

**KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS INKUIRI
UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

(Skripsi)

Oleh

**SELIA FEBRIYANTI
NPM 2013022015**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS INKUIRI UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA

Oleh

Selia Febriyanti

Penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana keefektifan *e*-LKPD Berbasis Inkuiri dalam menstimulus Keterampilan Proses Sains pada Materi Difraksi Cahaya. Peserta dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XII MIPA 2 dan XII MIPA 4 di SMAN 2 Kotabumi Tahun Ajaran 2023/2024. Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group*. Instrumen penelitian meliputi lembar analisis keterlaksanaan pembelajaran, lembar analisis aktivitas peserta didik, dan lembar tes soal esai. Keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran inkuiri mencapai 86,8%, diklasifikasikan sebagai sangat baik, sementara nilai aktivitas keterampilan proses sains peserta didik mencapai 70%, dikategorikan baik. Penggunaan *e*-LKPD berbasis model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran fisika dianggap efektif dalam mengukur keterampilan proses sains peserta didik, seperti terlihat dari nilai rata-rata *N-gain* di kelas eksperimen sebesar 0,70, dikategorikan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil uji hipotesis mendukung temuan tersebut, dengan nilai Sig. (2-tailed) untuk keterampilan proses sains sebesar 0,000, menghasilkan keputusan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan di kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis model pembelajaran inkuiri dan kelas konvensional pada materi difraksi cahaya. Secara keseluruhan, berdasarkan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran inkuiri efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Kata kunci: *e*-LKPD, Inkuiri, dan Keterampilan Proses Sains

**KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS INKUIRI
UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

Oleh

SELIA FEBRIYANTI

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
2024**

Judul Skripsi : **KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN e-LKPD BERBASIS INKUIRI UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

Nama Mahasiswa : **Selia Febriyanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2013022015**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

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

Anggreini, S.Pd., M.Pd.
NIP 19910501 201903 2 029

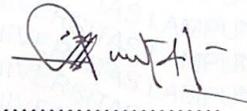
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

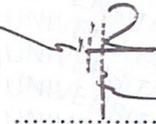
Ketua : **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



Sekretaris : **Anggreini, S.Pd., M.Pd.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Viyanti, M.Pd.**



Prof. Dr. Sunyono, M.Si. 
NIP. 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 20 Februari 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Selia Febriyanti

NPM : 2013022015

Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Fisika

Alamat : Pasar Senin, RT. 004 RW. 002 Desa Negara Ratu,
Kecamatan Sungkai Utara, Kabupaten Lampung Utara

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

Bandar Lampung, Januari 2024

Yang menandatangani



Selia Febriyanti
NPM. 2013022015

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 10 Februari 2002 di Negara Ratu, Sungkai Utara, Lampung Utara, Lampung. Putri pertama dari pasangan Paiman dan Eliyanti dan memiliki 3 orang adik yaitu, Sapana Nabila, Kelvin Pauzi, dan Alvin Pauza.. Dukungan dari ayah, ibu dan adik-adik yang menjadikan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dari program sarjana.

Pendidikan pertama penulis di TK An-Nuur pada tahun 2007. Lalu melanjutkan pendidikan di MI An-Nuur pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2014. Setelah menempuh pendidikan di Madrasah Ibtidaiyah, penulis melanjutkan di SMPN 1 Sungkai Utara dan lulus pada tahun 2017. Lulus dari sekolah menengah pertama, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 2 Kotabumi dan lulus pada tahun 2020. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikannya di Universitas Lampung dengan mengambil program studi Pendidikan Fisika, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Keguruan.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis cukup aktif dalam berorganisasi dalam dan luar kampus. Organisasi dalam kampus yang diikuti antara lain ALMAFIKA (Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika) dan HIMASAKTA (Himpunan Mahasiswa Eksakta). Pada tahun 2023, penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Umpu Bhakti, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan dan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMPN 2 Blambangan Umpu.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya..."

~Q.S Al Baqarah: 286~

"Sesungguhnya pertolongan akan datang bersama kesabaran."

~HR. Ahmad~

"Bobotlah yang menentukan suatu eksperimen untuk dihargai, bukan banyaknya jumlah eksperimen tersebut."

~Isaac Newton~

"Everything will be all right in the end. If it's not all right, then it's not yet the end."

~Dev Patel~

'Lebih baik diam daripada tidak bisa berbuat baik'

~Selia Febriyanti~

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai bentuk tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bukti nan tulus kepada:

1. Orang tua tercinta, yaitu Bapak Paiman dan Ibu Eliyanti yang telah melalui banyak perjuangan membesarkan, mendidik, mengasahi serta mendo'akan dengan penuh harap dan ketulusan. Semoga Allah SWT. Senantiasa memberikan kesehatan dan umur panjang yang berkah hingga dapat membahagiakan kalian;
2. Adik-adik tersayang, Sapana Nabila, Kelvin Pauzi, dan Alvin Pauza yang selalu memberikan semangat dukungan serta do'a dan kasih sayang;
3. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta selalu memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas;
4. Sahabat dan teman-teman yang selalu setia menemani dalam perjalanan ke titik ini dan tulus mendampingi hingga saat ini;
5. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, karena atas nikmah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul “Kepraktisan dan Keefektifan *e*-LKPD Berbasis Inkuiri untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains pada Materi Difraksi Cahaya” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana ilmu pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

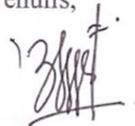
1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia, D.E.A., I.P.M selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd. Selaku ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus selaku dosen pembahas atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing, memberikan ide, saran, serta motivasi dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku dosen pembimbing I atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing, memberikan ide, saran, serta motivasi dalam penyusunan skripsi.
6. Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing II atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing, memberikan ide, saran, serta motivasi dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh Dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
8. Bapak Nanang Wahidin, M.Pd. selaku Kepala Sekolah SMAN 2 Kotabumi yang telah memberikan izin penulis untuk melaksanakan penelitian;

9. Ibu Yulyasari, S.Pd. selaku guru mata pelajaran Fisika di SMAN 2 Kotabumi yang telah memberikan izin dan kritik serta saran kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
10. Seluruh Bapak dan Ibu dewan guru SMAN 2 Kotabumi, beserta staf tata usaha yang membantu penulis dalam melakukan penelitian;
11. Peserta didik SMAN 2 Kotabumi khususnya kelas XII MIPA 2 dan XII MIPA 4 atas kerjasamanya dalam membantu pelaksanaan penelitian;
12. Kepada teman dekat penulis, Nave Loi Lukasim dan Hindun Eka Fenanda yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
13. Rekan seperbimbingan Chairani Kartini, Sri Wahyu Lestari, Indah Viona, Nadiyah Safitri, Lathifah Rihadhatul Aini, dan Jestica Dwi Cahyani yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi.
14. Kepada anggota 'Bingung Squad', Intan Nur Ajizah, Galuh Wulan Safitri, Hana Lia, Nida Nafilah, Nada Nadidah yang terus menemani dari awal perkuliahan.
15. Teman-teman seperjuangan Fluida 2020;
16. Semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi.

Penulis berharap semoga segala bantuan yang telah diberikan Allah limpahkan nikmat-Nya kepada kita semua serta skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi penelitian lainnya.

Bandar Lampung, Januari 2024

Penulis,



Selia Febriyanti
NPM 2013022015

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Teori	6
2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik.....	6
2.1.2 Model Pembelajaran Inkuiri	8
2.1.3 Keterampilan Proses Sains.....	11
2.1.4 <i>Hands On Activity</i>	14
2.1.5 Teori Konstruktivis Sosial	16
2.1.6 <i>Ill-Structured Problem</i>	17
2.1.7 Alat Praktikum menggunakan Alat Peraga Difraksi Cahaya.....	19
2.1.8 Keterkaitan Aktivitas Praktikum dengan Keterampilan Proses Sains	22
2.1.9 Teori Bermakna	24
2.1.10 Pembelajaran Induktif.....	25
2.1.11 Difraksi Cahaya	26
2.2 Kerangka Pemikiran.....	30
2.3 Anggapan Dasar	32
2.4 Hipotesis	32
III. METODE PENELITIAN	33
3.1 Subjek Penelitian	33
3.2 Variabel Penelitian	33
3.3 Desain Penelitian	34
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	36
3.5 Instrumen Penelitian	38
3.6 Analisis Instrumen	40

3.6.1 Uji Validitas	40
3.6.2 Uji Reliabilitas	42
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.8 Teknik Analisis Data.....	44
3.9 Pengujian Hipotesis	46
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Penelitian	50
4.1.1 Kepraktisan Pembelajaran	50
4.1.2 Keefektifan Pembelajaran.....	54
4.2 Pembahasan.....	61
4.2.1 Kepraktisan Model Pembelajaran inkuiri	61
4.2.2 Keefektifan Pembelajaran.....	76
V. KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Inkuiri Terbimbing	9
2. Indikator Keterampilan Proses Sains	13
3. Desain Penelitian Pada Kelas Eksperimen.....	34
4. Desain Penelitian Pada Kelas Kontrol	35
5. Tahap Pelaksanaan Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	38
6. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen	41
7. Hasil Uji Validitas Soal.....	41
8. Interpretasi Reliabilitas Instrumen	42
9. Hasil Uji Reliabilitas Soal.....	43
10. Kriteria Persentase Hasil Belajar	44
11. Kriteria Skor Penilaian Kepraktisan.....	45
12. Kriteria Persentase Aktivitas Belajar Peserta didik	45
13. Kategori Nilai Indeks <i>Gain</i>	46
14. Interpretasi Nilai <i>Cohen's</i>	49
15. Hasil Rata-rata Skor Keterlaksanaan Pembelajaran Model Inkuiri	51
16. Hasil Analisis Aktivitas Keterampilan Proses Sains Peserta Didik.....	52
17. Hasil Uji <i>N-gain</i> Tiap Kelas.....	55
18. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator	56
19. Hasil Uji Normalitas Data.....	58
20. Hasil Uji Homogenitas.....	58
21. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test Pretest</i>	59
22. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test Posttest</i>	60
23. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagian Alat 1.....	21
2. Bagian Alat 2.....	22
3. Proses Penyebaran Cahaya pada Difraksi.	28
4. Analisis Pola Difraksi Cahaya.	28
5. Diagram Kerangka Pemikiran.....	31
6. Grafik Persentase Aktivitas keterampilan proses sains peserta didik	53
7. Grafik Hasil Rata-rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Proses Sains	54
8. Grafik Ketercapaian Indikator Keterampilan Proses Sains.....	56
9. Peserta Didik Pada Tahap Orientasi.....	62
10. Peserta Didik Pada Tahap Konseptualisasi	64
11. Peserta Didik Pada Tahap Investigasi	65
12. Peserta Didik Pada Tahap Kesimpulan	66
13. Peserta Didik Pada Tahap Diskusi	67
14. Contoh Jawaban Menemukan Masalah.....	68
15. Contoh Jawaban Membuat Hipotesis.....	69
16. Contoh Jawaban Menentukan Variabel	70
17. Peserta didik melakukan pengujian hipotesis	70
18. Data Hasil Percobaan 1 (Pengaruh Jarak Kisi ke Layar)	72
19. Data Hasil Percobaan 2 (Pengaruh Jenis Kisi).....	73
20. Contoh Jawaban Menyajikan Hasil.....	74
21. Kegiatan Presentasi	75
22. Menanggapi dan Bertanya Hasil Presentasi Kelompok	76
23. Contoh Jawaban Salah pada Indikator merumuskan masalah	79
24. Contoh Jawaban Benar pada Indikator merumuskan masalah.....	79
25. Contoh Jawaban Salah pada Indikator membuat hipotesis	81

26. Contoh Jawaban Benar pada Indikator membuat hipotesis	81
27. Contoh Jawaban Salah pada Indikator menentukan variabel.....	82
28. Contoh Jawaban Benar pada Indikator menentukan variabel	82
29. Contoh Jawaban Salah pada Indikator pengujian hipotesis	83
30. Contoh Jawaban Benar pada Indikator pengujian hipotesis	83
31. Contoh Jawaban Salah pada Indikator menyajikan data.....	84
32. Contoh Jawaban Benar pada Indikator menyajikan data	84
33. Contoh Jawaban Salah pada Indikator menyajikan hasil.....	85
34. Contoh Jawaban Benar pada Indikator menyajikan hasil	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Materi Difraksi Cahaya	98
2. RPP Berbasis Aktivitas Model Inkuiri	100
3. RPP Konvensional	104
4. Kisi-Kisi Instrumen Pengukuran Keterampilan Proses Sains	107
5. Instrumen <i>Pretest</i>	108
6. Instrumen <i>Posttest</i>	113
7. Jawaban <i>Pretest Posttest</i>	118
8. Rubrik Penilaian <i>Pretest Posttest</i>	121
9. Instrumen Keterlaksanaan Pembelajaran Fisika Pada Sintaks Model Inkuiri	123
10. Instrumen Aktivitas Keterampilan Proses Sains Peserta Didik	126
11. Rubrik Penilaian Instrumen Aktivitas Keterampilan Proses Sains.....	127
12. e-LKPD Berbasis Inkuiri	129
13. Hasil Uji N-gain	130
14. Hasil Uji Normalitas	132
15. Hasil Uji Homogenitas	134
16. Hasil Uji Independent Sample T-Test.....	135
17. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	136
18. Hasil Uji Validitas.....	137
19. Hasil Uji Reliabilitas	138
20. Data Hasil Uji Validitas	139
21. Analisis Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen.....	140
22. Analisis Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	141
23. Analisis Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	142
24. Analisis Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	143

25. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen.....	144
26. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol	146
27. Hasil Keterlaksanaan Model Pembelajaran Inkuiri.....	148
28. Hasil Penilaian Aktivitas Keterampilan Proses Sains Kelas Eksperimen.....	149
29. Jawaban pengerjaan <i>e-LKPD</i>	151
30. Surat Penelitian	157

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Partisipasi dalam kegiatan praktikum selama proses pembelajaran memiliki peran krusial dalam memperkaya keterampilan proses sains. Kegiatan praktikum memungkinkan peserta didik untuk merasakan pembelajaran secara langsung, memberikan pelatihan pada keterampilan proses sains, dan membentuk sikap ilmiah yang mendukung pencapaian pengetahuan peserta didik. Keterampilan proses sains, dijelaskan sebagai suatu kegiatan kontekstual, bertujuan untuk menggambarkan suatu konsep melalui eksperimen yang dirancang secara sistematis demi mencapai tujuan pembelajaran (Daud, 2018). Dalam konteks pembelajaran fisika, keterampilan proses sains menjadi instrumen esensial untuk memahami konsep-konsep tersebut (Kurniawan et al., 2023). Keterampilan ini memiliki peran penting karena memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pemahaman mereka dan kemampuan dalam menggunakan serta mengidentifikasi bukti ilmiah untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Pentingnya keterampilan proses sains juga terletak pada aspek kognitif dari aktivitas tersebut (Aydoğdu et al., 2013).

