

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS INKUIRI TERBIMBING
UNTUK MENSTIMULASI KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

(Skripsi)

Oleh

**MEITA PUTERI HANDAYANI
NPM 1913022021**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E*-LKPD BERBASIS INKUIRI TERBIMBING UNTUK MENSTIMULASI KETERAMPILAN PROSES SAINS PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA

Oleh

Meita Puteri Handayani

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing yang valid, praktis dan efektif untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya. Jenis penelitian ini adalah *Design and Development Research* (DDR) yang diadaptasi dari Richey & Klien (2007) dengan menggunakan uji validitas, uji kepraktisan yang terdiri dari uji keterbacaan dan uji persepsi guru, serta uji keefektifan terdiri dari, *N-Gain*, *Paired Sample T-Test* dan *Independent Sample T-Test*. Pada hasil uji validitas didapatkan rata-rata nilai dari ketiga validator sebesar 3,54, dengan rata-rata validasi materi dan desain diperoleh hasil sebesar 3,65 dengan kategori sangat valid dan validasi materi dan konstruk sebesar 3,43 dengan kategori sangat valid. Hasil uji kepraktisan diperoleh hasil rata-rata uji respon peserta didik sebesar 86% dan hasil rata-rata uji persepsi guru sebesar 88% dengan kategori sangat praktis. Sedangkan untuk uji keefektifan dapat dilihat pada hasil uji efektifitas, telah dihasilkan *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains yang valid, praktis dan efektif yang dilihat berdasarkan peningkatan keterampilan proses sains yang signifikan dilihat dari beda rata-rata kelas eksperimen dengan kelas kontrol yang signifikan dan hasil uji *N-Gain* dengan perolehan skor sebesar 0,71 dengan kategori tinggi.

Kata Kunci : *e*-LKPD, Keterampilan Proses Sains, Inkuiri Terbimbing

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS INKUIRI TERBIMBING UNTUK
MENSTIMULASI KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

Oleh

Meita Puteri Handayani

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

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



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

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS
INKUIRI TERBIMBING UNTUK
MENSTIMULASI KETERAMPILAN PROSES
SAINS PADA MATERI DIFRAKSI CAHAYA**

Nama : **Meita Puteri Handayani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022021**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**

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

Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.
NIP 19600821 198503 1 004

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

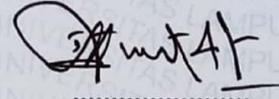
Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

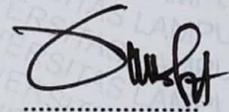
Ketua

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



Sekretaris

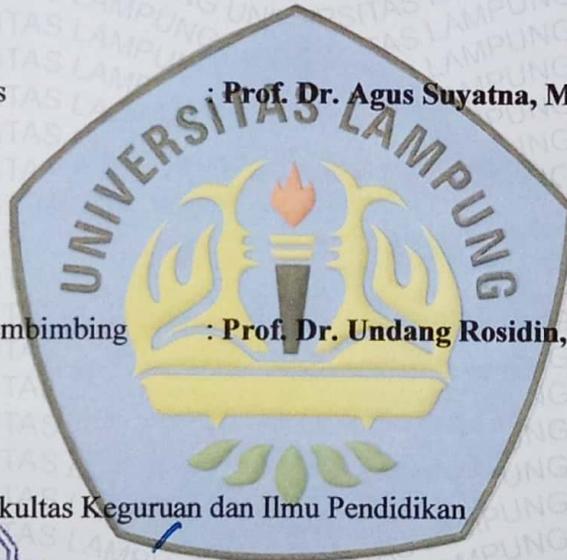
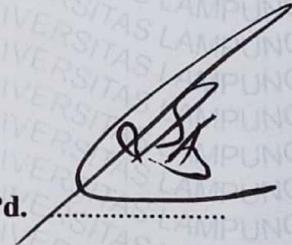
: **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

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



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Meita Puteri Handayani

NPM : 1913022021

Fakultas/Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Fisika

Alamat : Desa Blambangan, RT/RW 001/002, Kecamatan
Blambangan Pagar, Kabupaten Lampung Utara.

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

Bandar Lampung, 30 Agustus 2023



Meita Puteri Handayani
1913022021

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 19 Mei 2001. Penulis adalah putri dari pasangan Bapak As'ad Arianto dan Ibu Bertalina. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2006 di TK Assalam Blambangan. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan pada tahun 2007 di MIN Blambangan Pagar. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Abung Selatan. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Kotabumi dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan baik organisasi, magang, maupun studi independen. Penulis tergabung sebagai anggota Divisi Kreativitas Mahasiswa di Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika) dan anggota Divisi *Media Center* di Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta) serta menjadi staff Humas dan menjabat sebagai Pengurus Bidang 2 Pengkajian dan Humas GFKIP Kopma Unila. Selain itu, penulis juga mengikuti kegiatan studi independen kampus merdeka di Karier.mu dengan judul Guru Digital Abad 21. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Dwikora, Kecamatan Bukit Kemuning, Kabupaten Lampung Utara. Kegiatan tersebut bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SDN Dwikora.

Prestasi yang diraih penulis selama menempuh pendidikan sebagai Mahasiswa yaitu mendapat Juara 2 tingkat nasional dalam kompetisi nasional *Short Movie* Kopma Fair 2021 dan lolos dalam pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) pada tahun 2022.

MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka
mengubah keadaan diri mereka sendiri”*

(Q.S. Ar-Ra'd: 11)

*“Journey isn't always joyful, isn't always comfortable. But it's okay, the journey
changes you, and it should!”*

(Meita Puteri Handayani)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil Alamin, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti nan tulus kepada:

1. Orangtua tersayang, Bapak As'ad Arianto dan Ibu Bertalina yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendo'akan, dan mendukung segala bentuk perjuangan penulis. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan keberkahan untuk ayah dan ibu sampai penulis bisa membahagiakan kalian;
2. Adik penulis, Muhammad Ardiansyah yang selalu memberikan kasih sayang doa dan dukungannya;
3. Nenek penulis, Siti Aisyah yang selalu dengan tulus mendukung dan mendoakan penulis;
4. Keluarga besar tersayang yang senantiasa mendoakan memberikan dukungan, motivasi dan semangat;
5. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas;
6. Sahabat dan teman-teman penulis yang dengan setia menemani dalam perjuangan dan tulus mendampingi hingga saat ini;
7. Almameter tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, sekaligus Pembahas atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
7. Bapak dan Ibu Dosen serta staf program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam setiap proses pembelajaran;
8. Bapak M. Kholid, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Metro yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
9. Ibu Eka Yulisari Asmawati, S.Pd., M.Pd., selaku Guru Fisika SMAN 1 Metro yang telah membantu penulis untuk melaksanakan penelitian;

10. Peserta didik kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 5 SMAN 1 Metro atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
11. Rahmat Sanjaya, yang telah menemani, mendengarkan, mendoakan, memberikan semangat serta memberikan dukungan penuh kepada penulis;
12. Sahabat penulis, Mutia Ratu Insani, Noni A Somad, Lidya De Vega, dan Olivya Isabel Malau. Terimakasih telah menemani setiap proses, mendengarkan, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis;
13. Sahabat *family netherlands*, Nong, Yulinda, Tria, Fijri, Syifa, Cerli, Teddy, Fazri dan Dana. Terimakasih telah kebersamai, memberikan semangat dan memberikan banyak hal selama menjalani perkuliahan;
14. Teman-teman KKN Desa Dwikora, Mba Rieza, Andri, Fatimah dan Anisa yang selalu memberikan semangat dan terimakasih untuk 40 hari yang berkesan;
15. Teman-teman seperbimbingan (Mahasiswa bimbingan Dr. Kartini Herlina, M.Si.), yaitu Dita, Artha, dan Luqman;
16. Teman-teman seperjuangan Sigma 19 (Sinerga Mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2019);
17. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi tambahan referensi untuk penelitian lain.

Bandar Lampung, 30 Agustus 2023

Meita Puteri Handayani
1913022021

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Teori	7
2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (<i>e-LKPD</i>)	7
2.1.2 Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing	9
2.1.3 Teori Konstruktivisme Sosial	12
2.1.4 Keterampilan Proses Sains	14
2.1.5 Difraksi Cahaya	16
2.1.6 Alat Praktikum Difraksi Cahaya	20
2.1.7 Keterkaitan Praktikum dengan Keterampilan Proses Sains	24
2.2 Penelitian Relevan	25
2.3 Kerangka Pemikiran.....	28
III. METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian	31
3.2 Prosedur Pengembangan Produk	31
3.2.1 Tahap <i>Analysis</i> (Analisis).....	31
3.2.2 Tahap <i>Design</i> (Desain)	32
3.2.3 Tahap <i>Development</i> (Pengembangan).....	35
3.2.4 Tahap <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	36
3.3 Instrumen Penelitian	38
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.5 Teknik Analisis Data.....	44
3.5.1 Data untuk Kevalidan	44
3.5.2 Data untuk Kepraktisan	45
3.5.3 Data untuk Persepsi Guru terkait Penggunaan <i>e-LKPD</i>	46
3.5.4 Data untuk Keefektifan.....	46

