *t* dan uji *effect size*. Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas dan variabel moderatornya terhadap variabel terikat dalam sebuah penelitian. Berikut adalah rumus *effect size* menurut (Cohen *et al.*, 2007)

$$d = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

$d$  : *Effect Size*

$Y_e$ : Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

$Y_c$ : Nilai rata-rata perlakuan kontrol

$S_c$ : Simpangan baku kelompok pembandingan

Berikut interpretasi *Effect Size* dalam Tabel 17.

**Tabel 17.** Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i> (1)	Interpretasi (2)
$0.8 \leq d \leq 2.0$	Besar
$0.5 \leq d \leq 0.8$	Rata-rata
$0.2 \leq d \leq 0.5$	Kecil

(Cohen *et al.*, 2007)

### 3.9.3 ANCOVA (Analysis of Covariance)

Uji ANCOVA merupakan teknik analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis yang berguna untuk meningkatkan derajat ketelitian dalam penelitian, karena didalamnya peneliti melakukan pengaturan terhadap pengaruh variabel lain, seperti *pretest* dan *posttest* (Mackey & Gass, 2016). Variabel diantaranya, yaitu:

Variabel independen : *project*

Variabel moderator : LKPD

Variabel dependen : Keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kepraktisan LKPD berbasis *project* dalam melatih keterampilan proses sains masuk dalam kategori sangat baik yang ditunjukkan oleh skor rata-rata keterlaksanaan pembelajaran sebesar 89,03%.
2. Keefektifan ditunjukkan oleh terlatihnya keterampilan proses sains peserta didik saat menggunakan LKPD berbasis *project*. Hasil analisis kemampuan yang terlatih diperoleh skor rata-rata persentase sebesar 72% dengan kategori sangat efektif.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan terkait penelitian dan pengembangan sebagai berikut.

1. Pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis *Project* dapat menjadi salah satu alternatif bagi guru dalam pembelajaran interferensi cahaya untuk lebih meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik.
2. Diperlukan penelitian mengenai keterampilan kolaborasi menggunakan lembar tes.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aktamis, Hilal. & Ergin, O. 2008. The Effect of Scientific Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1).
- Aktamis H, & Yenice N. 2010. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2(2) 3282–3288.
- Albert, L. R., & Kim, R. 2013. Mathematics Education at Teachers College. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4, 32–38.
- Ambyar., dkk. 2023. Pengaruh Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Proyek terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Journal on Education*: 6(2).
- Anderson, W. L. & Krathwohl, R. D. 2001. Kerangka Landasan Pembelajaran dan Asesmen Revisi Taksonomi Bloom Revisi. Terjemahan oleh Prihantoro,A. 2010. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Anggraeni, A. H. R. & P. 2017. Analisis Profil Keterampilan Proses Sains Peserta didik Sekolah Dasar Di Kabupaten Sumedang. *Pesona Dasar (Jurnal Pendidikan Dasar Dan Humaniora)*, 5(2), 22–33.
- Anisa, V. N. 2017. Hubungan Kemampuan Peserta didik Menginterpretasikan Grafik dan Kemampuan Menyelesaikan Soal Gerak Lurus di SMP. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6(6).
- Anugraheni, I. 201. Meta Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis di Sekolah Dasar. *Polygot*, 14(1), 9–18.
- Arends, Richard. 2008. *Learning to Teach* (10th ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arends, R. I. 2013. *Learning to Teach*. (Terjemahan Made Frida Yulia). New York, NY: McGraw-Hill.
- Arikunto. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Arikunto, S. 2012. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ayu, Noviana., *et al.* 2019. Development and Validation of Collaboration and Communication Skills Assessment Instruments Based on Project-Based Learning. *Journal of Gifted Education and Creativity*, August, 6(2), 133-146.
- Azizah, N., Fatmaryanti, S. D., & Ngazizah, N. 2014. *Penerapan Model Pembelajaran Konstruktivisme Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Peserta didik SMA Negeri 1 Kutowinangun Kelas X Tahun Pelajaran 2013/2014*. 5(2), 24–28.
- Bautista, R. G. 2013. The students' procedural fluency and written-mathematical explanation on constructed response tasks in physics. *Journal of Technology and Science Education (JOTSE)*, 3(1), 49-56.
- Camarao, M. K. G. , & N. F. J. G. 2017. High School Students ' Difficulties in Physics \* High School Students ' Difficulties in Physics. *The National Conference on Research in Teacher Education (NCRTE)*, 10–11.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. Research Methods In Education. In *Research Methods in Physical Activity and Health*.
- Collette A T & Chiapetta E L. 1998. *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools* 4th Edition Pearson, US.
- Dai, R., Fritchman, J. C., Liu, Q., Xiao, Y., Yu, H., & Bao, L. 2019. Assessment of Student Understanding on Light Interference. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2).
- Devi Poppy Kamalia. 2010. *Keterampilan Proses dalam Pembelajaran IPA untuk Guru SMP*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA).
- Dincer, S. 2015. Effect of Computer Assisted Learning on Students' Achievement in Turkey: a Meta-Analysis. *Journal of Turkish Science Education*. 12(1):99 118.
- Duch, B.J., Groh, S. E., & Allen, D. E. 2001. *The power of problem based learning*. Virginia, VA: Sterling.
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. 2003. *Educational Psychology: Windows on Classrooms* (6th edition). Indianapolis: Merrill Pub Co.
- E. H. Eshuis, J. ter Vrugte, A. Anjewierden, L. Bollen, J. Sikken, and T. de Jong, "Improving the quality of vocational students' collaboration and knowledge