Fisika, sebagai disiplin ilmu, menuntut pemahaman dalam berpikir kreatif dan kemampuan menyelesaikan masalah (Suardana, 2012). Namun, dalam situasi praktik di lapangan, seringkali peserta didik lebih cenderung menghafal rumus-rumus abstrak, sehingga mereka mengalami kesulitan dalam memahami materi yang diajarkan oleh pendidik (Fitriani et al., 2021).

Sulistiyono et al. (2019) menyatakan bahwa difraksi cahaya termasuk dalam kategori materi fisika yang bersifat abstrak, sehingga diperlukan suatu media atau alat bantu untuk menjelaskannya melalui eksperimen. Temuan penelitian oleh McDermott (2021) menunjukkan bahwa banyak peserta didik yang telah mempelajari materi difraksi cahaya mengalami kesulitan dalam konseptualisasi dan penalaran untuk menjelaskan fenomena difraksi cahaya.

Wijaya (2022) menjelaskan kesulitan dalam mempelajari materi difraksi cahaya berdasarkan hasil studi pendahuluan. Melalui penyebaran angket menggunakan *Google Form* kepada pendidik dan peserta didik dari beberapa sekolah, diketahui bahwa pendidik telah mencoba berinovasi dengan metode pembelajaran diskusi. Namun, mereka masih cenderung menggunakan metode ceramah ketika mengajar materi difraksi cahaya, disebabkan oleh ketidaktersediaan alat praktikum yang dapat membantu menjelaskan materi tersebut. Hal ini juga disebabkan oleh kurangnya keterlibatan peserta didik dalam keterampilan proses sains, seperti pengamatan, pengukuran, dan pembuatan hipotesis. Selanjutnya, Handayani (2023), dalam studi pendahuluannya, mengungkapkan bahwa di beberapa sekolah terdapat kendala yang menghambat kelancaran kegiatan pembelajaran difraksi cahaya. Faktor-faktor tersebut antara lain keterbatasan media pembelajaran, ketiadaan praktikum, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan belum mampu memberikan pemahaman konsep terhadap fenomena sehari-hari, sehingga keterampilan proses sains peserta didik belum terlatih dengan baik dan peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi tersebut.

Berdasarkan penelitian Tangkas (2014), hasilnya menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan keterampilan proses sains peserta didik yang mengikuti pembelajaran inkuiri lebih unggul dibandingkan dengan model pembelajaran lainnya. Oleh karena itu, disarankan agar model inkuiri diperkenalkan kepada peserta didik dalam konteks pembelajaran keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains dianggap sangat vital untuk dikembangkan oleh peserta didik, terutama selama proses pembelajaran,

karena dapat membentuk sikap ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah. Hal ini pada gilirannya dapat membentuk kepribadian yang kreatif, inovatif, kritis, dan kompetitif bagi peserta didik (Mutmainnah et al., 2019).

Salah satu media pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran dan kegiatan eksperimen adalah elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (*e-LKPD*). *e-LKPD* merupakan suatu bentuk lembar kerja yang disajikan secara elektronik, mempermudah peserta didik dalam memahami materi. Penggunaannya dapat dilakukan melalui berbagai perangkat seperti komputer, laptop, ponsel, dan sebagainya (Ariani & Meutiawati, 2020). Implementasi *e-LKPD* dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran karena konsep yang dipelajari dapat ditemukan sendiri oleh peserta didik, menciptakan pembelajaran yang lebih aktif.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, terlihat bahwa mata pelajaran fisika seringkali dianggap sulit untuk dipahami. Oleh karena itu, peserta didik memerlukan praktikum sebagai sarana untuk mempermudah pemahaman konsep suatu materi, termasuk difraksi cahaya. Dalam konteks ini, penerapan *e-LKPD* berbasis inkuiri diharapkan dapat memberikan dukungan yang signifikan bagi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan proses sains, terutama pada pembelajaran materi difraksi cahaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian yang telah disampaikan, maka diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kepraktisan *e-LKPD* berbasis inkuiri untuk menstimulus keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya?
2. Bagaimana keefektifan *e-LKPD* berbasis inkuiri untuk menstimulus keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan kepraktisan *e*-LKPD berbasis inkuiri untuk menstimulus keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya.
2. Mendeskripsikan keefektifan *e*-LKPD berbasis inkuiri untuk menstimulus keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Peserta Didik
e-LKPD dapat digunakan untuk menstimulus keterampilan proses sains melalui model pembelajaran inkuiri.
2. Bagi Pendidik
e-LKPD berbasis inkuiri dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam proses pembelajaran.
3. Bagi Sekolah
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi penggunaan *e*-LKPD berbasis inkuiri dalam pembelajaran.
4. Bagi Peneliti Lain
e-LKPD berbasis inkuiri digunakan sebagai bahan acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian yang berhubungan dengan permasalahan ini sehingga terdapat pembahasan yang lebih luas lagi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini:

1. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan KD 3.10 (menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi) dan KD 4.10 (melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi)
2. Penelitian yang telah dilakukan merupakan implementasi dari *e-LKPD* yang dikembangkan oleh Handayani (2023) menggunakan model inkuiri terbimbing menurut Pedaste *et al.* (2015) yang terdiri dari 5 tahap pembelajaran yaitu *orientation*, *conceptualization*, *investigation*, *conclusion*, dan *discussion*.
3. *e-LKPD* yang telah digunakan ditunjukkan untuk menstimulus keterampilan proses sains peserta didik dengan indikator keterampilan proses sains yang digunakan merupakan adaptasi dari Aktamis (2008) yang terdiri dari 6 indikator yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data, dan menyajikan hasil.
4. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan alat peraga difraksi cahaya yang dibuat oleh Wijaya (2022) dan perangkat pembelajaran yang disusun oleh Handayani (2023).
5. Kepraktisan *e-LKPD* ditinjau dari keterlaksanaan dalam proses pembelajaran yang telah dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri.
6. Keefektifan *e-LKPD* yang dimaksud pada penelitian yang telah dilakukan mengacu pada hasil belajar kemampuan proses sains peserta didik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat di abad ke-21 telah membawa transformasi signifikan dalam kehidupan sehari-hari (Benešová & Tupa, 2017). Generasi muda saat ini dihadapkan pada kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam era revolusi 4.0, yang menuntut mereka memiliki kemampuan beradaptasi dengan perubahan tersebut (Agolla, 2018). Oleh karena itu, peserta didik perlu memiliki kemampuan untuk menguasai konsep-konsep dasar dalam pembelajaran agar dapat menjawab tantangan perkembangan tersebut.

Dalam perkembangan teknologi saat ini, sebagian besar peserta didik cenderung lebih tertarik pada bahan ajar yang menggunakan media digital seperti komputer/laptop atau bahkan *smartphone*, dibandingkan dengan bahan ajar berbentuk cetak (Muslina et al., 2018). *e-LKPD*, yang merupakan singkatan dari Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik, adalah bentuk Lembar Kerja Peserta Didik yang diakses dan dikerjakan secara digital, disusun secara sistematis, dan berlangsung selama periode tertentu (Rustaman, 2018). Menurut Muslina et al. (2018), *e-LKPD* juga berfungsi sebagai alat untuk memfasilitasi proses belajar-mengajar, menciptakan interaksi yang efektif antara peserta

didik dan pendidik, dan meningkatkan aktivitas peserta didik untuk meningkatkan hasil belajar. Penggunaan *e-LKPD* juga memiliki potensi untuk mengubah persepsi peserta didik terhadap membaca dan konsumsi materi secara lebih interaktif dan nyaman. *e-LKPD* menyediakan fitur-fitur seperti audio dan visual yang dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, sehingga dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk mengikuti setiap tahapan pembelajaran (Savery, 2006).

e-LKPD yang digunakan terdapat 1) Video fenomena difraksi cahaya, sehingga peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan konsep difraksi cahaya dengan benar; 2) Diskusi kelompok, sehingga peserta didik mampu menganalisis pengaruh kisi difraksi terhadap lebar dan intensitas terang pusat, serta jarak antara kisi difraksi ke layar terhadap lebar dan intensitas terang pusat pada pola difraksi dengan benar; 3) Kegiatan percobaan, sehingga peserta didik mampu membuat, menginterpretasi, dan menyimpulkan data/tabel hasil percobaan jarak antara kisi difraksi ke layar terhadap lebar dan intensitas terang pusat pada pola difraksi dengan benar.

Pendapat yang telah diungkapkan mengenai lembar kerja peserta didik menyoroti bahwa *e-LKPD* memiliki peran penting dalam memberikan pengalaman pembelajaran. *e-LKPD* bervariasi dalam bentuk, tujuan, karakteristik, dan struktur, yang semuanya menggabungkan multimedia untuk mendukung dan memfasilitasi kegiatan belajar mengajar. Hal ini bertujuan untuk menciptakan interaksi yang efektif antara pendidik dan peserta didik. Dengan menggabungkan pendekatan inkuiri dalam *e-LKPD*, penelitian ini dapat memberikan wadah pembelajaran yang interaktif, mendalam, dan merangsang keterampilan peserta didik dalam memahami dan mengaplikasikan konsep difraksi cahaya.

2.1.2 Model Pembelajaran Inkuiri

Pembelajaran fisika di sekolah menengah memiliki tujuan untuk mendidik dan melatih peserta didik agar mengembangkan kompetensi dalam observasi, eksperimentasi, berpikir ilmiah, dan berperilaku ilmiah (Sulistiyono et al., 2019). Proses pembelajaran ini membawa peserta didik melalui serangkaian kegiatan yang dimulai dari merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, menarik kesimpulan sementara, dan menguji kebenaran dari kesimpulan tersebut. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual fisika, tetapi juga terlibat aktif dalam rangkaian aktivitas ilmiah yang mendukung perkembangan keterampilan berpikir kritis dan metode ilmiah.

Inkuiri dalam pendidikan sains memiliki sejarah yang panjang dan kompleks, dengan istilah "inkuiri" ditarik dari konsep para pendidik utama seperti Linn et al. (2006). Linn et al. (2006) mengaitkan inkuiri dengan pengalaman dan merinci pola inkuiri yang berakar pada budaya manusia, bahasa, dan pengalaman sehari-hari. Mereka menekankan bahwa pengalaman belajar harus bersifat kolaboratif dan ditempatkan dalam kerangka rekonstruksi pengetahuan. Selain itu, Linn et al. (2006) menyoroti peran refleksi, menggambarkan tiga situasi reflektif: pra-refleksi, refleksi, dan pasca-refleksi (Garrison et al., 1999).

Bruner (1999) juga mengaitkan proses penyelidikan praktis dengan pembelajaran inkuiri. Menurutnya, proses ini mencakup cara berpikir retrospektif, yang melibatkan pengubahan skema, pengelolaan data, dan eksplorasi makna, serta cara berpikir prospektif, yang melibatkan merumuskan hipotesis baru. Keduanya dianggap sebagai ciri esensial dari pembelajaran inkuiri (Filipiak, 2011). Dengan demikian, inkuiri

dalam konteks pendidikan sains melibatkan pengalaman belajar yang kolaboratif, reflektif, dan memerlukan pemikiran retrospektif dan prospektif untuk menggali dan memahami konsep-konsep ilmiah.

Inkuiri telah menjadi pendekatan yang sangat disarankan dalam pengajaran dan pembelajaran, khususnya dalam sains, selama bertahun-tahun. Pendekatan ini mengacu pada proses pembelajaran di mana peserta didik aktif terlibat (Garrison et al., 1999). Inkuiri memiliki implikasi dalam merancang lingkungan belajar, perencanaan pengajaran, dan penilaian prestasi belajar peserta didik. Peserta didik yang belum terbiasa melakukan kegiatan penyelidikan inkuiri mungkin mengalami kesulitan dalam menjalankan prosedur ilmiah secara mandiri, sehingga diperlukan bimbingan dan arahan dari pendidik (Zaky, 2019). Untuk mengatasi hal ini, dikenallah inkuiri terbimbing, di mana peserta didik dibimbing dalam melakukan kegiatan inkuiri. Tahapan-tahapan dalam aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing, seperti yang dijelaskan oleh Pedaste et al. (2015), melibatkan orientasi, konseptualisasi, penyelidikan, kesimpulan, dan diskusi. Berikut adalah tahapan aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing menurut Pedaste et al. (2015), yang diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Inkuiri Terbimbing

Fase	Sub-fase	Definisi
<i>Orientation</i>		Proses merangsang rasa ingin tahu tentang suatu topik dan mengatasi tantangan belajar melalui pernyataan masalah
<i>Conceptualization</i>	Menanyakan	Proses menyatakan pertanyaan dan/atau hipotesis berbasis teori.
	Generalisasi Hipotesis	Proses menghasilkan pertanyaan penelitian berdasarkan masalah yang dinyatakan.
<i>Investigation</i>		Proses perencanaan eksplorasi atau eksperimen, pengumpulan dan analisis data berdasarkan rancangan eksperimen atau eksplorasi.