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Hasil Penelitian	50
4.1.1 Produk.....	50
4.1.2 Hasil Validasi	52
4.1.3 Hasil Uji Kepraktisan	53
4.1.4 Hasil Uji Keefektifan.....	55
4.1.5 Analisis Data Keefektifan <i>e</i> -LKPD	56
4.2 Pembahasan.....	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Inkuiri Terbimbing	10
2. Indikator Keterampilan Proses Sains	16
3. Penelitian yang Relevan.....	25
4. <i>Storyboard</i> Lembar Kerja Peserta Didik.....	34
5. Skala Likert pada Angket Uji Validasi	38
6. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan	39
7. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan	39
8. Interpretasi Koefisien Korelasi	41
9. Hasil Uji Validitas Soal	41
10. Interpretasi Reliabilitas Instrumen	42
11. Teknik Pengumpulan Data.....	43
12. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	45
13. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	45
14. Konversi Skor Penilaian Persepsi terhadap Produk.....	46
15. Kriteria Interpretasi <i>N-Gain</i>	47
16. Hasil Rerata Skor Uji Ahli	52
17. Rangkuman Saran dan Masukan Penilaian Uji Ahli Materi dan Desain	53
18. Hasil Uji Keterbacaan	53
19. Hasil Uji Persepsi Guru	55
20. Data Kuantitatif Keterampilan Proses Sains	55
21. Rata-rata Nilai Per-Indikator Keterampilan Proses Sains.....	56
22. Data Rata-rata <i>N-Gain</i>	57
23. Hasil Uji Normalitas Data.....	57
24. Hasil Uji Homogenitas.....	58
25. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	58
26. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Analisis Pola Difraksi Cahaya	18
2. Bagian Penerima Gelombang.....	21
3. Bagian Pemancar Cahaya.....	21
4. Proses Penyebaran Cahaya pada Difraksi	23
5. Proses Penyebaran Cahaya yang Melewati Celah	24
6. Kerangka Pemikiran.....	30
7. Rancangan Desain Produk	33
8. Prosedur Pengembangan Produk	37
9. Tampilan <i>e</i> -LKPD pada <i>Platform Heyzine</i>	51
10. Grafik Hasil Rata-rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Proses Sains	63
11. Rata-rata <i>N-Gain</i> Per Indikator Keterampilan Proses Sains	65
12. Mengamati Fenomena Difraksi Cahaya.....	70
13. Contoh Jawaban Merumuskan Masalah	71
14. Contoh Jawaban Membuat Hipotesis.....	71
15. Contoh Jawaban Menentukan Variabel	72
16. Aktivitas Pengujian Hipotesis.....	73
17. Contoh Pengisian Menyajikan Data.....	74
18. Contoh Jawaban Menyajikan Hasil.....	76
19. Aktivitas Mempresentasikan Hasil Percobaan.....	76
20. Aktivitas Menanggapi dan Bertanya Hasil Presentasi Kelompok	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. <i>e</i> -LKPD	84
2. Analisis Kebutuhan Guru.....	103
3. Hasil Analisis Kebutuhan Guru	116
4. Analisis Kebutuhan Peserta Didik	122
5. Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	128
6. Angket Uji Validasi	135
7. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi.....	140
8. Angket Uji Keterbacaan.....	142
9. Rekapitulasi Hasil Keterbacaan	145
10. Angket Uji Persepsi Guru	147
11. Rekapitulasi Hasil Uji Persepsi Guru	150
12. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	151
13. Rubrik Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	155
14. Data Uji Validitas	158
15. Hasil Uji Validitas.....	160
16. Hasil Uji Reliabilitas.....	162
17. Hasil Uji Keefektifan	163
18. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	165
19. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> serta <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol.....	166
20. Analisis Butir Soal (Kelas Eksperimen)	167
21. Analisis Butir Soal (Kelas Kontrol).....	171
22. Silabus.....	175
23. RPP	177
24. Surat Izin Penelitian.....	183
25. Surat Balasan	184
26. Foto Kegiatan.....	185

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi atau industri 4.0 membawa dampak bagi segala aspek kehidupan salah satunya pada bidang pendidikan, dimana pendidikan pada industri 4.0 ini disebut sebagai pembelajaran abad 21. Keterampilan abad 21 harus dikuasai peserta didik dalam dunia pendidikan sebagai bekal untuk masuk di dunia pekerjaan di masa depan dan dapat dilatihkan melalui keterampilan proses sains (Turiman *et al.*, 2012). Keterampilan proses sains merupakan keterampilan untuk melakukan kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan praktik, dimana peserta didik dituntut untuk mengalami sendiri, menemukan, serta menghubungkan hasil percobaan dengan teori yang ada (Lestari & Diana, 2018).

Keterampilan proses sains dapat melatih kemampuan dalam melakukan suatu kegiatan yang menekankan pada proses sains sehingga menghasilkan konsep, teori, prinsip, hukum maupun fakta (Özgelen, 2012). Tuntutan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik secara langsung mengarahkan para pendidik untuk mempertimbangkan bagaimana hal ini dapat diterapkan dalam proses pembelajaran. Keterampilan proses sains proses sains dapat digali melalui kegiatan penyelidikan yang dilakukan langsung. Dalam pembelajaran fisika belum melakukan kegiatan penyelidikan dalam proses pembelajaran karena keterbatasan waktu dan media untuk melakukan percobaan (Putriyana, *et al.* 2020).

Pembelajaran fisika merupakan pembelajaran yang berkaitan erat dengan fenomena atau kejadian dalam kehidupan sehari-hari, dengan mempelajari

fenomena-fenomena tersebut dapat mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik. Dalam pembelajaran fisika peserta didik mengungkapkan bahwa mereka menemukan beberapa topik salah satunya optika yang sulit dimengerti bagi peserta didik yang belum belajar bagaimana menerapkan pengetahuan dalam situasi baru dan kehidupan nyata (Nava & Camarao, 2017). Kesulitan peserta didik dalam memahami topik optik fisis seperti difraksi cahaya salah satunya disebabkan oleh kenyataan bahwa optik fisis seperti difraksi cahaya merupakan salah satu materi yang melibatkan konsep non-intuitif. Selain itu materi difraksi cahaya juga menyebabkan beberapa kesulitan bagi guru saat memperkenalkan konsep ini kepada peserta didik (Colombo *et al.*, 1995). Menurut (Setiawan dkk., 2018) difraksi cahaya merupakan salah satu materi yang bersifat abstrak dalam pembelajaran fisika, sehingga dibutuhkan inovasi yang untuk membantu dalam memahami konsep difraksi cahaya dibutuhkan inovasi yang harus dilakukan guru baik berupa model maupun media pembelajaran agar materi yang abstrak dapat divisualkan menjadi kongkrit sehingga mudah untuk dipelajari.

Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan peneliti dengan cara menyebarkan angket analisis kebutuhan ke beberapa guru terkait pembelajaran materi difraksi cahaya di sekolah, diperoleh data dari sekolah menengah atas yang berbeda, diantaranya guru pada umumnya masih menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Discovery Learning*, dengan menggunakan metode ceramah, diskusi dan metode demonstrasi dalam menyampaikan materi difraksi cahaya. Kesulitan yang dialami guru dalam membelajarkan materi difraksi cahaya yaitu terbatasnya alat praktikum sehingga pembelajaran tidak maksimal. Hal ini menyebabkan para peserta didik memerlukan waktu yang cukup lama dalam memahami materi difraksi cahaya yang diajarkan, kemudian guru sudah menggunakan LKPD yang terdapat *link* video pembelajaran namun *link* tersebut tidak dapat dibuka secara langsung pada LKPD yang dibagikan, serta belum terdapat gambar, animasi dan latihan soal interaktif sehingga pembelajaran yang dilakukan

dinyatakan kurang begitu efektif dan belum menekankan pada keterampilan proses sains.

Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan peneliti dengan menyebarkan angket ke beberapa peserta didik mengungkapkan bahwa pembelajaran di kelas tidak menyenangkan karena peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi difraksi cahaya, kemudian terkadang materi yang dibelajarkan tidak sampai selesai karena keterbatasan waktu, sinyal, dan lain-lain terutama saat pembelajaran daring. Peserta didik mengungkapkan faktor penghambat tidak terlaksananya pembelajaran difraksi cahaya diantaranya keterbatasan media pembelajaran yang diberikan, tidak adanya praktikum, kemudian beberapa peserta didik mengungkapkan praktikum dilakukan menggunakan LKPD, namun didalam LKPD tersebut belum terdapat pemahaman konsep terhadap fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari sehingga keterampilan proses sains peserta didik belum dilatihkan dan peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi.

Salah satu model pembelajaran yang menekankan pada proses sains adalah model inkuiri terbimbing dimana pembelajaran inkuiri lebih efektif membantu peserta didik untuk memperoleh keterampilan proses sains karena peserta didik terlibat langsung dalam proses pembelajaran, seperti mengajukan pertanyaan, menguji hipotesis, dan membangun penjelasan (Siahaan *et al.*, 2020). Penggunaan pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan cara yang relevan untuk mengumpulkan informasi dan menggunakan analisis logis melalui beberapa penyelidikan fenomena sekitarnya dengan membimbing pertanyaan, sehingga peserta didik dapat memecahkan masalah berdasarkan fakta yang mereka temukan (Joyce *et al.*, 2009). Inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran dimana guru menyediakan bimbingan kepada peserta didik dengan memberikan pertanyaan awal atau fenomena tentang konsep-konsep yang akan dipelajari dan mengarahkannya ke dalam topik pembelajaran (Rismawati dkk., 2017).