- acquisition through instruction and joint reflection,” *Int. J. Comput. Collab. Learn.*, vol. 14, no. 1, pp. 53–76, 2019.
- Febriansyah, F., Herlina, K., & Dewa Putu Nyeneng, I. 2021. Developing Electronic Student Worksheet (E-Worksheet) Based Project Using Fliphtml5 to Stimulate Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 2(1), 59–73.
- Flores, R., Koontz, E., Inan, F. A., & Alagic, M. 2015. Multiple representation instruction first versus traditional algorithmic instruction first: Impact in middle school mathematics classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 89(2), 267–281.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Fredlund, T., Airey, J., & Linder, C. 2015. Enhancing the Possibilities for Learning: Variation of Disciplinary-Relevant Aspects In Physics Representations. *European Journal of Physics*, 36, 1–11.
- Giordano, Nicholas. 2010. *College Physics Reasoning Relationships*: Canada. Cengage Learning.
- Greenberg, A. D., & Nilssen, A. H. 2015. The Role of Education in Building Soft Skills. *Wainhouse Research*, (April).
- Greenstein. 2012. *Assesing 21st Century Skills*. California: a Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning.
- Gronlund, N.E. 1982. *Constructing Achievement Tests Third Edition*. London: Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff.
- Gusyanti, C. 2021. Analisis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta didik. *Cybernetics: Journal Educational Research and Social Studies*, 2(4).
- Halliday & Resnick. 2000. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Handini, O., & Soekirno, S. 2017. Penerapan model pembelajaran kolaborasi dengan teknik “five e” untuk meningkatkan kemampuan berwawasan global. *Research Fair Unisri*, 1(1), 73–82.
- Hardiyanti, P. C. , W. S. , & N. S. 2017. Keefektifan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 11(1), 1862–1871.