Fase	Sub-fase	Definisi
	Eksplorasi	Proses pembuatan data yang sistematis dan terencana berdasarkan pertanyaan penelitian.
	Percobaan	Proses merancang dan melakukan percobaan untuk menguji hipotesis.
	Interpretasi Data	Proses membuat makna dari data yang dikumpulkan dan mensintesis pengetahuan baru.
<i>Conclusion</i>		Proses penarikan kesimpulan dari data. Membandingkan kesimpulan yang dibuat berdasarkan data dengan hipotesis atau pertanyaan penelitian.
<i>Discussion</i>		Proses penyajian temuan dari fase tertentu atau seluruh siklus penyelidikan dengan berkomunikasi dengan orang lain dan/atau mengendalikan seluruh proses pembelajaran atau tahapannya dengan melakukan kegiatan reflektif.
	Komunikasi	Proses penyajian hasil dari fase inkuiri atau seluruh siklus inkuiri kepada orang lain (rekan, pendidik) dan mengumpulkan umpan balik.
	Refleksi	Proses mendeskripsikan, mengkritisi, mengevaluasi dan mendiskusikan seluruh siklus inkuiri atau fase tertentu.

(Pedaste *et al.*, 2015)

Bersumber uraian di atas, model pembelajaran inkuiri melibatkan beberapa langkah, yaitu 1) Orientasi, di mana peserta didik diminta untuk mengobservasi fenomena; 2) Konseptualisasi, di mana peserta didik akan diminta untuk membuat prediksi, merumuskan masalah, dan menyusun hipotesis; 3) Investigasi, di mana peserta didik akan diminta untuk melakukan eksperimen dan mencatat data hasil percobaan; 4) Kesimpulan, di mana peserta didik diminta untuk membuat kesimpulan berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan; 5) Diskusi, di mana peserta didik diminta untuk menyajikan hasil penyelidikan dan merespons presentasi peserta didik lain yang dapat membantu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

2.1.3 Keterampilan Proses Sains

Belajar adalah serangkaian aktivitas mental dan fisik yang bertujuan untuk mencapai perubahan tingkah laku sebagai hasil dari pengalaman individu dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Proses belajar ini melibatkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik individu (Kural & Kocakulah, 2016). Sementara itu, pembelajaran merupakan serangkaian proses untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang melibatkan hubungan antara peserta didik dan pendidik, dengan tujuan mencapai suatu tujuan atau target tertentu (Ariani & Meutiawati, 2020).

Dalam dunia fisika, banyak permasalahan yang dihadapi oleh para fisikawan cenderung bersifat tidak terstruktur. Artinya, permasalahan tersebut tidak memiliki solusi yang jelas dan membutuhkan pendekatan fisika inovatif untuk mendapatkan solusi yang memuaskan (Collins et al., 2016). Sebagai hasilnya, pembelajaran fisika tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep, tetapi juga melibatkan kemampuan untuk menghadapi permasalahan fisika yang kompleks dan memerlukan pemikiran kreatif dan inovatif.

Sains memerlukan kemampuan untuk menerapkan metode ilmiah, dan ilmuwan perlu memiliki seperangkat keterampilan yang dikenal sebagai Keterampilan Proses Sains (KPS) untuk melakukan penyelidikan ilmiah. KPS menjadi sangat penting dalam pembelajaran fisika karena erat kaitannya dengan pendekatan saintifik dan melibatkan keterampilan kognitif, manual, dan kontrol (Rustaman, 2018). Dalam kajian sains, terdapat tiga dimensi utama, yaitu dimensi produk, proses, dan sikap ilmiah (Linn et al., 2006). Hal ini menekankan bahwa tujuan pembelajaran tidak hanya terfokus pada pengembangan aspek pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan dan peningkatan keterampilan dan sikap.

Dengan kata lain, peserta didik harus dapat mengintegrasikan antara keterampilan, pengetahuan, dan sikap mereka untuk mencapai pemahaman yang holistik tentang konsep sains. Pendekatan ini mencerminkan sifat komprehensif dari pembelajaran sains, yang tidak hanya bertujuan untuk mentransfer pengetahuan, tetapi juga untuk melatih peserta didik agar memiliki keterampilan dan sikap ilmiah yang diperlukan dalam memahami dan menjelaskan fenomena ilmiah.

Pembelajaran yang memberikan prioritas pada pemahaman konseptual tidak dapat dipisahkan dari keterampilan proses sains, karena keterampilan ini memiliki peran sentral dalam pembelajaran yang berfokus pada pemahaman (Sulistiyono et al., 2019). Keterampilan proses sains menjadi elemen kunci untuk memahami bagaimana konsep-konsep ilmiah diperoleh (Permana et al., 2019). Oleh karena itu, pendidik perlu menitikberatkan pada pengajaran keterampilan sains, baik itu berupa fakta, konsep, maupun teori, melalui penyelidikan ilmiah oleh peserta didik (Manurung & Panggabean, 2020). Keterampilan proses sains memiliki peran penting dalam pengembangan pemahaman serta kemampuan mengidentifikasi bukti ilmiah untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan (Alberida et al., 2019).

Beberapa standar dalam keterampilan proses sains mencakup mengamati, mengukur, bereksperimen, dan memproses data (Setyowati et al., 2020). Secara lebih rinci, Permana et al. (2019) menjelaskan bahwa terdapat 10 indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan eksperimen, memanipulasi bahan dan peralatan, menemukan kesimpulan, menerapkan, dan mengkomunikasikan. Manurung & Panggabean (2020) menyatakan bahwa keterampilan proses sains dasar (basic) merupakan prasyarat

atau dasar dalam mempelajari keterampilan proses sains terpadu (*integrated*). Indikator keterampilan sains dasar mencakup *observing, measuring, inferring, classifying, predicting*, dan *communicating*. Sementara itu, indikator keterampilan proses sains terpadu melibatkan *controlling variables, hypothesizing, experimentation*, dan *data interpreting*.

e-LKPD dalam penelitian ini menggunakan indikator keterampilan proses sains yang diadaptasi dari Aktamis (2008), diantaranya merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data, dan menyajikan hasil. Indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Proses Sains

Indikator KPS	Sub Indikator
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

(Aktamis, 2008)

Dengan merinci uraian di atas, dapat dikatakan bahwa keterampilan proses sains mencakup semua keterampilan ilmiah yang digunakan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep teori ilmiah. Indikator keterampilan proses sains yang akan diterapkan dalam *e-LKPD* telah disesuaikan dari konsep Aktamis (2008), melibatkan langkah-langkah seperti 1) Merumuskan masalah pada tahap orientasi dan konseptualisasi, 2) Membuat hipotesis pada tahap konseptualisasi, 3) Menentukan variabel pada tahap investigasi, 4) Menguji hipotesis pada tahap investigasi, 5) Menyajikan data pada tahap kesimpulan, dan 6) Menyajikan hasil pada tahap diskusi.

2.1.4 *Hands On Activity*

Hands-on activity merupakan pendekatan pembelajaran dengan melibatkan tindakan atau perbuatan, yang memungkinkan peserta didik menjadi terampil dalam proses belajar. Pembelajaran *hands-on activity* tidak hanya berfokus pada pengelolaan atau modifikasi materi, tetapi juga melibatkan penyelidikan mendalam dengan menggunakan ide, objek, dan materi. Hal ini mencakup tingkat kedalaman pengamatan terhadap penyelidikan yang dilakukan (Sadi & Cakiroglu, 2011). Melalui *hands-on activity*, pendidik memiliki kesempatan untuk menggunakan bahan-bahan sederhana yang mudah diperoleh di dalam kelas, menarik perhatian peserta didik, serta menjadikan pembelajaran lebih menyenangkan. Holstermann et al., (2010) menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara *hands-on activity* dan keterampilan proses sains peserta didik, di mana keterampilan proses sains cenderung meningkat ketika pembelajaran dilakukan dengan pendekatan *hands-on activity*.

Hands-on activity merupakan metode pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif dan pusat pada peserta didik, memotivasi mereka untuk menemukan dan mengembangkan konsep atau ide baru. Pendekatan ini merangsang pemikiran kreatif dan kritis serta mendorong peserta didik untuk melakukan tindakan lebih lanjut, seperti mempelajari lebih mendalam dan melakukan eksperimen mandiri di lingkungan mereka (Snětinová et al., 2018). Pendekatan *hands-on activity* memberikan keuntungan langsung bagi pendidik dan peserta didik, karena memungkinkan pelaksanaan eksperimen dengan persiapan minimal. Berbeda dengan eksperimen konvensional yang sering melibatkan prosedur rumit, pendekatan *hands-on activity* memungkinkan peserta didik memahami materi secara langsung

karena menggunakan benda-benda yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari (Vollmer & Möllmann, 2012).

Ada dua metode utama untuk melakukan eksperimen dalam proses pembelajaran. Metode pertama melibatkan pendidik dalam menjalankan eksperimen (kegiatan yang bersifat pasif bagi peserta didik), sedangkan metode kedua melibatkan peserta didik dalam menjalankan eksperimen sendiri (keterlibatan aktif). Dari kedua metode tersebut, keterlibatan aktif dari peserta didik memegang peran yang lebih signifikan (Snětinová et al., 2018). Pemahaman materi fisika dapat ditingkatkan melalui pendekatan aktif, kooperatif, atau kolaboratif, di mana peserta didik terlibat dalam berbagai kegiatan pembelajaran yang dipandu oleh pendidik sebagai pembimbing. Strategi-strategi yang mendukung proses ini melibatkan interaksi, eksperimen, dan demonstrasi (Demircioglu & Ucar, 2015).

Hands-on activity adalah kegiatan yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam eksplorasi informasi, bertanya, melakukan aktivitas, menemukan, mengumpulkan data, menganalisis, dan membuat kesimpulan sendiri (Handayani et al., 2019). Kegiatan *hands-on activity* dirancang untuk mendorong partisipasi aktif peserta didik dalam membangun keterampilan berpikir melalui praktik merancang eksperimen dengan menggunakan alat, mencari informasi, mengumpulkan data, menganalisis, dan membuat kesimpulan dari hasil kegiatan praktik (Tu et al., 2018). Melalui praktik, pengalaman, dan aktivitas *hands-on activity*, pembelajaran dapat menghasilkan perubahan pada pemahaman peserta didik. *Hands-on activity* dapat membantu peserta didik bergerak atau bekerja secara ilmiah dan menyampaikan pengetahuan dengan optimal melalui kegiatan praktik (Jannah, 2017).

Sesuai dengan penjelasan tersebut, partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran dengan menerapkan keterampilan proses sains dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep yang diajarkan. Penerapan keterampilan proses sains terjadi melalui kegiatan praktik atau *hands-on activity*. Dalam konteks penggunaan *e-LKPD*, *hands-on activity* diterapkan pada tahap investigasi, di mana peserta didik akan terlibat dalam eksperimen. Hal ini menyediakan latihan yang efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik.

2.1.5 Teori Konstruktivis Sosial

Teori pembelajaran konstruktivis sosial adalah kerangka teori yang melibatkan pembentukan konsep pemikiran peserta didik melalui interaksi dengan lingkungan sosial dan fisik. Dalam pendekatan konstruktivis sosial, penekanan diberikan pada konteks sosial dalam proses pembelajaran di mana pengetahuan ditingkatkan dan dikembangkan melalui kegiatan berkelompok (Saraswati & Agustika, 2020). Teori ini menitikberatkan pada upaya peserta didik untuk aktif terlibat dalam proses pembentukan pengetahuan di dalam diri mereka. Pengetahuan ilmiah diperoleh melalui komunikasi antar peserta didik yang melibatkan proses kerjasama (Tan et al., 2020).

Pembelajaran dengan kegiatan belajar berkelompok melibatkan peserta didik dalam pengalaman belajar yang melibatkan kerjasama dan bimbingan dari pendidik. Pendekatan ini bertujuan memberikan pembelajaran yang memiliki makna bagi peserta didik. Peran pendidik sangat penting sebagai pembimbing peserta didik, hal ini juga diungkapkan oleh Alberida *et al.* (2019), jika sebagai pendidik harus menggunakan metode pengajaran, antara lain: a) Pembelajaran harus berpusat ke peserta didik; b) Bersifat kolaboratif sehingga membuat peserta didik memiliki interaksi sosial dan bekerja dalam kelompok

untuk memecahkan masalah; c) Setiap kegiatan peserta didik harus dibimbing oleh pendidik agar terbentuk konstruktivis sosial.

Dari penjelasan tersebut, dapat dijelaskan bahwa konstruktivisme sosial merupakan teori belajar yang membentuk pemahaman peserta didik melalui interaksi dan kerjasama. Dalam penelitian ini, teori belajar konstruktivisme sosial diterapkan pada tahap inkuiri terbimbing, yaitu 1) *Investigation*, di mana peserta didik melakukan praktikum dengan kelompoknya; 2) *Conclusion*, di mana peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya untuk membuat kesimpulan berdasarkan hasil percobaan; 3) *Discussion*, di mana peserta didik bersama dengan kelompoknya menyajikan hasil percobaan dan mendapatkan tanggapan dari kelompok lain.