Salah satu penunjang pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi yaitu bahan/media ajar. *E-LKPD* merupakan lembar kerja yang dapat mempermudah peserta didik dalam memahami suatu materi dalam bentuk elektronik yang pengaplikasiannya dapat menggunakan computer, laptop, *handphone* dan lain-lain (Putriyana *et al.*, 2020). Penggunaan *e-LKPD* akan membuat peserta didik lebih aktif mengikuti pembelajaran karena tidak hanya menjadi objek pembelajaran tetapi juga menjadi subjek pembelajaran sehingga konsep yang dipelajari ditemukan sendiri oleh peserta didik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pembelajaran fisika pada materi difraksi cahaya memerlukan media pendukung *e-LKPD* untuk membantu peserta didik memahami topik difraksi dengan mudah serta meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Oleh karena itu, peneliti melakukan pengembangan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah *e-LKPD* berbasis Inkuiri Terbimbing yang valid untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya?
2. Bagaimanakah kepraktisan *e-LKPD* berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya?
3. Bagaimanakah keefektifan *e-LKPD* berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, disusun tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan *e-LKPD* berbasis Inkuiri Terbimbing yang valid untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya

2. Mendeskripsikan kepraktisan *e*-LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya
3. Mendeskripsikan keefektifan *e*-LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Bagi Peserta Didik

Memberikan bahan ajar penunjang pembelajaran berupa *e*-LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya.

b. Bagi Guru

Memberikan sebuah solusi pembelajaran bagi guru yang mudah diakses dan dapat menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dan menstimulasi keterampilan proses sains.

c. Bagi Sekolah

Memberikan pengalaman dalam proses belajar mengajar dengan melakukan sebuah pendekatan yang dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda-beda.

d. Bagi Dunia Pendidikan

Memberikan masukan dan pemikiran dalam upaya meningkatkan kualitas proses pembelajaran fisika bagi peserta didik.

e. Bagi Peneliti Lain

Memberikan sebuah informasi terkait pembelajaran yang menggunakan *e*-LKPD untuk dapat meneruskan kembali penelitian dengan menggunakan variabel yang berbeda.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *e-LKPD* dikembangkan dengan tujuan untuk menstimulasi keterampilan proses sains.
2. *e-LKPD* dikembangkan dengan aktivitas pembelajaran model pembelajaran Inkuiri Terbimbing menurut Pedaste *et al.*, (2015) yang terdiri dari 5 tahap pembelajaran yaitu *Orientation*, *Conceptualization*, *Investigation*, *Conclusion*, dan *Discussion*.
3. Validitas *e-LKPD* dinilai oleh 3 orang ahli pembelajaran fisika yaitu 2 dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru SMA melalui pengisian angket uji validitas yang terdiri dari validasi media dan desain serta validasi materi dan konstruk.
4. Kepraktisan *e-LKPD* ini diukur melalui uji keterbacaan oleh peserta didik dan penilaian guru terhadap kesesuaian *e-LKPD* dengan tujuan pembelajaran yang dicapai. Uji keterbacaan yang diuji menggunakan lembar observasi pengguna, tujuannya yakni untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik, dan daya tarik peserta didik untuk membacanya. Penilaian oleh guru dilakukan bertujuan untuk melihat apakah *e-LKPD* yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran fisika materi difraksi cahaya.
5. Keefektifan *e-LKPD* ini diukur melalui uji *N-Gain*, uji *Paired Sample T-Test* dan uji *Independent Sample T-Test* dengan membandingkan rata-rata *pretest* dengan *posttest* dan membandingkan rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol serta nilai efektivitas ditentukan melalui *N-Gain* yang diperoleh. Perbandingan pada kelas kontrol dipandu dengan *LKPD* konvensional yang dibelajarkan oleh guru kelas tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

Lembar kerja peserta didik merupakan salah satu bahan ajar untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik. Lembar kerja peserta didik merupakan salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan oleh pendidik sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. LKPD yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi. Lembar kerja dapat bermanfaat dalam banyak hal untuk pencapaian akademis, misalnya sebagai suplemen untuk buku teks, menambahkan informasi untuk kelas tertentu, dan sebagai undangan bagi peserta didik untuk mengisi kekosongan sebagai peluang untuk membangun pengetahuan. Metode pengajaran yang tepat apabila dipasangkan dengan pertanyaan yang dirancang dengan baik di lembar kerja dapat menarik minat peserta didik (Lee, 2014).

Pada perkembangan teknologi seperti sekarang ini sebagian besar peserta didik lebih tertarik pada bahan ajar yang memanfaatkan media lain seperti komputer/laptop, bahkan smartphone dibandingkan dengan bahan ajar yang berbentuk cetak (Haryanto *et al.*, 2019). *e*-LKPD adalah LKPD interaktif yang dikerjakan secara digital dan dilakukan secara sistematis serta berkesinambungan selama jangka waktu tertentu (Ramlawati dkk., 2014). *e*-LKPD menurut Haryanto *et al.*, (2019) juga

menjadi sarana untuk membantu dan memfasilitasi kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dan guru sehingga dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar. Selain itu, penggunaan *e-LKPD* berpotensi mengubah pandangan peserta didik untuk membaca dan mengonsumsi secara interaktif dan nyaman, dimana *e-LKPD* memiliki fitur yang melibatkan audio dan visual yang dapat memberikan efek positif sehingga peserta didik diduga lebih bersemangat untuk mengikuti setiap tahapan pembelajaran yang ada (Seçer *et al.*, 2015).

Proses penyusunan lembar kerja peserta didik elektronik harus memperhatikan susunan komponen yang harus ada didalam *e-LKPD* yang akan dikembangkan. Menurut Depdiknas (2008), komponen penyusun *e-LKPD* terdiri dari delapan unsur yaitu judul, kompetensi dasar yang akan dicapai, waktu penyelesaian, peralatan/bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, informasi singkat, langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, dan laporan yang harus dikerjakan.

Menurut Trianto (2007) terdapat beberapa Kriteria *e-LKPD* yang terdiri dari menstimulasi peserta didik agar aktif, menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, mengandung pengetahuan yang holistik, serta memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik. Selain itu terdapat langkah-langkah dalam pembuatan *e-LKPD*, yaitu melakukan analisis suatu kurikulum sekolah, menyusun kebutuhan, menentukan judul, dan penulisan *e-LKPD*. Setelah pembuatan produk selesai maka akan ada evaluasi secara umum dengan kriteria yaitu pengetahuan, keterampilan, sikap, produk yang dibuat sesuai kriteria, batasan waktu, serta kunci jawaban (Damayanti dkk., 2013)

Berdasarkan pendapat di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa Kriteria *e-LKPD* terdiri dari lima karakter yaitu disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku, berorientasi pada tujuan yang telah ditetapkan dan dicapai,

berfokus pada pembelajaran yang telah ditentukan, penyajian harus memperhatikan dan menyesuaikan karakteristik kognisi peserta didik, serta *e-LKPD* harus mengarahkan dan memunculkan perkembangan kreativitas peserta didik.

2.1.2 Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Guru selain menguasai materi ajar juga harus menguasai berbagai model pembelajaran. Inkuiri terbimbing adalah model pembelajaran dimana guru menyediakan bimbingan kepada peserta didik dengan memberikan pertanyaan awal tentang konsep-konsep yang akan dipelajari dan mengarahkannya ke dalam topik diskusi (Rismawati dkk., 2017). Menurut (Nagara *et al.*, 2019) pelaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing membuat guru dapat memberi peserta didik bimbingan yang cukup luas. Peserta didik tidak merumuskan masalah, sebagian rencananya dibuat oleh guru. Dalam pembelajaran inkuiri terbimbing guru tidak melepaskan aktivitas yang dilakukan oleh peserta didik. Guru harus memberikan arahan dan bimbingan kepada peserta didik dalam melakukan kegiatan sehingga peserta didik yang memiliki daya pikir lambat atau peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir rendah tetap dapat mengikuti kegiatan yang sedang berlangsung dan peserta didik yang memiliki inteligensi tinggi tidak memonopoli kegiatan.

Pembelajaran inkuiri memberikan kesempatan berharga bagi peserta didik untuk meningkatkan pemahaman tentang sains dan praktik ilmiah. Oleh karena itu, potensi peserta didik didapatkan melalui prosedur kegiatan ilmiah yang dilakukan oleh peserta didik. Peserta didik akan memulai dari kegiatan merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, menarik kesimpulan sementara dan menguji kesimpulannya. Peserta didik yang belum terbiasa mandiri melakukan kegiatan penyelidikan inkuiri umumnya akan mengalami kesulitan untuk melakukan prosedur ilmiah, sehingga dikhawatirkan

kegiatan inkuiri tidak berjalan dengan baik (Edelson *et al.*, 1999). Untuk mengatasi hal ini, maka kegiatan inkuiri peserta didik membutuhkan bimbingan dan arahan dari guru. Pembelajaran inkuiri dengan bimbingan guru, dikenal dengan inkuiri terbimbing.

Adapun tahapan-tahapan dalam aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing menurut Pedaste *et al.*, (2015) adalah *orientation* (orientasi), *conceptualization* (konseptualisasi), *investigation* (penyelidikan), *conclusion* (kesimpulan) dan *discussion* (diskusi). Tahapan aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Inkuiri Terbimbing

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

Fase	Definisi	Sub-fase	Definisi
	atau eksplorasi.		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, guru) dan mengumpulkan umpan balik dari mereka. Diskusi dengan orang lain.
		Cerminan	Proses mendeskripsikan, mengkritisi, mengevaluasi dan mendiskusikan seluruh siklus inkuiri atau fase tertentu. Diskusi batin.