- Hart C, Mulhall P, Berry A, Loughran J, & Gunstone R 2000 *Journal of Research in Science Teaching* J Res Sci Teach 37(37)655–675
- Hayun, M., & Syawaly, A. M. 2020. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Representasi Matematis Peserta didik. 1(2).
- Huang, D., Leon, S., Hodson, C., La, D., Obregon, T. N., & Rivera, G. 2010. Preparing students for 21st century : exploring the effect of afterschool participation on students' collaboration skills, oral communication skills, and self efficacy. Cress report (cr) of the national center for research on evolution, standards, and studen. University of California.
- Ibrahim, M, dan Nur, M. 2000. *Pengajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ilgem, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M., & Jundt, D. 2005. Teams in organizations: From input-process-output models to IMOI models. In *Annual Review of Psychology*, 56, 517—543.
- Islami, Monalisa., Khaeruddin., & Azis, A. 2019. Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI SMAN 8 Makassar. 15 (2) 34-39.
- Izzaty, R. E. 2006. Problem-based learning dalam pembelajaran di perguruan tinggi [Problembased learning in university]. *Paradigma*, 1 (1), 77 – 83.
- Jahjough, Y. M. A. 2014. The Effectiveness of Blended E-Learning Forum in Planning for Science Instruction. *Journal of Turkish Science Education*.
- Khairiyah, M. Y. 2004. Problem-Based Learning in Engineering Education: A Viable Alternative for Shaping Graduates for the 21st Century? *Proceeding of Conference on Engineering Education*.
- Krombab, A., & Harms, U. 2008. Acquiring Knowledge About Biodiversity in a Museum - Are Worksheets Effective? *Journal of Biological Education*, 42(4), 157–163.
- Kruglanski, A. W., Shah, J. Y., Fishbach, A., Friedman, R., Chun, W. Y., & Sleeth-Keppler, D. 2002. A theory of goal systems. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental socialpsychology* (Vol. 34, pp. 331–378). San Diego, CA: Academic Press.
- Kurnianingsih, I. R. N. 2017. Upaya Peningkatan Literasi Digital bagi Tenaga Perpustakaan Sekolah dan Guru di Wilayah Jakarta Pusat Melalui Pelatihan Literasi Informasi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 61–76.

- Kurniawati., dkk. 2021. Pengaruh *Project Based Learning* Berorientasi *Chemoentrepreneurship* Berbantuan E-LKPD Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Sikap Wirausaha: *Journal of Chemistry In Education*. 10 (1).
- Larsen-Freeman, D., & Anderson, M. 2011. *Techniques and Principles in Language Teaching* (3rd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Lathifah, F., Nunung Hidayati, B., & Author, C. 2021. Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1).
- Lee, C.-D. 2014. Worksheet Usage, Reading Achievement, Classes' Lack of Readiness, and Science Achievement: A Cross-Country Comparison. In *International Journal of Education in Mathematics* (Vol. 2, Issue 2).
- Lutfia, Wafi. , P. N. M. D., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. 2020. Analisis Profil Pemahaman Konsep dan Model Mental Peserta didik di SMA Kesatrian 2 Semarang pada Materi Interferensi dan Difraksi Cahaya. In *Unnes Physics Education Journal Terakreditasi SINTA* (Vol. 9, Issue 1).
- L. N. Khanifah, "Pengaruh Penggunaan Model Project Based Learning Dan Keterampilan Kolaborasi Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar Pada Tema Cita-Citaku," *J. Rev. Pendidik. Dasar J. Kaji. Pendidik. dan Has. Penelit.*, vol. 5, no. 1, pp. 900–908, 2019.
- Mackey, A., & Gass, S. M. (2016). *Second Language Research: Methodology and Design* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Mamad, K. , & P. S. 2012. *Keterampilan Proses dalam Pembelajaran IPA untuk Guru SMP*. Tangerang: Pustaka Mandiri.
- Maryani, L. 2017. Efektivitas LKPD Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta didik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3).
- Maryati, Iyam. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Pola Bilangan di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Mosharafa*. 7(1).
- Mcdermott, L. C. 2000. Bridging the Gap Between Teaching and Learning: the Role of Physics Education Research in the Preparation of Teachers and Majors 1 (Aproximando ensino e pesquisa: o papel da pesquisa em ensino de Física na preparação de professores e bacharéis). *Investigações Em Ensino de Ciências*, 5(3), 157–170.
- McDowell, E. T. & W. R. E. ; 1985. Improving the Design of Laboratory Worksheets. *Journal of Chemical Education*, 62(11), 103–108.