2.1.6 Ill-Structured Problem

Ill structured problem adalah jenis masalah yang dihadapi dalam praktek kehidupan sehari-hari, sehingga masalah ini biasanya memunculkan pilihan (Johansen, 1997). *Ill structured problem* adalah masalah yang melibatkan unsur-unsur yang tidak diketahui, masalah ini biasanya memerlukan integrasi beberapa konsep, mempunyai banyak solusi pemecahan masalah sehingga mengharuskan seseorang untuk mengekspresikan pendapat pribadi saat proses pembelajaran berlangsung. *Ill structured problem* muncul dari konteks yang spesifik, memiliki karakteristik yaitu aspek situasi tidak konkret, masalah tidak terdefinisi dengan baik, masalah yang dimunculkan berdasarkan pada situasi kehidupan nyata, dan akhirnya situasi yang kompleks disajikan (Chi *et al.*, 1981).

Menanamkan kebiasaan pada peserta didik untuk mempelajari konsep dari permasalahan kehidupan nyata dan melibatkan mereka secara aktif dalam proses pembelajaran dapat mendorong mereka untuk membangun kembali pemahaman mereka sendiri. Peserta didik yang

terlibat dalam pembelajaran dari situasi kehidupan nyata cenderung berusaha untuk memahami permasalahan, merencanakan solusi sesuai dengan tingkat pemikiran dan pengalaman belajar sebelumnya, kemudian melaksanakan langkah-langkah penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh. Pemecahan masalah dianggap sebagai alat yang memungkinkan seseorang untuk menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan solusi yang diperoleh sebelumnya untuk mengatasi situasi yang tidak biasa (Grandgirard et al., 2002). Dengan penerapan pembelajaran berbasis masalah, peserta didik akan membangun pengetahuan mereka sendiri, yang dapat berdampak pada retensi pengetahuan dalam ingatan anak dan pada akhirnya meningkatkan prestasi belajar mereka.

Marra *et al.* (2014) mengembangkan kerangka untuk memecahkan masalah *ill structured problem* dengan menguraikan tentang proses pemecahan masalah meliputi, *construct problem space*, *generate solutions*, dan *monitor solutions*. Aktivitas yang dilakukan peserta didik untuk menyelesaikan *ill structured problem* biasanya melibatkan peserta didik dalam proses mendefinisikan masalah, menghasilkan solusi yang mungkin, mengevaluasi solusi, menerapkan solusi yang paling layak, dan memantau pelaksanaannya (Collins *et al.*, 2016). Komponen utama dari penyelesaian *ill structured problem* mencakup kemampuan untuk membuat representasi masalah dan kemampuan untuk mengembangkan penyelesaian masalahnya. Melatihkan peserta didik membangun representasi dengan benar memungkinkan peserta didik berhasil untuk menyelesaikan masalah sehingga dapat berdampak pada hasil belajar peserta didik.

Merujuk pada beberapa pernyataan yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa *ill-structured problem* merupakan jenis masalah yang sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, sehingga mengharuskan peserta didik untuk merekonstruksi pengetahuan

mereka sendiri. Mengintegrasikan *ill-structured problem* dalam penelitian ini, khususnya pada tahap *orientation* dan *conceptualization*, bertujuan untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik, membantu mereka dalam memahami setiap konsep yang akan dipelajari. Dengan demikian, materi atau teori yang diterima oleh peserta didik tidak hanya menjadi hapalan, melainkan juga menjadi pemahaman yang lebih mendalam.

2.1.7 Alat Praktikum menggunakan Alat Peraga Difraksi Cahaya

Dalam penelitian ini, pemanfaatan alat peraga bertujuan sebagai alat bantu bagi pendidik dalam menjelaskan materi difraksi cahaya kepada peserta didik. Temuan dari penelitian Kruea-In & Thongperm (2014) mengindikasikan bahwa kendala dalam mengintegrasikan keterampilan proses sains dalam pembelajaran mencakup keterbatasan peralatan yang memadai dan ketidaktepatan alat ukur, yang dapat mengakibatkan kehilangan fokus peserta didik dan kesalahan dalam pengumpulan data. Aydoğdu et al. (2013) menyimpulkan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan media, termasuk peralatan laboratorium dan media lainnya, memberikan dampak yang lebih efektif dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan pengembangan keterampilan proses sains. Selain itu, pembelajaran berbasis aktivitas laboratorium dapat memberikan peserta didik banyak pengetahuan, dan pembelajaran sains yang mengedepankan eksperimen berkontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan proses sains peserta didik (Vijande & Soto, 2016).

Untuk memberikan peserta didik pengalaman belajar yang langsung, pendidik dapat menggunakan alat peraga dalam pembelajaran. Pemanfaatan media pembelajaran, seperti alat peraga, diakui dapat mendukung pendidik dalam melatih keterampilan proses sains peserta didik, sejalan dengan pandangan yang disampaikan oleh Dewantara et al. (2018). Hal ini juga konsisten dengan temuan Hariyadi et al. (2018)

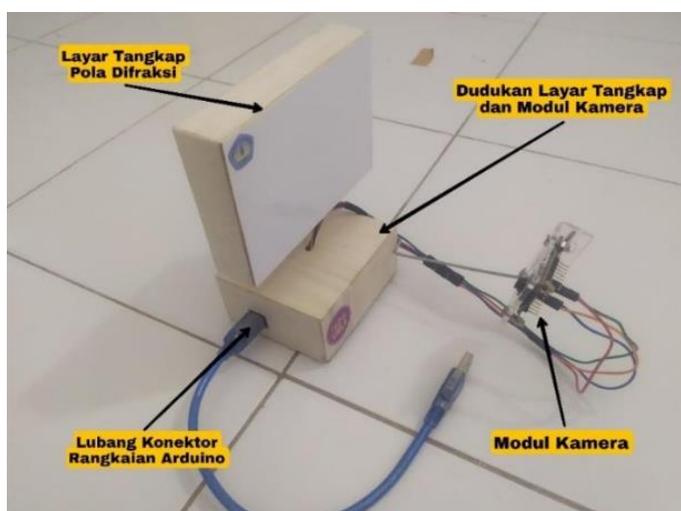
yang menyatakan bahwa penggunaan media dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam pembelajaran serta mengembangkan keterampilan proses sains. Dalam konteks ini, keterampilan proses sains memiliki keterkaitan dengan kemampuan konseptual peserta didik, yang dipengaruhi oleh kemampuan prosedur. Menurut De Jong & Ferguson-Hessler (1996), pengetahuan prosedur merujuk pada kemampuan atau tindakan dalam memanipulasi proses pembelajaran, mencakup keterampilan seperti mengidentifikasi masalah, membatasi, memilih, dan menyelesaikan masalah, yang membantu peserta didik berpindah dari satu keadaan ke keadaan lainnya.

Pada praktikum, digunakan alat peraga berupa aplikasi *tracker* yang merupakan alat analisis dan pemodelan video gratis. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan kerangka *Java Open Source Physics* (OSP), sebagaimana dijelaskan oleh Mufit et al. (2022). Beberapa fitur yang dapat dimanfaatkan dalam aplikasi *tracker* meliputi pelacakan objek, pembuatan grafik kecepatan dan percepatan, penggunaan efek khusus, penggunaan beberapa bingkai referensi, titik kalibrasi, dan *line profiles* untuk menganalisis pola difraksi dan interferensi, sebagaimana dijelaskan oleh Lee & Pyo (2003).

Keunggulan dari aplikasi *tracker* mencakup ketersediaan sebagai perangkat lunak *open source* yang mudah digunakan, kemampuan untuk dengan cepat mengakuisisi data, dan kemampuan untuk menyediakan data turunan seperti kecepatan, percepatan, sudut, dan sebagainya setelah melacak objek. Data yang dihasilkan oleh *tracker* dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik dan dapat dikendalikan. Pemilihan aplikasi *tracker* dalam penelitian ini didasarkan pada ketersediaan gratis dan fitur-fitur yang ditawarkannya. *Tracker* digunakan untuk menganalisis peristiwa fisika, seperti difraksi cahaya, yang dapat memperkuat pembelajaran fisika aktif dengan keterlibatan keterampilan proses sains. Peserta didik dapat melakukan prediksi,

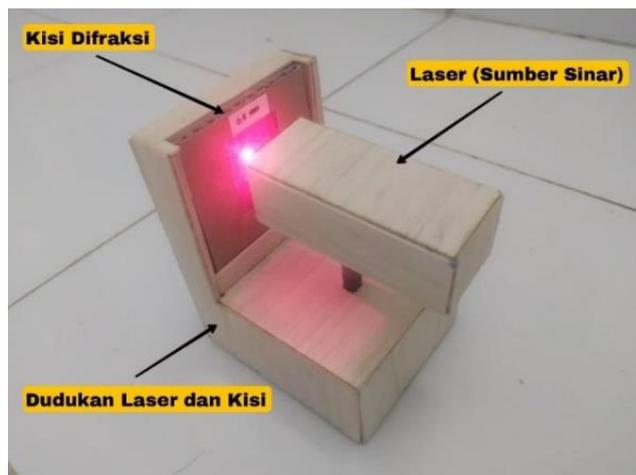
observasi, perbandingan, pemilihan data yang ingin diamati, dan saat ini *tracker* sudah dapat diakses secara daring.

Alat praktikum difraksi ini menggunakan arduino UNO sebagai kontroler dan sumber daya untuk modul kamera ESP-32. Arduino UNO berfungsi sebagai pengendali, penyedia daya untuk modul kamera, dan mempermudah proses pemrograman pada alat. Modul kamera ESP-32 dipilih karena memiliki kemampuan menangkap gambar yang lebih unggul dibandingkan modul kamera OV7670 yang sebelumnya digunakan. Keunggulan modul kamera ESP-32 juga terletak pada minimnya jumlah kabel yang diperlukan untuk menghubungkannya dengan *board* arduino UNO, berbeda dengan modul kamera OV7670. Beberapa fitur yang dimiliki oleh modul kamera ESP-32 antara lain kontrol, Wi-Fi, dan slot micro SD (Wijaya, 2022).



Gambar 1. Bagian Alat 1.

Gambar 1. merupakan gambar bagian alat 1 dalam percobaan difraksi cahaya yang digunakan peserta didik untuk menstimulus ketrampilan proses sains.



Gambar 2. Bagian Alat 2.

Gambar 2. merupakan gambar bagian alat 2 dalam percobaan difraksi cahaya yang digunakan peserta didik untuk menstimulus ketrampilan proses sains.

2.1.8 Keterkaitan Aktivitas Praktikum dengan Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains adalah suatu keahlian yang esensial untuk memahami dan mempelajari konsep fisika. Tidak hanya ilmuwan, namun setiap individu juga perlu memiliki keterampilan proses sains agar dapat mengatasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Paper et al., 2018). Kurniawan et al. (2020) menyatakan bahwa jika peserta didik memiliki keterampilan proses sains yang rendah, pendekatan pembelajaran di sekolah dapat mengoptimalkan keterlibatan peserta didik dan mendorong mereka untuk mengaplikasikan keterampilan berpikirnya. Oleh karena itu, kegiatan praktikum menjadi penting agar peserta didik dapat memahami konsep dengan baik dan meningkatkan keterampilan proses sains. Pelaksanaan kegiatan praktikum memiliki keterkaitan dengan pengetahuan konseptual dan prosedural, yang dapat mendukung peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum dengan lebih baik (Garrison et al., 1999).

Dengan menggunakan keterampilan proses sains, diharapkan peserta didik dapat menjalankan langkah-langkah metode ilmiah untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip teori belajar konstruktivis yang menekankan bahwa pembelajaran secara aktif melibatkan peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan mereka berdasarkan pengalaman (Leslie, 2016).

Dalam kegiatan praktikum yang terdapat dalam *e-LKPD*, peserta didik secara tidak langsung melibatkan diri dalam indikator keterampilan proses sains. Sebelum memulai eksperimen, umumnya pendidik memberikan rangsangan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi masalah dengan memperkenalkan fenomena terkait materi yang sedang dipelajari. Pada tahap ini, peserta didik terlibat dalam keterampilan proses sains dengan merumuskan masalah dan membuat hipotesis. Mereka dapat menyusun hipotesis mengenai dampak jarak kisi ke layar atau pengaruh ukuran kisi terhadap pola difraksi. Setelah merumuskan hipotesis, peserta didik menguji hipotesis tersebut dengan melakukan percobaan dan menentukan variabel yang dapat diamati saat memilih ukuran kisi serta menetapkan jarak yang digunakan selama eksperimen.

Indikator yang melibatkan penyajian data dapat diaplikasikan ketika peserta didik menganalisis data hasil eksperimen menggunakan aplikasi *tracker*. Mereka dapat menghasilkan grafik yang menunjukkan pola difraksi, serta nilai intensitas dan lebar terang pusat. Data-data tersebut dapat digunakan peserta didik untuk menyajikan hasil eksperimen dalam bentuk grafik atau tabel, yang nantinya mereka gunakan untuk menarik kesimpulan mengenai dampak jarak kisi ke layar dan pengaruh ukuran kisi terhadap pola difraksi yang terbentuk.