(Pedaste *et al.*, 2015)

Kelebihan dan kekurangan model pembelajaran inkuiri menurut Safitri dkk., (2021). Berikut ini adalah kelebihan model pembelajaran inkuiri :

1. Pembelajaran inkuiri berfokus pada tiga aspek hasil belajar yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik.
2. Membangkitkan motivasi peserta didik untuk belajar.

3. Pembelajaran berpusat pada peserta didik, sehingga peserta didik mampu mengkonstruksi pengetahuannya.
4. Memberikan pengalaman kepada peserta didik, sehingga terjadi proses perubahan tingkah laku yang menandakan peserta didik telah belajar.
5. Kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik dapat diberdayakan.
6. Memperbaiki keterampilan menyelidiki peserta didik.

Kekurangan model pembelajaran inkuiri sebagai berikut:

1. Membutuhkan waktu yang panjang.
2. Membutuhkan peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi.
3. Peserta didik perlu mengubah kebiasaan belajar sebelum pembelajaran inkuiri diterapkan.
4. Proses pembelajaran yang kompleks dan sulit bagi peserta didik.
5. Lebih cocok untuk peserta didik level SMA, walaupun demikian pada peserta didik SD dan SMP dapat diterapkan.
6. Jika guru tidak menguasai pembelajaran inkuiri, maka pembelajaran tidak akan efektif.

2.1.3 Teori Konstruktivis Sosial

Teori belajar konstruktivis sosial adalah teori belajar yang membangun konsep pemikiran peserta didik melalui interaksi dengan lingkungan sosial maupun fisik. Konstruktivis sosial mengacu pada konteks sosial dalam proses pembelajaran dimana pengetahuan ditingkatkan serta dikembangkan secara berkelompok (Santrock, 2009). Konstruktivis sosial menekankan peserta didik untuk menstimulasi proses pembentukan pengetahuan pada diri peserta didik. Informasi ilmu yang diperoleh didapatkan melalui komunikasi dengan peserta didik lainnya dengan demikian mental peserta didik justru terjadi lewat proses kerjasama dengan peserta didik lain (Vygotsky, 1989).

Konstruktivisme sosial suatu teori yang menganggap pengalaman peserta didik yang dapat mempengaruhi pengetahuan setiap individu tersebut. Maka, proses pembelajaran dengan aktivitas belajar berkelompok yang memberikan pengalaman belajar, bekerja sama dan bimbingan dari guru yang baik sehingga memberikan pembelajaran bermakna bagi peserta didik. Peran guru sangat penting sebagai pembimbing peserta didik, hal ini juga diungkapkan oleh Akpan *et al.*, (2020), jika sebagai guru 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 guru agar terbentuk konstruktivis sosial.

Metode pengajaran yang harus digunakan oleh guru tersebut, teori ini sangat mendukung peserta didik yang memiliki pengalaman belajar dengan interaksi sosial di kelompok. Setiap kegiatan yang akan diterapkan dengan kegiatan interaksi sosial akan membantu peserta didik dalam proses kognitifnya. Teori konstruktivisme sosial yang dipaparkan diatas dapat digunakan peneliti untuk acuan dalam mengembangkan e-LKPD dimana dalam pengembangannya akan memberikan kegiatan pembelajaran dalam kelompok.

Teori belajar konstruktivisme sosial yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu pada kelima tahap inkuiri terbimbing yaitu, pada tahap *orientation* peneliti memberikan sebuah permasalahan dan peserta didik mengidentifikasi permasalahan yang diberikan, kemudian pada tahap *conceptualization* peserta didik memberikan penjelasan mengenai pendapatnya. Pada tahap *investigation* peserta didik melakukan praktikum dengan kelompok masing-masing. Tahap *conclusion* peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya untuk membuat kesimpulan

berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, kemudian pada tahap *discussion* peserta didik bersama dengan kelompoknya mempresentasikan hasil percobaannya dan kelompok lain memberikan tanggapan.

2.1.4 Keterampilan Proses Sains

Salah satu tujuan pendidikan yang penting adalah mengajarkan peserta didik tentang hakikat sains bagaimana untuk terlibat dalam penyelidikan. Dengan kata lain peserta didik harus mengintegrasikan antara keterampilan, pengetahuan, dan sikapnya untuk mendapatkan pemahaman yang baik mengenai konsep sains. Keterampilan proses sains sangat dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana memperoleh konsep-konsep ilmiah (Rauf *et al.*, 2013). Keterampilan proses sains merupakan semua keterampilan ilmiah yang digunakan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep dan teori ilmiah. Penguasaan keterampilan proses sains tidak hanya berguna dalam sains belajar tetapi juga untuk kehidupan sehari-hari peserta didik (Sholihah *et al.*, 2020). Oleh karena itu, guru harus fokus dalam mengajarkan keterampilan sains baik berupa fakta, konsep dan teori melalui penyelidikan ilmiah peserta didik (Zeidan & Jayosi, 2015).

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan dimana peserta didik melakukan penyelidikan ilmiah untuk mendapatkan pengetahuan ilmiah (Abungu *et al.*, 2014). Keterampilan proses sains penting dikuasai oleh peserta didik untuk dapat memahami metode-metode sains, salah satunya adalah mata pelajaran fisika. Keterampilan proses sains adalah keterampilan kognitif dan psikomotor yang digunakan dalam pemecahan masalah. Keterampilan ini dapat diperoleh dan dikembangkan melalui pelatihan seperti terlibat dalam kegiatan praktikum sains. Menggunakan keterampilan proses sains adalah indikator penting dari transfer

pengetahuan yang diperlukan dalam pemecahan masalah (Akinbobola & Afolabi, 2010).

Keterampilan proses sains terbagi menjadi dua, yaitu keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terintegrasi. Keterampilan proses sains dasar meliputi kegiatan mengamati, mengklasifikasi, dan menggunakan angka. Keterampilan proses sains terintegrasi misalnya mengendalikan variabel, dan merumuskan hipotesis. Keterampilan proses sains yang baik dan efektif ditentukan oleh penguasaan keterampilan proses dasar sebelumnya (Gagne, 1965).

Standar keterampilan proses sains yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi pada penelitian yang lebih baru dari penelitian-penelitian sebelumnya, namun tetap mengedepankan hubungan antara penelitian maupun pendapat para ahli yang lebih dulu ada. Beberapa standar dalam keterampilan proses sains ini adalah mengamati, mengukur, bereksperimen, dan memproses data (Hodosyová *et al.*, 2015). Lebih detail Antrakusuma *et al.*, (2017) 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.

Zeidan & Joyosi (2015) mengungkapkan bahwa, keterampilan proses sains dasar (*basic*) merupakan prasyarat atau dasar dalam mempelajari keterampilan keterampilan proses sains terpadu (*integrated*). Indikator keterampilan sains dasar terdiri dari *observing, measuring, inferring, classifying, predicting, communicating*, sedangkan untuk indikator keterampilan proses sains terpadu terdiri dari *controlling variables, hypothesizing, experimentation*, dan *data interpreting*. 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)

Keterlibatan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran dengan menggunakan keterampilan proses sains dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep pada materi yang dipelajari. Keterampilan proses sains memiliki keterampilan terintegrasi diantaranya mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambar hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, merancang penelitian dan melakukan eksperimen (Monhardt and Monhardt., 2006)

2.1.5 Difraksi Cahaya

Peserta didik mengungkapkan bahwa mereka menemukan beberapa topik pada pembelajaran fisika salah satunya optika yang sulit dimengerti bagi peserta didik yang belum belajar bagaimana menerapkan pengetahuan dalam situasi baru dan kehidupan nyata (Nava & Camarao, 2017). Kesulitan peserta didik dalam memahami topik optik fisis seperti difraksi cahaya salah satunya disebabkan oleh kenyataan bahwa optik fisis seperti difraksi cahaya merupakan salah satu materi

yang melibatkan konsep non-intuitif. Selain itu materi difraksi cahaya juga menyebabkan beberapa kesulitan bagi guru saat memperkenalkan konsep ini kepada peserta didik (Colombo *et al.*, 1995).

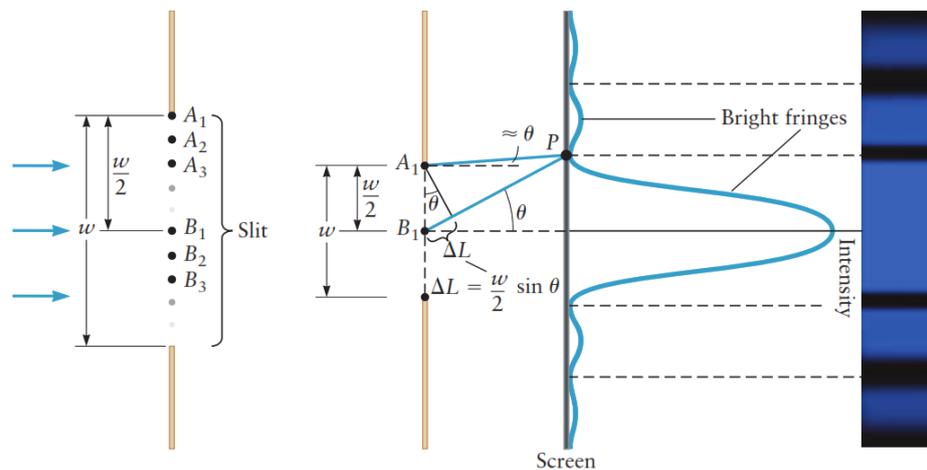
Penelitian oleh Ambrose *et al.*, (1999) mengungkapkan bahwa beberapa kesalahan dalam memahami difraksi cahaya pada peserta didik, meliputi penerapan optik geometris dan fisis yang keliru, dan kurangnya pemahaman kualitatif tentang model gelombang. Kesalahan tersebut diantaranya adalah anggapan peserta didik bahwa dengan memperkecil lebar celah maka akan menghasilkan ukuran terang pusat yang lebih sempit, keyakinan bahwa pola difraksi hanya diakibatkan oleh adanya cahaya datang yang mengenai tepian celah, penggunaan perbandingan antara ukuran celah dengan panjang gelombang untuk menghitung difraksi yang kurang tepat, serta pemahaman yang masih minim terkait perbedaan panjang jalur (beda fase) yang menyebabkan perbedaan panjang jalur diabaikan pada jarak yang jauh.