- Monhardt, L. & M. R. 2006. Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books. *Early Childhood Education Journal*, 34(1), 67–71.
- Muiz, A. , W. I. , J. & S. 2016. Implementasi Model Susan Loucks Horsley Terhadap Communication and Collaboration Peserta Didik SMP. *Unnes Science Education Journal*, 1079–1084.
- Munfaridah, N., Avraamidou, L., & Goedhart, M. 2021. The Use of Multiple Representations in Undergraduate Physics Education: What Do we Know and Where Do we Go from Here? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), 1–19.
- Normayati, dkk. 2018. Deskripsi Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi pada Kegiatan Praktikum Fisika Dasar I (KPS: Mendefinisikan Variabel Secara Operasional, Mengukur, Memperoleh dan Memproses Data, dan Membuat Tabel Data). 5(2).
- Nur, M. 2011. *Modul Keterampilan Proses Sains*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah.
- Nurafiah, V., Utari, S., & Liliawati, W. 2019. Profil Keterampilan Abad 21 Peserta didik SMA pada *Project Based Learning (PjBL)* Materi Tegangan Permukaan. *Wahana Pendidikan Fisika*, 4(2), 134-140.
- Nurhayati, D. I., Yulianti, D., & Mindyarto, B. N. 2019. Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Gerak Lurus Untuk. *Unnes Physics Education Journal*, 8(2), 218.
- Nuryadi, A. T. D. , E. S. , & B. M. 2017. *Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Phillips, D. C. 1995. The Good, the Bad, and the Ugly: The Many Faces of Constructivism. *Educational Researcher*, 24(7), 5–12.
- Piniuta, I., & Meyerzon, J. 2018. *Development of Collaborative Skills with Information Technology*. 175-196.
- Plucker, J. A. , R. N. E. C. & D. A. 2015. *What we know about collaboration: P21, the partnership for 21st century learning*.
- Prasetya, Anselmus Aka. 2008. Peningkatan Kemampuan Peserta didik Dalam Menginterpretasi dan Menggambar Grafik S-T dan V-T pada GLB dan GLBB Melalui Pembelajaran Menggunakan Contoh Dalam Kehidupan Sehari-hari. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

- Pratiwi, N. L. P. Yanti. , G. K. T. , S. I. K. 2015. Analisis Proses Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik pada Pembelajaran IPA dan Dampaknya Terhadap Hasil Belajar. *E-Journal PGSD Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan PGSD*, 3(1), 20–31.
- Purwaktari, E. 2015. Pengaruh model collaborative learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika dan sikap sosial peserta didik kelas v sd jarakan sewon bantul. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 8(1), 95–111.
- Puspita, S. A., Hidayati, S., & Si, M. 2016. Analisis Keterampilan Proses Sains yang Dikembangkan dalam LKS IPA Kelas X yang Digunakan Oleh Peserta didik MAN di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 30.
- Putri, T. E., Sudibyo. 2018. Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Peserta Didik pada Sub Materi Aplikasi Tekanan pada Makhluk Hidup. *Pensa e-Journal*. 6 (2).
- Rahayu, E., H. Susanto, dan D. Yulianti. 2011. Pembelajaran Sains dengan Pendekatan Keterampilan Proses untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik. (online) (diakses 20 Maret 2014)
- Rangkuti, A.N. 2014. Representasi Matematis. *Forum Pedagogik*. Volume 6 (1): 112-113.
- Resnick, L. 1987. *Education and Learning to Think*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rezba, R J *et al.* 1995. *Learning and Assesing Science Process Skills*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Riandi, Seven. 2007. Meningkatkan Hasil Belajar Fsika Peserta didik kelas XI IPA3 SMA negeri 3 Makassar Melalui Pemberian Kuis Dalam Pembelajaran. Skripsi. Universitas negeri Makassar.
- Riduwan. 2009. *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*. Bandung: Alfabeta.
- Riduwan., Sunarto. 2010. *Pengantar Statistika untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Robbins, S., & Hoggan, C. 2019. Collaborative Learning in Higher Education to Improve Employability: Opportunities and Challenges. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2019(163), 95–108.
- Saenab, S., Yunus, S.R., & Husain. 2019. Pengaruh Penggunaan Model *Project Based Learning* terhadap Keterampilan Kolaborasi Mahapeserta didik Pendidikan IPA. *Jurnal Biology Science & Education*, 8(1), 29-41.