2.1.9 Teori Bermakna

Ausubel secara tegas membedakan antara pembelajaran melalui hafalan dan pembelajaran bermakna. Dalam pembelajaran melalui hafalan, terdapat sedikit atau bahkan tidak ada usaha untuk menggabungkan konsep dan proposisi baru dengan pengetahuan yang sudah ada, sedangkan pembelajaran bermakna berusaha untuk mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang relevan yang telah dimiliki (Ausubel & Piaget, 1963). Meskipun pendidik dapat merancang pengajaran dan penilaian untuk mendukung kedua jenis pembelajaran ini, namun tanggung jawab utama dalam belajar tetap berada di tangan peserta didik, dan tanggung jawab ini tidak dapat dibagi-bagi.

Manusia mengalami pembelajaran melalui tindakan berpikir, merasakan, dan bertindak, terlepas dari sejauh mana tindakan tersebut terjadi. Dalam pembelajaran berbasis hafalan, fokus seringkali hanya pada mengingat informasi, dengan sedikit keterlibatan emosional selain dari upaya memori dan motivasi ekstrinsik ketika jawaban yang benar diperoleh. Sebaliknya, dalam pembelajaran bermakna, penekanan diberikan pada bagaimana informasi baru terkait dengan pengetahuan yang sudah dimiliki, dan pemahaman yang masuk akal memberikan motivasi yang lebih bermanfaat. Apabila pembelajaran terintegrasi ke dalam aktivitas tertentu dan membantu memandu serta menjelaskan aktivitas tersebut, biasanya menghasilkan dampak positif yang lebih besar. Teori Ausubel menyatakan bahwa pengetahuan yang diperoleh melalui pembelajaran bermakna diatur dengan cara yang berbeda dari pengetahuan hasil hafalan, dan ada perbedaan dalam asosiasi afektif.

Dari penjelasan tersebut, dapat dikatakan bahwa peneliti mengimplementasikan pembelajaran bermakna melalui kegiatan

praktikum. Fokusnya adalah pada tahap investigasi, yang melibatkan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran berkelompok untuk memecahkan masalah dan menguji hipotesis. Tujuannya adalah meningkatkan pemahaman konsep dengan menghindari pembelajaran yang hanya bersifat hapalan. Sebaliknya, pendekatan ini mendorong terbentuknya pemahaman yang lebih mendalam melalui pengalaman langsung dan kolaborasi dalam konteks kelompok.

2.1.10 Pembelajaran Induktif

Menurut Albanese & Mitchell (1993), pembelajaran induktif adalah istilah umum yang mencakup berbagai metode pengajaran, termasuk pembelajaran inkuiri, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek, pengajaran berbasis kasus, pembelajaran penemuan, dan pengajaran *just-in-time*. Pendekatan ini tidak memulai pembelajaran dengan prinsip-prinsip umum yang kemudian diterapkan, melainkan dimulai dengan rangkaian pengamatan atau data eksperimen yang spesifik untuk kemudian diinterpretasikan. Hal serupa berlaku untuk studi kasus yang dianalisis atau pemecahan masalah dari situasi dunia nyata yang kompleks. Dalam upaya menganalisis data guna menemukan solusi, peserta didik kemudian merasa perlu akan fakta, aturan, prosedur, dan prinsip panduan. Pada titik tertentu, peserta didik kemudian diberikan informasi yang diperlukan atau dibimbing untuk menemukannya sendiri (Albanese & Mitchell, 1993).

Menurut Suardana (2012), metode-metode pengajaran memiliki banyak kesamaan. Selain kenyataan bahwa semuanya dapat diklasifikasikan sebagai metode induktif, semuanya menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Hal ini berarti bahwa pendekatan ini menempatkan tanggung jawab lebih besar pada peserta didik terkait pembelajaran mereka, berbeda dengan pendekatan

deduktif yang berbasis ceramah. Kesimpulan ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa peserta didik cenderung belajar dengan memasukkan informasi baru ke dalam struktur kognitif yang sudah ada. Kemungkinan besar, mereka tidak akan menyerap informasi tersebut jika tidak memiliki keterkaitan yang signifikan dengan pengetahuan dan keyakinan yang sudah mereka miliki. Dengan demikian, semua metode tersebut dapat dikategorikan sebagai metode konstruktivis. Prinsip-prinsip dasar metode ini didasarkan pada pemahaman luas bahwa peserta didik secara aktif membangun versi realitas mereka sendiri, bukan hanya menerima versi yang disampaikan oleh pendidik.

Dari penjelasan di atas, dapat dikatakan bahwa metode pengajaran induktif selalu melibatkan peserta didik dalam diskusi pertanyaan dan pemecahan masalah di kelas, menciptakan suasana pembelajaran yang aktif. Sebagian besar aktivitas, baik di dalam maupun di luar kelas, melibatkan peserta didik bekerja dalam kelompok, menciptakan pengalaman pembelajaran yang bersifat kolaboratif atau kooperatif. Metode ini diterapkan melalui model pembelajaran inkuiri yang dipandu langsung oleh pendidik.

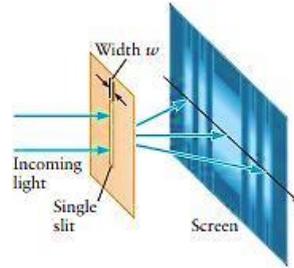
2.1.11 Difraksi Cahaya

Penelitian yang dilakukan oleh Batong & Wilujeng (2018) dalam pembelajaran difraksi cahaya dimulai dengan memperkenalkan prinsip Huygens. Pada tahap ini, peserta didik diharapkan dapat membayangkan bagaimana cahaya melewati celah sempit dan berasal dari berbagai sumber. Kesalahan umum yang ditemui pada peserta didik meliputi kurangnya kemampuan menjelaskan efek difraksi yang terjadi ketika sinar melewati celah sempit, kesulitan menghubungkan efek perbedaan fase dan panjang lintasan terhadap pola difraksi yang terbentuk, kesulitan membedakan antara optika fisis dan optika geometris, kesalahpahaman bahwa difraksi hanya terjadi karena

adanya tepian celah (efek tepi), dan keyakinan yang keliru bahwa lebar celah difraksi harus lebih kecil dari panjang gelombang agar difraksi terjadi (Tu et al., 2018).

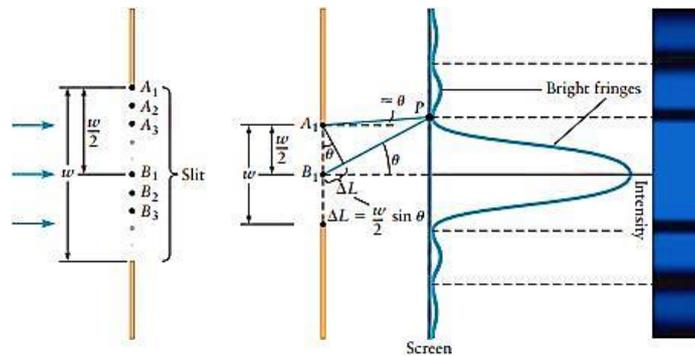
Marra et al. (2014) menemukan sejumlah kesalahan dalam pemahaman difraksi cahaya oleh peserta didik, termasuk kesalahan dalam menerapkan optika fisis dan kurangnya pemahaman kualitatif terhadap model gelombang. Kesalahan tersebut antara lain mencakup anggapan bahwa mempersempit lebar celah akan menghasilkan ukuran terang pusat yang lebih sempit, keyakinan bahwa pola difraksi hanya terjadi karena cahaya yang datang mengenai tepi celah, penggunaan perbandingan antara ukuran celah dan panjang gelombang untuk menghitung difraksi yang tidak tepat, dan pemahaman yang minim mengenai perbedaan panjang jalur (beda fase) yang diabaikan pada jarak yang jauh.

Difraksi merujuk pada fenomena pembelokan cahaya ke belakang penghalang, seperti sisi suatu celah. Secara umum, difraksi terjadi ketika gelombang melewati suatu lubang kecil, melalui atau di sekitar suatu rintangan, atau melalui tepi yang tajam (Hanik & Ngazizah, 2020). Menurut Demircioglu & Ucar (2015), difraksi adalah kejadian di mana gelombang membengkok atau tersebar saat melewati lubang atau celah yang sempit. Pola difraksi mencakup pita terang pusat, yang ukurannya dapat jauh lebih lebar daripada lebar celah yang dilalui, dibatasi oleh area gelap, dan pita terang lainnya dengan intensitas yang berkurang. Sekitar 85% daya pada berkas yang ditransmisikan akan terfokus pada pita terang pusat, yang lebarnya berbanding terbalik dengan lebar celah (Yew & Goh, 2016).



Gambar 3. Proses Penyebaran Cahaya pada Difraksi.

Pola difraksi akan lebih mudah dianalisis dengan membagi celah menjadi dua bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Analisis Pola Difraksi Cahaya.

Perlu diingat bahwa semua gelombang saat meninggalkan celah berada dalam fase. Pada Gambar 4 terlihat perbedaan panjang lintasan pada tiap titik sebesar ΔL . Dalam hal ini diasumsikan jarak layar sangat jauh dari celah sehingga semua sudut yang dilambangkan dengan θ dapat dianggap sama. Misalkan $\Delta L = \lambda/2$ sehingga gelombang dari A1 dan B1 akan berinterferensi destruktif saat mencapai titik tertentu pada layar (titik P) dan menghasilkan pinggiran yang gelap (pola gelap). Jika pada A1 dan B1 terjadi interferensi destruktif, maka secara otomatis kondisi tersebut juga berlaku pada A2 dan B2, A3 dan B3, dan seterusnya. Maka:

$$\frac{w}{2} \sin \theta = \Delta L = \frac{\lambda}{2}$$

Adapun pada pola gelap yang berada di bawah pusat, perlu ditandai dengan tanda negatif:

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

Dengan demikian pola gelap pertama berada pada sudut:

$$w \sin\theta = \pm \lambda$$

Ketika mengukur lebar terang pusat, dapat memanfaatkan pemisahan sudut dari pinggiran gelap pertama (pola gelap pertama) di kedua sisinya. Sudut pinggiran gelap pertama diberikan oleh persamaan sebelumnya, yaitu:

$$\begin{aligned} \frac{w}{2} \sin\theta &= \pm \frac{\lambda}{2} \\ \sin\theta &= \pm \frac{\lambda}{w} \end{aligned}$$

Jika sudut θ kecil (karena jarak layar yang diasumsikan jauh), maka $\sin\theta \approx \theta$ yang mengakibatkan sudut pinggiran gelap pertama sebesar:

$$\theta = \pm \frac{\lambda}{w}$$

Kedua pinggiran gelap ini terjadi di kedua sisi terang pusat, seperti pada Gambar 4, sehingga dapat dikatakan bahwa lebar sudut penuh pada terang pusat adalah 2θ .

$$\theta = 2 \frac{\lambda}{w}$$

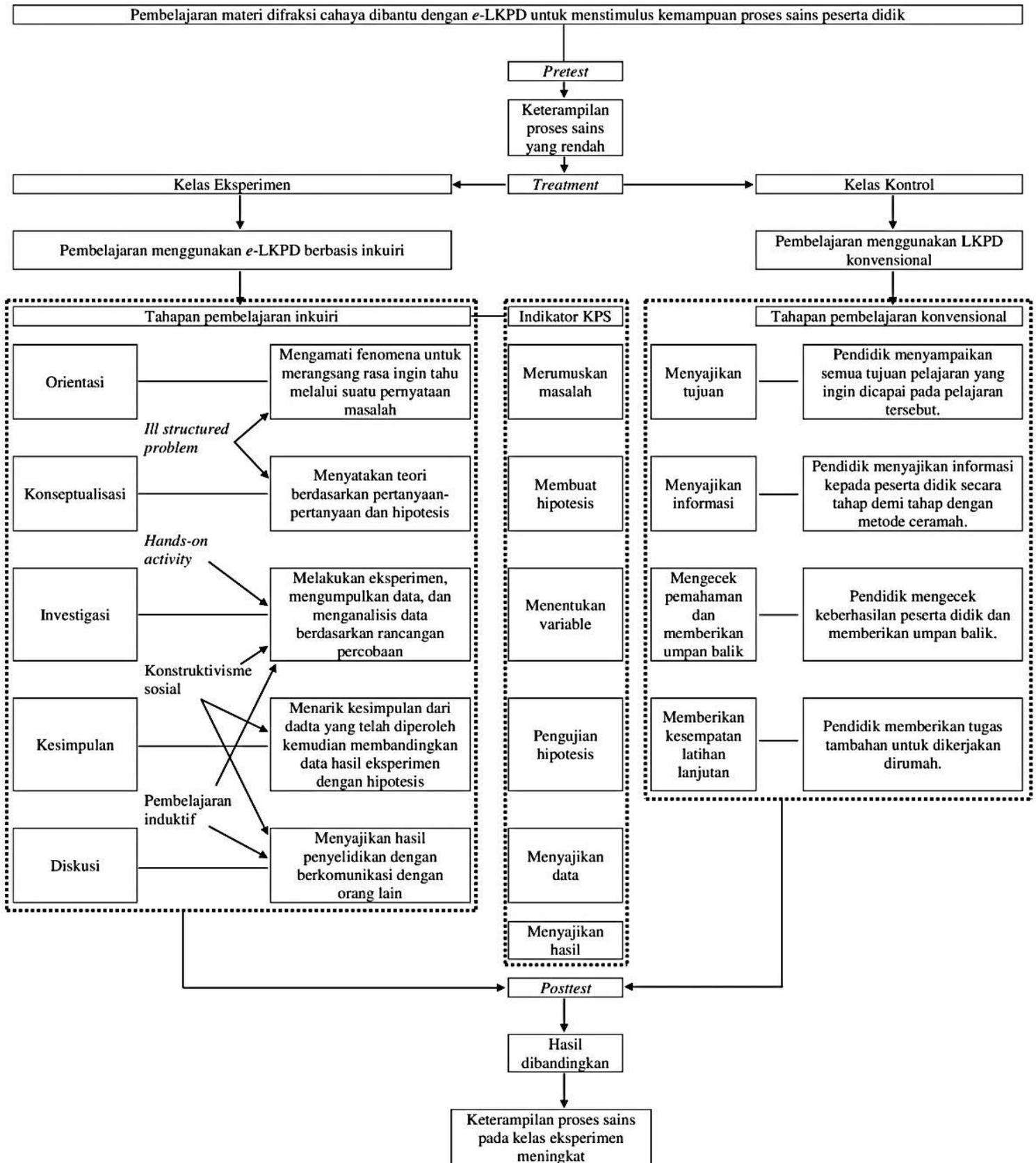
Dapat dikatakan bahwa difraksi merupakan gelombang cahaya yang saat melewati celah akan menghasilkan pola terang pusat dengan bentuk memanjang di atas rentang sudut yang diberikan oleh $\theta = 2\lambda/w$. Apabila celah yang dilewati memiliki ukuran yang lebih lebar dari panjang gelombang, maka sudut θ akan kecil, yang menyebabkan lebar dari terang pusat juga semakin kecil. Hal ini disebabkan berkas cahaya akan melewati celah dengan nyaris tidak ada efek difraksi (berkas cahaya melewati celah tanpa ada halangan). Sebaliknya, apabila lebar celah hanya beberapa kali lebih besar dari panjang gelombang (misalkan hanya 5 kali lebih besar) maka penyebaran berkas cahaya akibat difraksi akan semakin besar ditandai dengan lebar dari terang pusat yang semakin besar.