Kesalahan umum yang ditemukan pada peserta didik yaitu banyak di antara mereka belum mampu menjelaskan efek difraksi yang dihasilkan saat suatu sinar melewati celah sempit, menghubungkan efek perbedaan fase dan panjang lintasan terhadap pola difraksi yang muncul, membedakan antara optik fisis dan optik geometris, anggapan yang salah bahwa difraksi hanya peristiwa yang disebabkan oleh adanya tepian celah (efek tepi), dan keyakinan yang salah bahwa lebar celah difraksi harus lebih kecil dari panjang gelombang sebagai syarat terjadinya difraksi (Wosilait *et al.*, 1999).

Difraksi adalah pembelokan gelombang di sekitar sudut yang terjadi apabila sebagian muka gelombang dipotong oleh halangan atau rintangan (Tipler, 2001). Difraksi merupakan peristiwa pelenturan cahaya ke belakang penghalang, seperti misalnya sisi dari suatu celah. Secara umum, difraksi terjadi ketika gelombang melewati lubang kecil,

di sekitar rintangan, atau melewati tepi tajam (Halliday & Resnick, 2010).

Pada penelitian ini, peneliti akan mengasumsikan bahwa difraksi yang terjadi merupakan difraksi Fraunhofer dengan menggunakan satu celah (*single slit*). Namun, pada penelitian ini tidak menggunakan dua buah lensa konvergen sebagai syarat terjadinya difraksi Fraunhofer secara ideal, akan tetapi penulis hanya mengasumsikan peristiwa difraksi yang terjadi sebagai difraksi Fraunhofer sehingga sumber cahaya yang datang kita anggap sebagai sumber cahaya yang sejajar. Selain itu, lebar celah difraksi yang digunakan juga akan diasumsikan sangat kecil sehingga setiap celah adalah sumber titik. Pola difraksi akan lebih mudah dianalisis dengan membagi celah menjadi dua bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Analisis Pola Difraksi Cahaya

Perlu diingat bahwa semua gelombang saat meninggalkan celah berada dalam fase. Pada Gambar 2 terlihat bahwa perbedaan panjang lintasan pada tiap titik sebesar ΔL . Dalam hal ini kita asumsikan 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 berdifraksi destruktif saat mencapai titik tertentu pada layar

(titik P) dan menghasilkan pinggiran yang gelap (pola gelap). Jika pada A1 dan B1 terjadi difraksi destruktif maka secara otomatis kondisi tersebut juga berlaku pada A2 dan B2, A3 dan B3, dan seterusnya. Maka kita punya:

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

Adapun 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, kita 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 2 Sehingga dapat kita katakan bahwa lebar sudut penuh pada terang pusat adalah 2θ .

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

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa difraksi merupakan gelombang cahaya yang saat melewati celah akan menghasilkan pola terang pusat dengan bentuk memanjang di atas rentang sudut yang

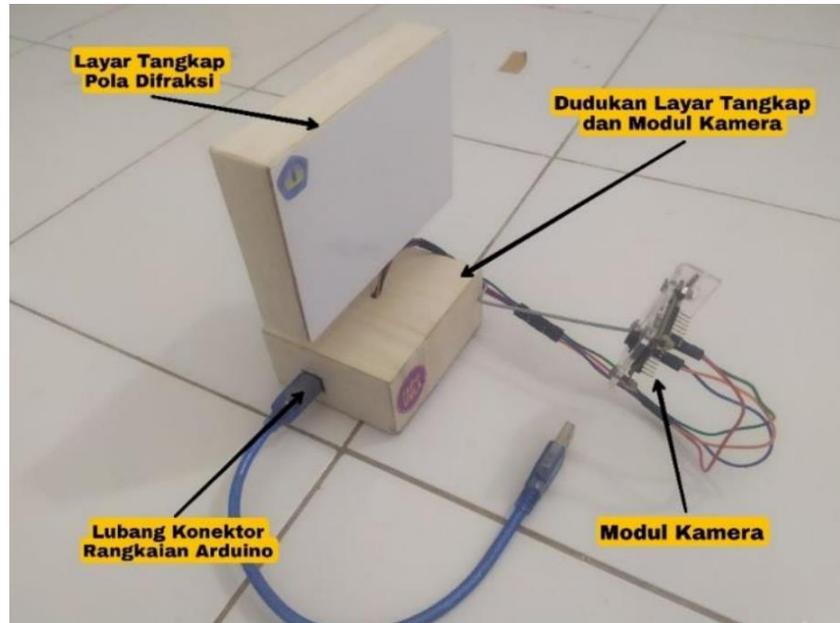
diberikan oleh $\theta = 2\lambda/w$. Apabila celah yang dilewati memiliki ukuran yang lebih lebar dari panjang gelombang maka sudut θ akan kecil, yang menyebabkan lebar dari terang pusat juga semakin kecil

2.1.6 Alat Praktikum Difraksi Cahaya

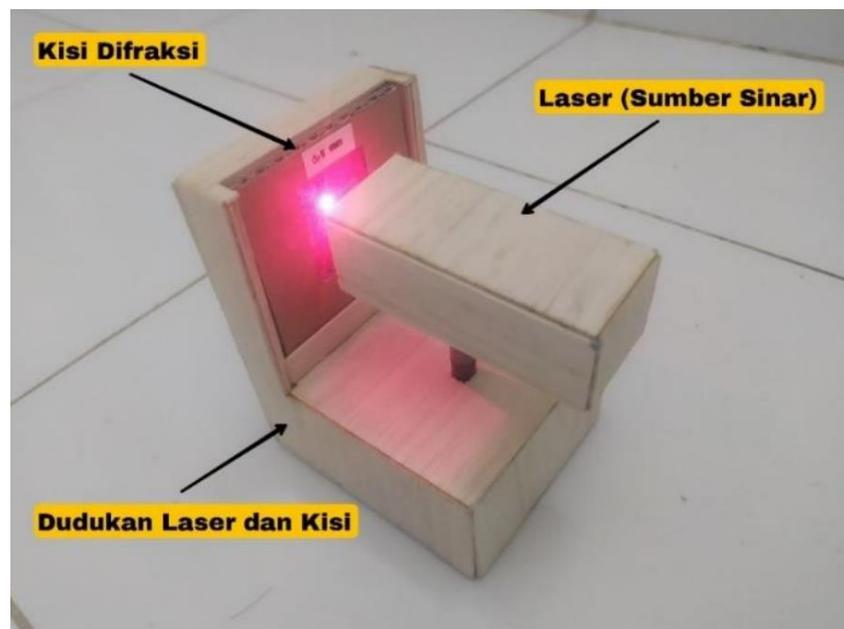
Pembelajaran fisika seringkali membutuhkan media tambahan untuk menjelaskan materi melalui kegiatan eksperimen, salah satunya alat praktikum (Herlina *et al.*, 2022). *e-LKPD* yang dikembangkan pada penelitian ini didasarkan oleh alat praktikum yang dikembangkan oleh Wijaya *et al.*, (2022). Alat praktikum difraksi ini berbasis arduino UNO yang dilengkapi dengan modul kamera ESP-32. Fungsi arduino UNO digunakan sebagai kontroler, penyuplai daya kepada modul kamera, serta mempermudah dalam melakukan pemrograman pada rangkaian alat. Modul kamera ESP-32 digunakan karena memiliki fitur dan kemampuan menangkap gambar yang lebih baik dibandingkan modul kamera OV7670 yang sebelumnya digunakan. Selain itu, modul kamera ESP-32 tidak membutuhkan banyak kabel untuk menghubungkannya dengan board arduino UNO, berbeda dengan modul kamera OV7670. Beberapa fitur yang terdapat pada modul kamera ESP-32 yaitu bluetooth, *Wi-Fi*, dan slot micro SD (Wijaya *et al.*, 2022).

Alat praktikum ini memanfaatkan fitur *Wi-Fi* yang terdapat pada modul kamera ESP-32. Fitur tersebut digunakan sebagai pentransfer gambar menuju web server yang dapat diakses melalui laptop atau smartphone dengan syarat harus terkoneksi dengan jaringan yang sama pada modul kamera ESP-32. Selain menggunakan arduino UNO dan modul kamera ESP-32, pembuatan alat praktikum ini juga memanfaatkan bahan-bahan yang tidak terpakai dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar, di antaranya adalah kardus bekas, pena bekas, potongan sim-card, sedotan, serta gantungan pakaian dari kawat. Alat praktikum ini terdiri dari dua bagian utama yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Bagian

pertama terdiri dari dudukan layar tangkap dan modul kamera, layar tangkap pola difraksi, modul kamera ESP-32, serta lubang konektor arduino. Bagian kedua terdiri dari dudukan laser dan kisi, kisi difraksi, serta laser yang digunakan sebagai sumber sinar (Wijaya *et al.*, 2022).