- Salmi, N., dkk. 2017. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Motivasi Belajar Fisika dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMAN 4 Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 13(3). 238-247.
- Sari. K. Arum., Zuhdan. Prasetyo, H., & Setiyo,. 2017. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA Berbasis Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Peserta Didik Kelas VII. *Jurnal pendidikan dan Sains*. 6(8), 1- 7.
- Sholeha, D. S., Suyatna, A., & Herlina, K. 2019. Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Collaborative Teamwork Learning Terhadap Hasil Belajar. *Pedagogia : Jurnal Pendidikan*, 8(2), 171–187.
- Siarni, S., Pasaribu, M., & Rede, A. 2014. Pemanfaatan Barang Bekas Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Kreatif Tadulako Online*, 3(2), 94-104.
- Simon, M.S. and Zimmerman, J.M. 1980. Science and writing. *Science and Children* 18 (No. 3): 7-9.
- Siti, M. 2017. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik*. Skripsi. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Sugito, H., W.S. Budi, K.S. Firdausi & S. Mahmudah. 2005. Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Cahaya Berdasarkan Pola Interferensi Celah Banyak. *Berkala Fisika* 8 (2): 37-44.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarsono, Sonny. 2003. Teknik Penulisan Laporan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syamsidah., S. H. 2018. *Buku Model Problem Based Learning (PBL)*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tam, M. 2000. International Forum of Educational Technology & Society Constructivism, Instructional Design, and Technology: Implications for Transforming Distance Learning. *Source: Journal of Educational Technology & Society*, 3(2), 50–60.
- Taryono., dkk. 2019. Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek dan Pembelajaran Berbasis Masalah pada Mata Pelajaran Fisika untuk Meningkatkan Keterampilan Abad21 (4Cs) Peserta didik SMP. Vol 4 Nomor 1: Hal 89-105.
- Umbaryati. 2016. Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 217–225.

- Usman, Uzer. 1993. Upaya Optimalisasi Kegiatan Belajar Mengajar. PT. Remaja Rosdakarya: Bandung.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. 2013. Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally. Boston: Pearson
- Wakhyudin, Husni., dan Permatasasri, Raden Roro Novita. 2017. Pengembangan Media Komik Misugi Anaya Pembelajaran IPA kelas III Materi Sumber Energi dan Kegunaannya. Pancasakti Science Education Journal. Vol. 2 Nomor2 : Hal 98-25.
- Widodo, S., Jatmiko, J., Santia, I., & Katminingsih, Y. 2019. Pemberdayaan kemampuan kolaborasi mahasiswa menggunakan model pembelajaran student teams achievement division. Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika, 5(2), 182-189.
- Widyoko, E. P. 2009. Evaluasi program pembelajaran. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Wijaya, dkk. 2014. Kemampuan Dasar Guru Dalam Proses Belajar Mengajar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Young, David., & Stadler, Shane. 2018. Physics Eleven Edition. Louisiana: Willey.
- Yunita, dkk. 2021. Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta didik Pada Pembelajaran Daring. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*. Vol 9 Nomor 3.
- Yulianti, Yuyu. (2016). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Cakrawala Pendas*: 2(2).
- Zulaeha, Z., Darmadi, I. W., & Werdhiana, K. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran Predict, Observe And Explain terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta didik Kelas X Sma Negeri 1 Balaesang. JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online), 2(2), 1.