2.2 Kerangka Pemikiran

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan *e*-LKPD berbasis inkuiri untuk menstimulus kemampuan proses sains peserta didik. Penelitian ini menggunakan 2 kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas eksperimen menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional untuk menstimulus keterampilan proses sains peserta didik. *e*-LKPD yang telah digunakan pada kelas eksperimen berperan sebagai bahan ajar yang digunakan peneliti untuk menggiring perhatian peserta didik dan memberikan kesempatan kepada peserta didik bekerja secara mandiri untuk menstimulus kemampuan proses sains berbasis aktivitas inkuiri.

Sebelum diberikannya *treatment* pada 2 kelas sampel, dilakukan kegiatan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal peserta didik. Selanjutnya dilakukan kegiatan *posttest* untuk meninjau kemampuan proses sains peserta didik mengalami peningkatan setelah diberikan *treatment* yang berbeda pada 2 kelas sampel yang diteliti. Tahapan-tahapan yang telah dilakukan dalam *e*-LKPD berbasis inkuiri meliputi lima tahap yaitu tahap *orientation*, *conceptualization*, *investigation*, *conclusion*, dan *discussion*. Melalui tahapan-tahapan yang ada ini, dapat dilatihkan kemampuan proses sains peserta didik pada materi difraksi cahaya. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan secara berkelompok dan memunculkan interaksi dalam sebuah kelompok yang membuat peserta didik belajar dengan aktif. Sehingga, setelah melalui seluruh tahapan pembelajaran inkuiri, kemampuan proses sains peserta didik terlihat.

Dengan demikian, maka dibuat diagram alur kerangka pikiran tentang efektifitas *e*-LKPD berbasis inkuiri untuk menstimulus kemampuan proses sains peserta didik pada materi difraksi cahaya, sehingga membantu peserta didik dalam belajar menemukan konsep fisika dan melatih keterampilan proses sains peserta didik. Secara singkat kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Kerangka Pemikiran

2.3 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran yaitu:

1. Materi yang telah diajarkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sama yaitu tentang difraksi cahaya.
2. *Pretest* yang telah dilakukan untuk melihat keadaan awal keterampilan proses sains.
3. Motivasi belajar fisika kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap sama.
4. Faktor-faktor diluar penelitian diabaikan.

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran diatas, maka hipotesis pada penelitian ini, yaitu:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik yang menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri dengan peserta didik yang menggunakan pembelajaran konvensional pada materi difraksi cahaya.
- H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik yang menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri dengan peserta didik yang menggunakan pembelajaran konvensional pada materi difraksi cahaya.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada semester ganjil tanggal 6 November hingga 25 November tahun 2023/2024 di SMA Negeri 2 Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, Lampung. Populasi yang menjadi fokus penelitian mencakup seluruh peserta didik kelas XII di SMA Negeri 2 Kotabumi pada semester ganjil Tahun 2023/2024. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *simple random sampling*, di mana sampel diambil secara acak dari populasi tanpa memperhatikan strata yang ada, sehingga setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk menjadi sampel.

Pendekatan teknik *simple random sampling* telah diadopsi oleh pendidik yang bersangkutan. Kelas XII MIPA 2 ditetapkan sebagai kelas kontrol, sedangkan kelas XII MIPA 4 dijadikan kelas eksperimen yang diberikan perlakuan berupa *e-LKPD* berbasis inkuiri. Kegiatan pembelajaran telah dilaksanakan selama 4 pertemuan dengan setiap pertemuan memiliki alokasi waktu selama 8 jam, masing-masing kelas berdurasi 45 menit.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah *e-LKPD* berbasis inkuiri, sementara variabel terikat adalah keterampilan proses sains yang diukur melalui hasil belajar *pretest* dan *posttest*. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh *e-LKPD* berbasis inkuiri terhadap perkembangan

keterampilan proses sains peserta didik, yang diukur melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimen, yang secara sistematis menginvestigasi bagian-bagian, fenomena, dan hubungan-hubungannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quasi experimental* dengan desain penelitian *pretest-posttest control group design*, di mana satu kelas dijadikan kelas eksperimen dan kelas lainnya dijadikan kelas kontrol. Kelas eksperimen menerima perlakuan berupa *e-LKPD* berbasis inkuiri, sementara kelas kontrol menerapkan pembelajaran konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh dari keterampilan proses sains melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*.

Secara keseluruhan, desain penelitian yang akan diterapkan dapat dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Desain Penelitian Pada Kelas Eksperimen

O ₁ <i>Pretest</i>	X ₁ Penerapan model inkuiri	O ₂ <i>Posttest</i>
Melakukan <i>Pretest</i>	Memberikan instrumen berupa <i>e-LKPD</i> berbasis inkuiri	Melakukan <i>Posttest</i>
Rendahnya keterampilan proses sains	<ol style="list-style-type: none"> <i>Orientation</i>, merangsang rasa ingin tahu tentang suatu topik dan mengatasi tantangan belajar melalui pernyataan masalah <i>Conceptualization</i>, menghasilkan pertanyaan dan hipotesis penelitian berdasarkan masalah yang dinyatakan. 	Keterampilan proses sains meningkat
	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan pengamatan, peserta didik melakukan pengamatan terhadap penerapan difraksi cahaya. Menemukan masalah, peserta didik mengetahui pola difraksi cahaya yang terbentuk pada layar ketika <i>simcard</i> disinari. Menyusun hipotesis, peserta didik menuliskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah 	

O₁ Pretest	X₁ Penerapan model inkuiri	O₂ Posttest
Melakukan <i>Pretest</i>	Memberikan instrumen berupa e-LKPD berbasis inkuiri	Melakukan <i>Posttest</i>
	<p>dibuat.</p> <p>3. <i>Investigation</i>, pembuatan data yang sistematis dan terencana berdasarkan pertanyaan penelitian, merancang dan melakukan percobaan untuk menguji hipotesis, membuat makna dari data yang dikumpulkan dan mensintesis pengetahuan baru.</p> <p>4. <i>Conclusion</i>, penarikan kesimpulan dari data, membandingkan kesimpulan yang dibuat berdasarkan data dengan hipotesis atau pertanyaan penelitian.</p> <p>5. <i>Discussion</i>, penyajian hasil dari fase inkuiri atau seluruh siklus inkuiri kepada orang lain (rekan, peserta didik) dan mengumpulkan umpan balik dari mereka, mendeskripsikan, mengkritisi, mengevaluasi dan mendiskusikan seluruh siklus inkuiri atau fase tertentu.</p>	<p>4. Menentukan variabel, peserta didik menentukan variabel yang akan diamati.</p> <p>5. Melakukan percobaan, peserta didik melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis yang telah dibuat.</p> <p>6. Membuat kesimpulan, peserta didik menyimpulkan dan membandingkan dengan hipotesis yang sebelumnya telah dibuat.</p> <p>7. Menyajikan hasil penyelidikan, peserta didik mempresentasikan hasil penyelidikan.</p> <p>8. Menanggapi presentasi, peserta didik memberikan pertanyaan tanggapan mengenai hasil penyelidikan.</p>

Tabel 4. Desain Penelitian Pada Kelas Kontrol

O₃ Pretest	X₂ Penerapan pembelajaran konvensional	O₄ Posttest
Melakukan <i>Pretest</i>	Memberikan instrumen berupa lembar kerja konvensional	Melakukan <i>Posttest</i>
Rendahnya keterampilan proses sains	<p>1. Menyajikan tujuan, menyampaikan semua tujuan pelajaran yang ingin dicapai pada pelajaran tersebut.</p> <p>2. Menyajikan informasi, menyajikan informasi kepada peserta didik secara tahap demi tahap dengan metode ceramah.</p> <p>3. Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik, mengecek keberhasilan peserta didik dan memberikan umpan balik.</p> <p>4. Memberikan kesempatan latihan lanjutan, memberikan tugas tambahan untuk dikerjakan dirumah.</p>	Keterampilan proses sains meningkat

Keterangan:

O_1 : *Pretest* pada kelas eksperimen

O_2 : *Posttest* pada kelas eksperimen

X_1 : Perlakuan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri

X_2 : Perlakuan pembelajaran menggunakan pembelajaran konvensional

O_3 : *Pretest* pada kelas kontrol

O_4 : *Posttest* pada kelas kontrol

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Tahap persiapan
 - a. Menentukan populasi dan sampel penelitian.
 - b. Menyiapkan instrumen keterlaksanaan pembelajaran.

2. Tahap pelaksanaan
 - a. Kelas eksperimen

Pada kelas eksperimen, pelaksanaan kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang telah dipersiapkan sebelumnya. Dalam konteks ini, peneliti berperan sebagai pendidik yang diamati oleh seorang pengamat, yang bertugas memantau proses pembelajaran dan mengisi lembar analisis keterlaksanaan pembelajaran. Mata pelajaran fisika di kelas eksperimen (XII MIPA 4) mengadopsi *e-LKPD* berbasis Inkuiri dengan fokus pada materi difraksi cahaya. *e-LKPD* tersebut mencakup materi teoretis dan aplikasi praktis difraksi cahaya dalam situasi kehidupan sehari-hari.

Dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran, peserta didik melibatkan diri dalam lima aktivitas model inkuiri, yang dimulai dari orientasi, konseptualisasi, investigasi, kesimpulan, hingga diskusi. Semua aktivitas pada *e*-LKPD dilakukan secara berkelompok oleh peserta didik. Secara keseluruhan, pembelajaran di kelas eksperimen berjalan sesuai dengan RPP yang telah direncanakan. Hal ini terkonfirmasi melalui analisis lembar evaluasi keterlaksanaan pembelajaran, yang menunjukkan pencapaian sebesar 86,6% dan masuk dalam kategori sangat baik.

b. Kelas kontrol

Pada kelas kontrol, pelaksanaan kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang disiapkan oleh pendidik pengampu, yang menerapkan metode pembelajaran konvensional. Mata pelajaran fisika di kelas kontrol (XII MIPA 2) menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) konvensional dengan fokus pada materi difraksi cahaya. LKPD tersebut mencakup penjelasan materi dan aplikasi difraksi cahaya dalam situasi kehidupan sehari-hari.

Dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran, peserta didik di kelas kontrol terlibat dalam beberapa tahap, termasuk menyajikan tujuan pembelajaran, menyajikan informasi, mengecek pemahaman, memberikan umpan balik, dan memberikan kesempatan untuk latihan lanjutan. Metode pembelajaran konvensional ini menitikberatkan pada penyajian informasi oleh pendidik dan interaksi langsung dengan peserta didik.

Dengan demikian, kegiatan pembelajaran di kelas kontrol menyesuaikan diri dengan pendekatan tradisional yang berfokus pada LKPD konvensional.

Adapun kegiatan yang akan dilaksanakan pada tahap pelaksanaan, yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahap Pelaksanaan Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1. Peneliti mengukur kemampuan awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> materi difraksi cahaya.	1. Peneliti mengukur kemampuan awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> materi difraksi cahaya.
2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan <i>e-LKPD</i> berbasis inkuiri.	2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan pembelajaran konvensional.
3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.	3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang akan dilakukan pada tahap akhir yaitu:

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* serta instrumen pendukung penelitian lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data tes antara sebelum diberikan perlakuan dan sesudah diberikan perlakuan, untuk menentukan apakah terdapat perbedaan kemampuan proses sains peserta didik yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data uji kepraktisan dan keefektifan.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lembar Analisis Kepraktisan Pembelajaran

Lembar analisis kepraktisan pembelajaran digunakan untuk mengevaluasi keterlaksanaan pembelajaran dengan memberikan perlakuan menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri kepada peserta didik. Pengamatan dilakukan mulai dari awal hingga akhir kegiatan pembelajaran, dengan bantuan seorang pendidik fisika yang bertugas sebagai observer.