Gambar 2. Bagian Penerima Gelombang



Gambar 3. Bagian Pemancar Cahaya

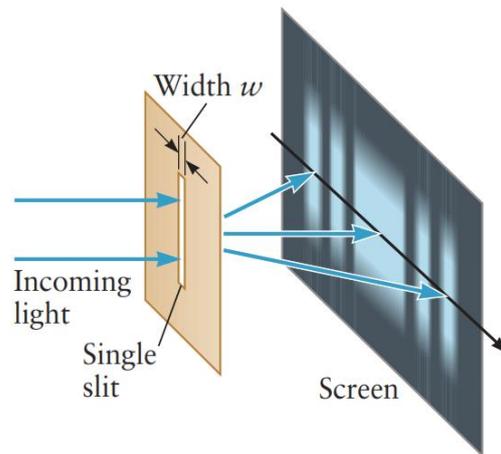
Rangkaian alat praktikum ini diprogram dengan menggunakan aplikasi arduino IDE yang terinstal pada laptop. Pemrograman ini bertujuan untuk menghubungkan semua komponen alat, mengkoneksikan jaringan hotspot dengan modul kamera ESP-32, serta memperoleh alamat *web-server* yang akan digunakan sebagai tempat penampild gambar.

Prinsip kerja dari alat praktikum difraksi cahaya ini yaitu memanfaatkan fitur *Wi-Fi* pada modul kamera ESP-32, serta arduino UNO sebagai pengontrol dan penyuplai daya kepada modul kamera agar dapat bekerja. Dalam penggunaannya, alat praktikum ini membutuhkan jaringan internet agar modul kamera ESP-32 dapat terkoneksi dengan *web-server*, sehingga diperlukan jaringan hotspot ataupun jaringan *Wi-Fi* yang ada di lingkungan sekitar. Alamat *web-server* dari alat praktikum yang dikembangkan ini yaitu <http://192.168.43.249/>. Pada penelitian ini menggunakan laptop sebagai penerima hasil gambar karena akan dianalisis menggunakan aplikasi tracker yang telah terinstal pada laptop.

Hasil analisis menggunakan aplikasi tracker, selain memperoleh data berupa grafik, juga dapat diketahui berapa intensitas (sumbu y) dan nilai x (sumbu x) pada setiap titik. Nilai x di sini digunakan untuk menentukan berapa lebar dari setiap pola terang maupun pola gelap yang terbentuk. Namun pada penelitian ini hanya berfokus pada intensitas dan lebar pada terang pusat saja. Berikut ini merupakan data intensitas dan nilai x pada pola terang pusat yang terbaca pada aplikasi tracker. Sebagai catatan, untuk nilai x yang berada pada arah sumbu x negatif maka tanda minus (-) hanya menunjukkan arahnya saja.

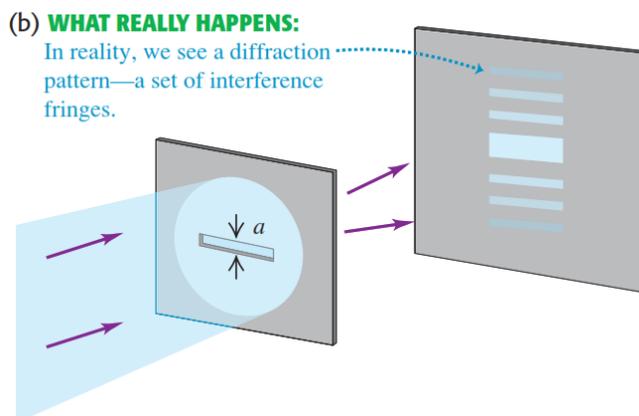
Teori yang digunakan pada percobaan yang terdapat dalam *e-LKPD* dibuktikan berdasarkan kajian teori : 1) apabila celah yang dilewati memiliki ukuran yang lebih lebar dari panjang gelombang, maka sudut θ akan kecil, yang menyebabkan lebar dari terang pusat juga semakin

kecil. Hal ini disebabkan berkas cahaya akan melewati celah dengan nyaris tidak ada efek difraksi (berkas cahaya melewati celah tanpa ada halangan). 2) 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 yang ditandai dengan lebar dari terang pusat yang semakin besar (Giordano, 2010).



Gambar 4. Proses Penyebaran Cahaya pada Difraksi

Pola difraksi terdiri dari pita terang pusat, yang ukurannya dapat jauh lebih lebar dari lebar celah yang dilewati, dibatasi dengan warna gelap dan pita terang yang lain dengan intensitas yang menurun. Sekitar 85% daya pada berkas yang ditransmisikan akan berada pada pita terang pusat, yang memiliki lebar berbanding terbalik dengan lebarnya celah. (Young and Freedman, 2012).



Gambar 5. Proses Penyebaran Cahaya yang Melewati Celah

2.1.7 Keterkaitan Aktivitas Praktikum dengan Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains menjadi alat yang diperlukan untuk mempelajari dan memahami konsep fisika, tidak hanya ilmuwan saja melainkan individu juga harus memiliki keterampilan proses sains agar dapat memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Sudarmani *et al.*, 2018). Menurut Kurniawan *et al.*, (2020), jika peserta didik memiliki keterampilan proses sains yang rendah, maka kegiatan belajar mengajar di sekolah dapat menerapkan keterlibatan peserta didik secara maksimal dan membiasakan peserta didik dalam menggunakan keterampilan berpikirnya, sehingga perlu diadakan kegiatan praktikum agar peserta didik mampu memahami konsep dengan baik dan dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Kegiatan praktikum berkaitan dengan pengetahuan prosedural dan konseptual. Pengetahuan konseptual berkaitan dengan keterampilan proses sains yang menunjang peserta didik lebih baik dalam melakukan kegiatan praktikum (Anderson & Krathwhol, 2001).`

Melalui keterampilan proses sains, siswa diharapkan mampu melakukan langkah-langkah metode ilmiah untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Hal ini

sejalan dengan teori belajar konstruktivis yang menjelaskan bahwa pembelajar secara aktif mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman (Narayan *et al.*, 2013).

Pada aktivitas praktikum yang terdapat pada *e*-LKPD peserta didik secara tidak langsung melaksanakan indikator keterampilan proses sains. Pada saat sebelum melakukan kegiatan percobaan, umumnya guru akan memberikan stimulus kepada peserta didik untuk menemukan masalah dengan memberikan fenomena terkait materi yang sedang dibahas, pada tahap inilah peserta didik akan melakukan kegiatan keterampilan proses sains pada indikator merumuskan masalah serta membuat hipotesis. Peserta didik dapat memberikan hipotesis mereka tentang bagaimana pengaruh jarak kisi ke layar, maupun pengaruh ukuran kisi terhadap pola difraksi. Setelah membuat hipotesis, peserta didik akan menguji hipotesis tersebut dengan melaksanakan indikator melakukan percobaan dan menentukan variabel, dapat dilihat pada saat peserta didik memilih ukuran kisi dan menentukan jarak yang digunakan pada saat percobaan.

Indikator menyajikan data dapat diterapkan ketika peserta didik menganalisis data hasil percobaan menggunakan aplikasi tracker dan memperoleh grafik pola difraksi, serta nilai intensitas dan lebar terang pusat. Data-data inilah yang kemudian dapat digunakan oleh peserta didik untuk menyajikan hasil percobaan mereka ke dalam bentuk grafik maupun tabel hasil percobaan dan peserta didik dapat menyimpulkan bagaimana pengaruh jarak kisi ke layar dan pengaruh ukuran kisi terhadap pola difraksi yang terbentuk.

2.2 Penelitian yang Relevan

Tabel 3. Penelitian yang Relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Febriansyah <i>et al.</i> , 2021)	<i>Integrative Science</i>	<i>Developing Electronic</i>	Penelitian ini mengembangkan <i>e-</i>

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
	<i>Education and Teaching Activity Journal</i>	<i>Student Worksheet (E-Worksheet) Based Project Using Fliphtml5 to Stimulate Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic</i>	LKPD berbasis proyek dengan menggunakan pendekatan <i>Design and Development</i> (DDR). E-LKPD yang dikembangkan tersebut dapat menstimulasi keterampilan proses sains dan keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi Interferensi Cahaya.
(Saputra <i>et al.</i> , 2021)	<i>Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika</i>	<i>The Development of m-LKPD Inkuiri terbimbing- Based Assisted by Smart Apps Creator 3 to Stimulate Science Process Skills</i>	Hasil dari penelitian ini yaitu m-LKPD yang dikembangkan dengan <i>Smart Apps Creator 3</i> dapat menstimulasi keterampilan proses sains pada materi difraksi cahaya dengan kategori sangat valid dan sangat praktis
(Haryanto <i>et al.</i> , 2019)	<i>International Journal Of Scientific & Technology Research</i>	<i>E-Worksheet Using Kvisoft Flipbook: Science Process Skills And Student Attitudes</i>	Penelitian ini menghasilkan e-worksheet menggunakan aplikasi Kvisoft dapat meningkatkan dan melatih keterampilan proses sains peserta didik, dengan menggunakan e-LKPD menjadikan keterampilan proses sains peserta didik berada pada kategori baik, dan kemampuan peserta didik dalam

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Sulistiyowatiningsih & Achmadi, 2019)	Inovasi Pendidikan Fisika	Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Menstimulasi Keterampilan Proses Sains pada Materi Hukum Newton	mengolah IPA berada pada kategori sangat baik Hasil dari penelitian ini, yaitu LKPD yang dikembangkan termasuk kategori sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran materi Hukum Newton. Penggunaan LKPD berbasis inkuiri terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses yang dikategorikan sangat praktis dan efektif.