Lembar analisis yang digunakan dalam penelitian ini berupa *checklist* dengan opsi jawaban "Ya" atau "Tidak," disertai dengan alasan atau justifikasi. *Checklist* ini dirancang untuk mencatat aspek-aspek tertentu terkait dengan kepraktisan pelaksanaan pembelajaran, sehingga dapat memberikan gambaran tentang sejauh mana efektivitas dan keterlaksanaan penggunaan *e-LKPD* berbasis inkuiri dalam proses pembelajaran fisika.

2. Lembar Analisis Penilaian Keterampilan Proses Sains

Lembar analisis penilaian keterampilan proses sains digunakan sebagai alat evaluasi untuk mengamati peningkatan keterampilan proses sains peserta didik selama pembelajaran dengan menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri. Lembar analisis ini dirancang berdasarkan indikator-indikator keterampilan proses sains yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dengan menggunakan lembar analisis ini, pendidik dapat melakukan penilaian terstruktur terhadap kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan keterampilan proses sains selama kegiatan pembelajaran. Setiap indikator dapat dinilai dengan menggunakan skala atau rubrik yang telah disiapkan, memungkinkan evaluasi yang lebih objektif terhadap peningkatan keterampilan peserta didik dari sebelum hingga setelah penggunaan *e-LKPD* berbasis inkuiri dalam pembelajaran.

3. Lembar Tes Hasil Belajar

Lembar tes ini digunakan baik pada *pretest* maupun *posttest*, memiliki format soal esai, dan dirancang dengan item pertanyaan yang disusun sesuai dengan indikator keterampilan proses sains. Tujuan dari tes ini adalah untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah melibatkan *e-LKPD* berbasis inkuiri dalam proses pembelajaran.

Soal-soal esai dirancang untuk mencakup indikator keterampilan proses sains yang menjadi fokus penelitian. Dengan menggunakan lembar tes ini pada kedua waktu pengukuran (*pretest* dan *posttest*), peneliti dapat mengamati dan menganalisis peningkatan pemahaman dan penerapan keterampilan proses sains peserta didik sebagai dampak dari penggunaan *e-LKPD* berbasis inkuiri dalam pembelajaran.

3.6 Analisis Instrumen

3.6.1 Uji Validitas

Instrumen dianggap valid jika mampu mengukur dengan tepat apa yang diinginkan. Uji validitas instrumen *pretest* dan *posttest* dilakukan untuk menilai sejauh mana instrumen tes yang digunakan dapat mengukur kemampuan proses sains yang sedang dilatih. Instrumen yang valid memiliki tingkat validitas yang tinggi, sementara instrumen yang tidak valid cenderung memiliki tingkat validitas yang rendah (Arikunto, 2019).

Pengujian validitas instrumen sering melibatkan penggunaan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh *Pearson*. Rumus korelasi *product moment* dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

Keterangan:

N : Jumlah peserta didik yang dites

$\sum X$: Jumlah skor item nomor

$\sum Y$: Jumlah skor total

$\sum XY$: Jumlah (skor item x skor total)

$\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor item

$\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total

Jika nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$), maka instrumen tersebut valid. Namun, jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid. Uji validitas memiliki interpretasi koefisien validitas butir soal yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,00	Sangat Valid
0,60 – 0,79	Valid
0,40 – 0,59	Cukup Valid
0,20 – 0,39	Kurang Valid
0,00 – 0,19	Tidak Valid

(Arikunto, 2019)

Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 25.0. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan secara lengkap pada lampiran halaman 127.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Soal

No. Soal	Pearson Correlation	Keterangan
1	0,726	Valid
2	0,815	Sangat Valid
3	0,765	Valid
4	0,785	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan hasil nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} yaitu sebesar 0,339. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya diketahui bahwa 4 butir soal semuanya valid dengan nilai *Pearson Correlation* $> 0,339$.

3.6.2 Uji Reliabilitas

Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang memberikan hasil yang konsisten atau stabil ketika digunakan berulang kali untuk mengukur objek yang sama. Uji reliabilitas bertujuan untuk menilai sejauh mana instrumen *pretest* dan *posttest* dapat diandalkan dalam mengukur kemampuan proses sains dan memberikan hasil yang konsisten.

Perhitungan reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *alpha* atau disebut juga *Cronbach's alpha*. Rumus ini mengukur tingkat konsistensi internal dari sebuah instrumen. Rumusnya adalah 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

δ_i^2 : Varian soal

Tabel 8. Interpretasi Reliabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Kriteria Reliabilitas
0,80 – 1,00	Sangat Reliabel
0,60 – 0,80	Reliabel
0,40 – 0,60	Cukup Reliabel
0,20 – 0,40	Kurang Reliabel
0,00 – 0,20	Tidak Reliabel

(Arikunto, 2019)

Uji reliabilitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 25.0. Berikut merupakan hasil uji reliabilitas instrumen tes keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya yang dapat dilihat pada Tabel 9 dan secara lengkap pada lampiran halaman 128.

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas Soal

Cronbach's Alpha	Jumlah item
0,758	4

Uji reliabilitas dilakukan terhadap 34 responden dengan jumlah 4 butir soal. Reliabilitas instrumen soal pada penelitian ini diolah menggunakan model pengujian Cronbach Alpha. Berdasarkan hasil *reliability statistics* pada pengujian Cronbach Alpha menunjukkan reliabilitas instrumen soal keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya diperoleh angka 0,758 yang artinya reliabel.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data kepraktisan pembelajaran dengan teknik analisis selama kegiatan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri dan pengumpulan data keefektifan berupa data hasil aktivitas kemampuan proses sains peserta didik yang dilakukan dengan teknik analisis serta data hasil belajar peserta didik yang dilakukan dengan teknik tes.

Data hasil belajar peserta didik diperoleh melalui pemberian *pretest* kepada seluruh peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum kegiatan pembelajaran dilaksanakan. Pemberian *posttest* kepada seluruh peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah kegiatan pembelajaran dilaksanakan. Tes yang diberikan kepada peserta didik berbentuk soal yang sama dan tes ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran dilakukan dengan menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* selanjutnya akan diperoleh rata-rata nilai *N-gain*. Penilaian ini menggunakan rumus:

$$\text{Nilai hasil belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase data penilaian yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari Arikunto (2019) seperti yang terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Persentase Hasil Belajar

Persentase	Kategori
0% - 20%	Tidak terlatih
21% - 40%	Kurang terlatih
41% - 60%	Cukup terlatih
61% - 80%	Terlatih
81% - 100%	Sangat terlatih

(Arikunto, 2019)

3.8 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil kepraktisan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri, data analisis dan data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan proses sains pada materi difraksi cahaya.

1. Analisis Data Kepraktisan

Data hasil kepraktisan pembelajaran diperoleh berdasarkan pengisian lembar analisis keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri, kemudian data dianalisis menggunakan analisis persentase sebagai berikut:

$$\text{Keterlaksanaan} = \frac{\text{Jumlah aspek yang terlaksana}}{\text{Jumlah aspek yang diamati}} \times 100\%$$

Interpretasi penentuan kriteria keterlaksanaan pembelajaran yaitu pada Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria Skor Penilaian Kepraktisan

Persentase	Kriteria
0% - 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)

Kategori keterlaksanaan pembelajaran dikatakan “praktis”, apabila konversi nilai rata-rata setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh observer pada setiap pertemuan berada pada kategori tinggi atau sangat tinggi.

2. Analisis Data Aktivitas Kemampuan Proses Sains Peserta Didik

Data aktivitas kemampuan proses sains peserta didik diperoleh berdasarkan data hasil analisis peningkatan kemampuan proses sains peserta didik selama kegiatan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri, kemudian data dianalisis menggunakan analisis persentase sebagai berikut:

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

Interpretasi penentuan kategori persentase aktivitas belajar peserta didik yaitu pada Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria Persentase Aktivitas Belajar Peserta didik

Persentase (%)	Kategori
80% - 100%	Baik Sekali
60% - 80%	Baik
40% - 60%	Cukup
20% - 40%	Kurang
< 20%	Sangat kurang

(Arikunto, 2019)

3. Analisis Data Hasil Belajar

Data hasil belajar peserta didik diperoleh berdasarkan data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan proses sains peserta didik pada materi difraksi cahaya, kemudian data dianalisis menggunakan *N-gain* untuk mengetahui perbedaan *pretest* dan *posttest* kemampuan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perhitungan hasil belajar peserta didik dapat menggunakan persamaan *g* faktor (*N-Gain*) menurut Meltzer yaitu:

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

Hasil perhitungan *N-Gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kategori nilai *N-Gain*. Kategori nilai *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kategori Nilai Indeks *Gain*

Nilai Indeks <i>N-Gain</i>	Kategori
$g > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.9 Pengujian Hipotesis

Syarat untuk melakukan pengujian yang lebih lanjut adalah data tersebut berdistribusi normal atau tidak. Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data hasil belajar kemampuan proses sains peserta didik pada materi difraksi cahaya sebelum dan sesudah pembelajaran dilaksanakan.

1. Uji Normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk menguji apakah sampel penelitian berdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas data pada penelitian

ini dianalisis menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* pada *software SPSS* dengan ketentuan hipotesis pengujiannya yaitu:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dengan dasar pengambilan keputusan pada pengujian ini yaitu:

- a. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa dapat berdistribusi normal.
- b. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikan $< 0,05$, maka H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sampel dalam penelitian. Data yang homogen selanjutnya dilakukan uji hipotesis *statistic parametrik*, apabila data tidak homogen maka akan dilakukan uji hipotesis non-parametrik. Uji homogenitas ini menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

S_1^2 : Varians terbesar

S_2^2 : Varians terkecil

3. Uji Hipotesis

Pada penelitian ini untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan antara kedua kelompok sampel sebelum dan sesudah diberikan perlakuan secara signifikan maka dilakukan uji *Independents Sample T-Test*.

Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut:

a. Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan proses sains peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri dengan kelas konvensional pada materi difraksi cahaya.

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan proses sains peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis inkuiri dengan kelas konvensional pada materi difraksi cahaya.

b. Pengambilan Keputusan

Pedoman pengambilan keputusan berdasarkan taraf signifikansi = 0,05. H_0 ditolak jika $sig < \alpha = 0,05$ dan sebaliknya, H_0 diterima jika $sig \geq 0,05$.

4. *Effect Size*

Effect size digunakan untuk mengetahui besar pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis inkuiri pada materi difraksi cahaya terhadap kemampuan proses sains peserta didik. Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel kontrol dalam penelitian. Untuk menghitung *effect size* digunakan rumus *effect size* menurut Kim *et al.* (2007).

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{pooled}}$$

Keterangan:

d : *Cohen's effect size*

\bar{X}_1 : rata-rata nilai *posttest*

\bar{X}_2 : rata-rata nilai *pretest*

S_{pooled} : simpangan baku kelompok pembanding

Adapun hasil perhitungan dapat diinterpretasikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Interpretasi Nilai *Cohen's*

Interval Koefisien	Kategori
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Tinggi
0,80 – 1,000	Sangat tinggi

(Kim *et al.*, 2007)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Kepraktisan Pembelajaran

1. Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Menerapkan Model Pembelajaran Inkuiri

Uji kepraktisan pembelajaran dilakukan dengan memberikan lembar instrumen analisis keterlaksanaan pembelajaran sintaks model Inkuiri kepada observer (pendidik mata pelajaran fisika) dan lembar instrumen analisis aktivitas keterampilan proses sains peserta didik yang diamati oleh peneliti. Keterlaksanaan model pembelajaran Inkuiri dapat diketahui secara akurat menggunakan lembar analisis keterlaksanaan pembelajaran yang telah disesuaikan dengan RPP dan aktivitas keterampilan proses sains yang telah disesuaikan dengan indikator keterampilan proses sains mencakup enam indikator, yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data, dan menyajikan hasil. Hasil rata-rata skor keterlaksanaan pembelajaran model inkuiri disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Rata-rata Skor Keterlaksanaan Pembelajaran Model Inkuiri

No.	Sintaks	Keterlaksanaan (%)
1.	<i>Orientation</i>	88%
2.	<i>Conceptualization</i>	75%
3.	<i>Investigation</i>	88%
4.	<i>Conclusion</i>	100%
5.	<i>Discussion</i>	83%

Berdasarkan Tabel 15 dapat dilihat bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada sintaks *Conceptualization* memperoleh persentase terkecil, yaitu sebesar 75% dan persentase keterlaksanaan pembelajaran tertinggi berada pada sintaks *Conclusion* sebesar 100%.

2. Analisis Aktivitas Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

Pengamatan aktivitas keterampilan proses sains peserta didik selama kegiatan pembelajaran fisika menggunakan lembar analisis penilaian aktivitas keterampilan proses sains peserta didik, pengamat mengamati setiap 5 menit aktivitas keterampilan proses sains peserta didik yang dominan termasuk didalamnya pengamat menuliskan hasil pengamatannya. Hasil pengamatan terhadap aktivitas keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran inkuiri dapat dilihat pada Tabel 16.

DAFTAR PUSTAKA

- Agolla, J. E. 2018. *Human Capital in the Smart Manufacturing and Industry 4.0 Revolution*.
- Aktamis, H. & Ergin, O. 2008. The Effect of Scientific Process Skills Education on Student's Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *Jurnal Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-21.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. 1993. Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52–81. <https://doi.org/10.1097/00001888-199301000-00012>
- Alberida, H., Lufri, Festiyed, & Barlian, E. 2019. Enhancing student's science process skills through problem solving model: An effectiveness study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012181>
- Angriani, A. D., Kusumayanti, A., & Yuliany, N. 2020. *Pengembangan Media Pembelajaran Digital Book pada Materi Aljabar*. 9(2), 13-30.
- Ariani, D., & Meutiawati, I. 2020. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Discovery Learning Pada Materi Kalor Di Smp. *Jurnal Phi; Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 1(1), 13. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v1i1.6477>
- Ausubel, D. P., & Piaget, J. (n.d.). *Ausubel ' s Learning Theory*. 1–17.
- Aydođdu, B., Buldur, S., & Kartal, S. 2013. The Effect of Open-ended Science Experiments based on Scenarios on the Science Process Skills of the Pre-Service Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93(August 2015), 1162–1168. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.008>
- Azizah, H. N., Jayadinata, A. K., & Gusrayani, D. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Energi Bunyi. *Jurnal Pena Ilmiah*, 1(1): 51-60.

- Batong, J. S. T., & Wilujeng, I. 2018. Developing Web-Students' Worksheet Based on Inquiry Training for Increase Science Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012021>
- Benešová, A., & Tupa, J. 2017. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 2195–2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Bruner, J. S. 1999. The Process of Education - A Landmark in Educational Theory. *Cambridge, London: Harvard University Press*, 25, 1–97. http://beceneslp.edu.mx/PLANES2012/3er Sem/Ingl?s A1/Material/2/F bruner_discovery_learning.pdf
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121–152. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0502_2
- Collins, R. H., Sibthorp, J., & Gookin, J. 2016. Developing III-structured problem-solving skills through wilderness education. *Journal of Experiential Education*, 39(2), 179–195. <https://doi.org/10.1177/1053825916639611>
- Daud, M. 2018. Efektivitas Pembelajaran Keterampilan Proses Sains (Kps) Pada Pokok Bahasan Termodinamika Kimia Dalam Meningkatkan Kemampuan Siswa Di Sma Negeri 1 Krueng Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar Dinas Pendidikan Aceh. *Lantanida Journal*, 6(1), 90. <https://doi.org/10.22373/lj.v6i1.3157>
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. M. 1996. Types and qualities of knowledge. In *Educational Psychologist* (Vol. 31, Issue 2, pp. 105–113). https://doi.org/10.1207/s15326985ep3102_2
- Demircioglu, T., & Ucar, S. 2015. Investigating the effect of argument-driven inquiry in laboratory instruction. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 15(1), 267–283. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2324>
- Dewantara, I. G. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. G. E. 2018. Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.22441/jtm.v7i1.2124>
- Divia, B. C., Herlina, K., Viyanti, V., Abdurrahman, A., & Ertikanto, C. 2022. Learning of Inquiry Sequences-Based E-Student Worksheet Assisted by Canva to Stimulate Hands-On Skills, Mind-On Activity, and Science Process Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(3), 318–329.
- Djamarah, S. B., & Zain, A. 2014. *Strategi Belajar Mengajar* (Cet. 5). Jakarta: Rineka Cipta.

- Filipiak Ewa. 2011. *Z Wygotskim i Brunerem w tle: Słownik pięć kluczowych*.
- Fitriani, R., Astalini, & Kurniawan, D. A. 2021. Studi Ekploratif : Pengembangan Modul Elektronik pada Mata Kuliah Fisika Matematika I. *Al Ulum Sains Dan Tenologi*, 7(1), 44–51.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. 1999. Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *Internet and Higher Education*, 2(2–3), 87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- Grandgirard, J., Poinso, D., Krespi, L., Nénon, J. P., & Cortesero, A. M. 2002. Costs of secondary parasitism in the facultative hyperparasitoid *Pachycrepoideus dubius*: Does host size matter? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 103(3), 239–248. <https://doi.org/10.1023/A>
- Handayani, E. N., Ismiyatin, L., & Setiyowati, D. 2019. Tindak Tutur Ekspresif Humanis dalam Interaksi Pembelajaran. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 1(1), 111–122. <https://doi.org/10.23917/bppp.v1i1.9289>
- Handayani, M. P. 2023. Pengembangan E-Lkpd Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains Pada Materi Difraksi Cahaya. 53.
- Hanik, A., & Ngazizah, N. 2020. Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Higher Order Thinking Skills (Hots) Kelas V Madrasah Ibtidaiyah Development of Test Instruments Based on Higher Order Thinking Skills (Hots) Class V Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10, 74–84.
- Hariyadi, S., Narulita, E., & Rais, A. 2018. Perbandingan Metode Lisis Jaringan Hewan dalam Proses Isolasi DNA Genom pada Organ Liver Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 689–692.
- Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. 2010. Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>
- Jannah, N. L. 2017. Penerapan Model Pembelajaran POE (Predict , Observe , Explain) Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Pada Mata Pelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Program Studi PGMI*, 4(1), 133–150.
- Johansen, J. 1997. Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue. *Folha*, 1, 24th Feb. <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/880408-bahia-inicia-uso-de-inseto-transgenico-contra-dengue.shtml>

- Ke, F., & Grabowski, B. 2007. Gameplaying for Maths Learning: Cooperative or not? *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249–259.
- Kim, S. H., Cohen, A. S., Alagoz, C., & Kim, S. 2007. DIF detection and effect size measures for polytomously scored items. *Journal of Educational Measurement*, 44(2), 93–116. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2007.00029.x>
- Kruea-In, N., & Thongperm, O. 2014. Teaching of Science Process Skills in Thai Contexts: Status, Supports and Obstacles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 1324–1329. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.228>
- Kural, M., & Kocakulah, M. S. 2016. Teaching for hot conceptual change: Towards a new model, beyond the cold and warm ones. *European Journal of Education Studies*, 2(8), 1–40.
- Kurniawan, D. A., Darmaji, D., Astalini, A., & Muslimatul Husna, S. 2023. Study of Critical Thinking Skills, Science Process Skills and Digital Literacy: Reviewed Based on the Gender. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1741–1752. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.1644>
- Kurniawan, W., Pathoni, H., Muliawati, L., & Kurniawan, D. A. 2020. *Relationship of Science Process Skills and Critical Thinking of Students in Physics Subject*. 8(11), 5581–5588. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081162>
- Lee, C., & Pyo, K. 2003. *A Study on the Effectiveness of Online / Offline*. January 2014.
- Leslie, C. 2016. *Anderson and Krathwohl Bloom 's Taxonomy Revised*.
- Liandari, E., Siahaan, P., Kaniawati, I., & Isnaini, I. 2017. Upaya Meningkatkan Kemampuan Merumuskan Dan Menguji Hipotesis Melalui Pendekatan Keterampilan Proses Sains Dengan Metode Praktikum. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 2(1), 50–55.
- Linn, M., Davis, E., Bell, P., & Erlbaum, L. 2006. Book Review. *International Journal of Science Education*, 28(1), 95–98. <https://doi.org/10.1080/09500690500478049>
- Mahajan, G., 2012, Multimedia in Teacher Education Perceptions and Uses. *Jurnal Of Education And Practice*, 3(1) : 5 - 14.
- Manurung, S. R., & Panggabean, D. D. 2020. Improving students' thinking ability in physics using interactive multimedia based problem solving. *Cakrawala Pendidikan*, 39(2), 460–470. <https://doi.org/10.21831/cp.v39i2.28205>

- Marra, R. M., Jonassen, D. H., & Palmer, B. (2014). Why Problem-Based Learning Works : Theoretical Foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3/4), 221–238.
- McDermott, L. C. 2021. Improving the teaching of science through discipline-based education research: An example from physics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 1–12.
<https://doi.org/10.30935/scimath/9381>
- Meltzer, D. E. 2002. The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
<https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Mufit, F., Asrizal, Puspitasari, R., & Annisa. 2022. Cognitive Conflict-Based E-Book With Real Experiment Video Analysis Integration To Enhance Conceptual Understanding of Motion Kinematics. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 626–639. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.39333>
- Muslina, M., Halim, A., & Khaldun, I. 2018. Kelayakan Media Animasi Hukum Newton Ii Tentang Gerak Pada Bidang Miring Dan Katrol Di Sma Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 1(1), 64–72.
<https://doi.org/10.24815/jipi.v1i1.9568>
- Mutmainnah, S. N., Padmawati, K., Puspitasari, N., & Prayitno, B. A. 2019. Profil Keterampilan Proses Sains (Kps) Mahasiswa Profile of Science Process Skills in Biology Education Students in Terms of Academic Ability (Case Study At a University in Surakarta). *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 3(1), 49–56.
- Paper, C., Sudarmani, S., Semarang, U. N., Pujiyanto, P., Yogyakarta, U. N., Rosana, D., & Yogyakarta, U. N. 2018. *Lesson Learned : Student ' s procedural and conceptual knowledge Lesson Learned : Improving Students ' Procedural and Conceptual Knowledge through Physics Instruction with Media of Wave , Sound , and Light. October.* <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012033>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. 2015. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14(March), 47–61.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Permana, T. I., Hindun, I., Rofi'ah, N. L., & Azizah, A. S. N. 2019. Critical thinking skills: The academic ability, mastering concepts, and analytical skill of undergraduate students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i1.7626>

- Piliang, F., M. Akbar Pisnaji, Shintiya Az-Zahra, & M. Feby Khoiru Sidqi. 2021. Pengaruh Motivasi Belajar Fisika Terhadap Hasil Belajar di SMA N 5 Kota Jambi. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 11(2), 5–11.
- Rahayu, E., H. Susanto, & D. Yulianti. 2011. Pembelajaran Sains dengan Pendekatan Keterampilan Proses untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(2011), 106-110.
- Rahmasiwi, A., Santosari, S., & Sari, D. P. 2015. Peningkatan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran biologi melalui penerapan model pembelajaran inkuiri di kelas XI MIA 9 (ICT) SMA Negeri 1 Karanganyar tahun pelajaran 2014/2015. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*, 9(2013), 428–433.
- Rizal, M. 2014. Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Sains*, 2(3): 159-165.
- Rustaman, N. 2018. Modul 1 Bekerja Ilmiah. *Materi Dan Pembelajaran IPA Di SD*, 1.5.
- Sadi, Ö., & Cakiroglu, J. 2011. Effects of hands-on activity enriched instruction on students' achievement and attitudes towards science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87–97.
- Saraswati, P. M. S., & Agustika, G. N. S. 2020. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Dalam Menyelesaikan Soal HOTS Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 257. <https://doi.org/10.23887/jisd.v4i2.25336>
- Savery, J. . 2006. Overview Of Problem-based Learning : Devinition and Distinction Interdisciplinary. *Journal Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Schoevers, E. M., Leseman, P. P. M., & Kroesbergen, E. H. 2020. The Importance of Visualisation in Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1613–1634.
- Setyowati, R. N., Sari, M. M. K., & Habibah, S. M. 2020. *Improving Critical Thinking Skills of Students through the Development of Teaching Materials*. October. <https://doi.org/10.2991/icss-18.2018.50>
- Shah, R. S., Sharma, P. C., & Bhandarkar, D. S. 2015. Laparoscopic repair of Morgagni's hernia: An innovative approach. *Journal of Indian Association of Pediatric Surgeons*, 20(2), 68–71. <https://doi.org/10.4103/0971-9261.151547>

- Siswanto, S., & Susanti, E. 2019. Evaluasi Program Pendidikan Islam. In *Paramurobi: Jurnal Pendidikan Agama Islam* (Vol. 2, Issue 1, pp. 65–74). <https://doi.org/10.32699/paramurobi.v2i1.817>
- Snětinová, M., Káčovský, P., & Machalická, J. 2018. Hands-on experiments in the interactive physics laboratory: Students' intrinsic motivation and understanding. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(1), 55–75. <https://doi.org/10.26529/cepsj.319>
- Suardana, I. K. 2012. Implementasi Model Belajar Mandiri Untuk. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 45(1), 56–65.
- Sulistiyono, Mundilarto, & H, K. 2019. *Keefektifan Pembelajaran Fisika Dengan Kerja Laboratorium Ditinjau Dari Ketercapaian*. 06(1), 1–8.
- Tan, R. M., Yangco, R. T., & Que, E. N. 2020. Rolando Mango Tan, 2 Rosanelia T. Yangco, 3 Elenita N. Que 1. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*, 17(1), 159–184.
- Tangkas, I. M. 2014. Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Dan Literasi Sains Siswa Kelas X Sma PGRI 1 Amlapura. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*, 4, 1–11. http://119.252.161.254/e-journal/index.php/jurnal_ipa/article/view/410
- Tu, J. C., Liu, L. X., & Wu, K. Y. 2018. Study on the learning effectiveness of stanford design thinking in integrated design education. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su10082649>
- Vermirovsky, J. 2013. Important Of Visualization in Education. *Smantic Scholar*, 2(1), 453-463
- Vijande, J., & Soto, R. 2016. *On-line Problem Based Learning Physics Projects*. July.
- Vollmer, M., & Möllmann, K. P. 2012. Low cost hands-on experiments for Physics teaching. *Latin American Journal of Physics Education*, 6(1), 3–9.
- Wijaya, A. 2022. Pengembangan Alat Peraga Difraksi Cahaya Sederhana Berbantuan Aplikasi Tracker Dengan Modul Kamera Dan Arduino Uno Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. 159.
- Woolfolk, A., & Hoy, A. W. 2019. *Educational Psychology: Active Learning Edition*. Britania Raya: Pearson.
- Yew, E. H. J., & Goh, K. 2016. Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>

Young, H. D., & Freedman, R. A. 2012. *University Physics: with Modern Physics* (13th ed.). USA : Adisson Wesley.

Yuliati, Y. 2016. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah, *Jurnal Cakrawala Pendas*, 2(2) : 71-83.

Zaky, M. 2019. Guided Inquiry Learning Model, Simple Practicum Tool, Creative Thinking Skills. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 205.
<https://doi.org/10.20527/bipf.v7i3.6625>