Penelitian yang relevan di atas mendorong peneliti mengembangkan sebuah *e-LKPD* yang memiliki kriteria sebagai berikut: 1. *e-LKPD* yang dikembangkan berbasis aktivitas model pembelajaran Inkuiri Terbimbing yang diadaptasi dari Pedaste *et al.*, (2015). 2. *e-LKPD* yang dikembangkan didalamnya berisi media pendukung pembelajaran seperti fenomena dalam kehidupan sehari-hari, gambar, animasi, dan latihan soal interaktif serta dilengkapi dengan alat praktikum difraksi cahaya. 3. *e-LKPD* ini dibuat dengan berbantuan platform *Heyzine* karena lebih mudah digunakan dan diaplikasikan dalam pembuatan *e-LKPD* yang dikembangkan. 4. *e-LKPD* dikembangkan dengan tujuan menstimulasi keterampilan proses sains yang indikatornya diadaptasi dari Aktamis (2008). Berdasarkan penjelasan di atas peneliti mengembangkan sebuah *e-LKPD* dengan judul “Pengembangan *e-LKPD* Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Menstimulasi Keterampilan Proses Sains pada materi Difraksi Cahaya”.

2.3 Kerangka Pemikiran

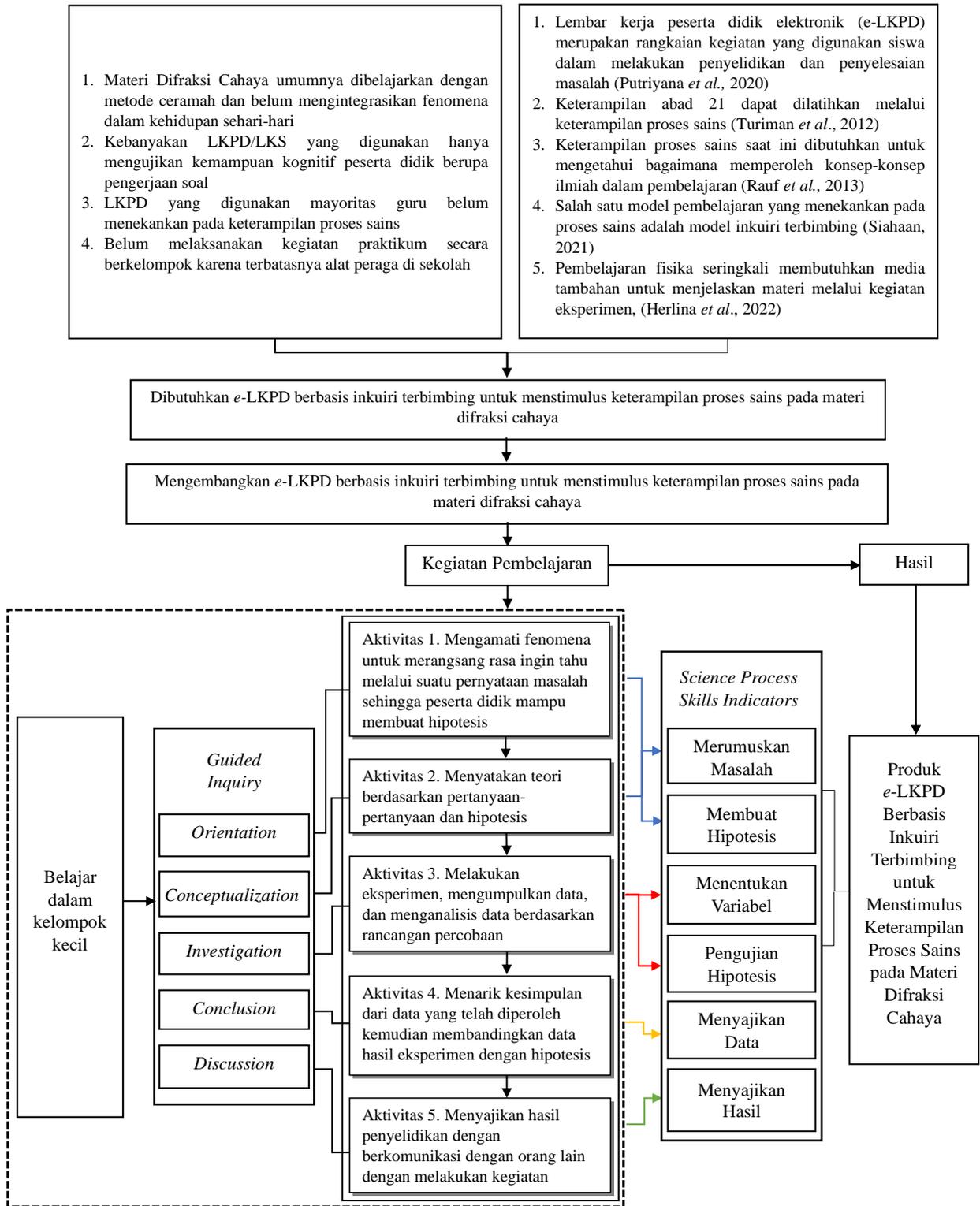
Bahan ajar merupakan salah satu sumber pembelajaran yang digunakan dapat membantu guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas, salah satunya yaitu *e-LKPD*. Bahan ajar yang menggunakan *e-learning* ini berupa *e-LKPD* yang dikembangkan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi difraksi cahaya. Tahapan-tahapan dalam *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing yang meliputi lima tahap yaitu tahap orientasi, konseptualisasi, investigasi, kesimpulan, dan diskusi. Melalui tahapan-tahapan ini, dapat menstimulasi keterampilan proses sains peserta didik.

Aktivitas pada *e-LKPD* membangun peserta didik secara sosial dengan belajar dalam kelompok kecil. Aktivitas pertama yaitu tahap orientasi, guru memberikan masalah dan membimbing peserta didik mengamati fenomena untuk merangsang rasa ingin tahu melalui suatu pernyataan masalah sehingga peserta didik dapat menstimulasi keterampilan proses sains pada indikator merumuskan masalah. Aktivitas 2, yaitu tahap konseptualisasi dapat menstimulasi keterampilan membuat hipotesis, aktivitas ini dapat dilihat ketika guru membimbing peserta didik untuk menyatakan teori berdasarkan pertanyaan-pertanyaan dan hipotesis.

Aktivitas 3 yaitu tahap investigasi, peserta didik diorganisasikan untuk melakukan eksperimen, mengumpulkan data, dan menganalisis data berdasarkan rancangan percobaan, dimana pada tahap ini menstimulasi keterampilan menentukan variabel dan menguji hipotesis. Aktivitas selanjutnya yaitu membantu peserta didik menyajikan data yang telah diperoleh kemudian membandingkan data hasil eksperimen dengan hipotesis. Pada tahap terakhir, guru membantu peserta didik menyajikan hasil penyelidikan dengan berkomunikasi dengan orang lain dan mengendalikan

seluruh proses pembelajaran atau tahapannya dengan melakukan kegiatan reflektif.

Dengan demikian, setiap tahapan pada *e*-LKPD yang dikembangkan dengan aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing ini diduga dapat menstimulasi keterampilan proses sains peserta didik, serta membantu peserta didik dalam memahami materi khususnya pada materi difraksi cahaya. Secara singkat kerangka pikir dijelaskan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research* (DDR) kategori penelitian pengembangan produk yang diadaptasi dari Richey & Klein (2009). Pendekatan *Design and Development Research* (DDR) merupakan pendekatan yang sistematis dengan melibatkan beberapa proses, seperti proses desain dan pengembangan serta evaluasi yang didasarkan pada penelitian empiris.

3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Prosedur penelitian pengembangan ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research* (DDR) kategori penelitian pengembangan produk yang diadaptasi dari Richey & Klein (2009), yang terdiri dari atas 4 tahapan yaitu, *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), dan *evaluation* (evaluasi).

3.2.1 Tahap *Analysis* (Analisis)

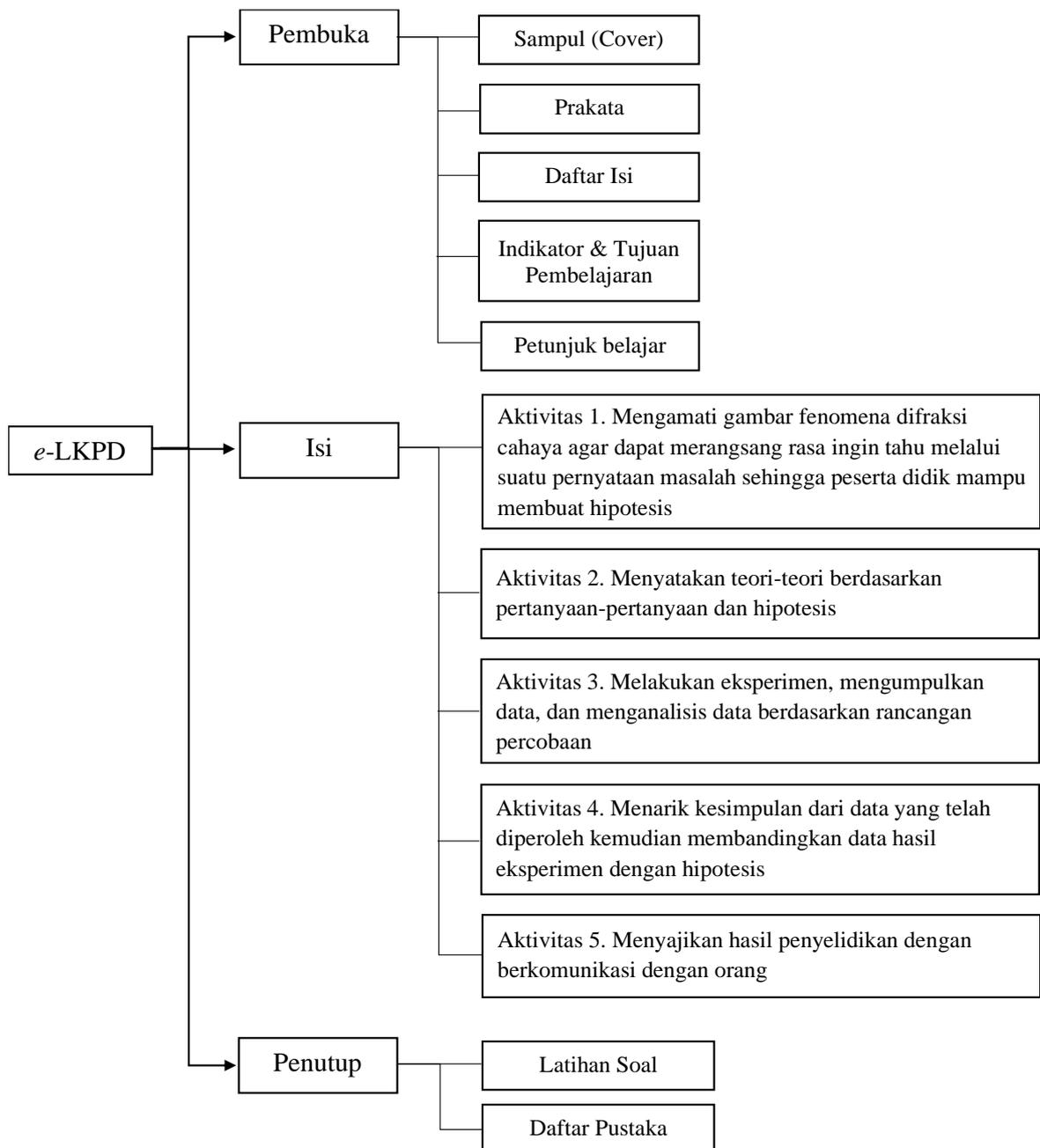
Tahap *Analysis* (menganalisa) merupakan tahap untuk menganalisis kebutuhan dan mengidentifikasi ketersediaan produk yang dikembangkan pada saat ini untuk mengetahui tujuan pengembangan produk tersebut. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara memberikan angket analisis kebutuhan kepada beberapa guru mata pelajaran fisika materi Difraksi Cahaya di beberapa SMA provinsi Lampung. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah pada

sekolah tersebut. Informasi yang diperoleh berdasarkan analisis kebutuhan menjadi dasar peneliti dalam melakukan penelitian.

3.2.2 Tahap *Design* (Desain)

Tahap *Design* merupakan tahap kedua dalam prosedur pengembangan produk yaitu merancang suatu produk yang dikembangkan dengan didasarkan pada hasil analisis yang telah dilakukan dan indikator yang akan dicapai. Peneliti akan mendesain rancangan desain produk untuk SMA kelas XI semester genap yaitu Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*) untuk menstimulasi keterampilan proses sains.

Tahap desain ini dilakukan untuk mendesain rangkaian Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*) berbasis aktivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi difraksi cahaya. Desain *e-LKPD* ini dibuat oleh peneliti karena *e-LKPD* terkait materi difraksi cahaya umumnya belum ada di SMA. Berikut ini merupakan kerangka isi *e-LKPD*, dan *storyboard e-LKPD*.



Gambar 7. Rancangan Desain Produk

Penjelasan dari rancangan produk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Storyboard* Lembar Kerja Peserta Didik

Bagian LKPD		Deskripsi
Pembuka	Sampul	Berisi Judul LKPD, gambar fenomena.
	Prakata	Berisikan rasa syukur penulis kepada Allah SWT dan segala pihak yang terlibat.
	Daftar Isi	Berisikan daftar isi LKPD.
	KI, KD, Indikator, dan tujuan pembelajaran	Berisikan KI, KD, Indikator, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai oleh peserta didik.
	Petunjuk belajar	Berisi petunjuk belajar menggunakan LKPD.
Isi	Orientasi	Aktivitas 1. Peserta didik mengamati fenomena difraksi cahaya kemudian memprediksi dan mengidentifikasi konsep berdasarkan masalah fenomena yang diberikan untuk membuat hipotesis.
	Konseptualisasi	Aktivitas 2. Peserta didik diminta untuk menyatakan teori berdasarkan pertanyaan-pertanyaan dan hipotesisnya berdasarkan aktivitas yang telah dilakukan sebelumnya.
	Investigasi	Aktivitas 3. Melakukan eksperimen, mengumpulkan data, dan menganalisis data berdasarkan rancangan percobaan.
	Kesimpulan	Aktivitas 4. Peserta didik membuat kesimpulan dan menyusun hasil temuannya ke dalam bentuk ppt untuk ditayangkan kepada teman-teman yang lain dan melakukan kegiatan presentasi dan saling menilai antar kelompok hingga mendapatkan kesimpulan.
	Diskusi	Aktivitas 5. Peserta didik melakukan presentasi untuk kemudian saling bertanya dan menilai satu sama lain. Peserta didik menanggapi hasil penilaian teman dan guru sebagai bentuk analisis hasil penyelidikan yang telah dilakukan.

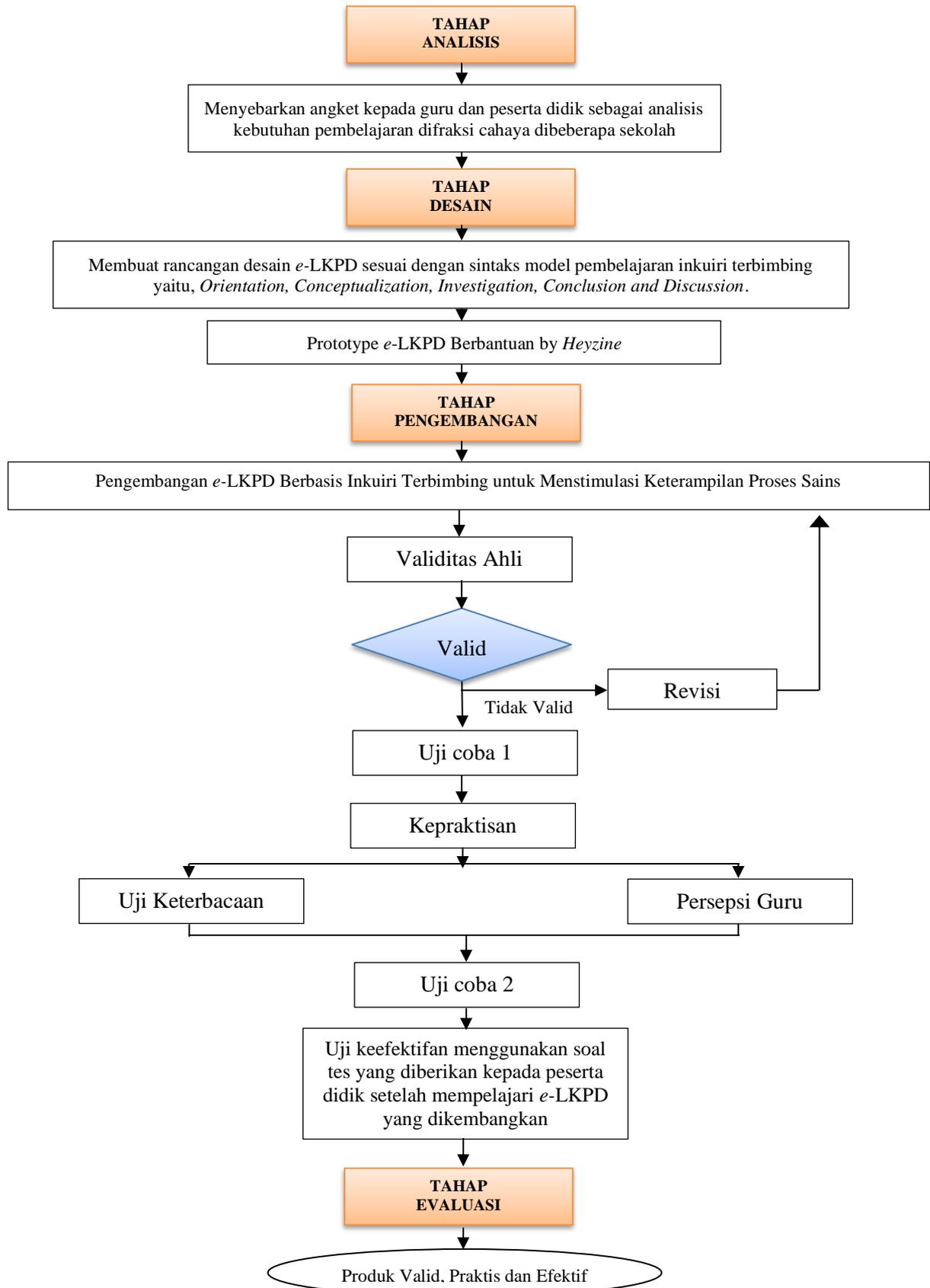
Bagian LKPD		Deskripsi
Penutup	Latihan Soal	Berisikan latihan soal sebagai tugas akhir yang perlu dikerjakan peserta didik.
	Daftar Pustaka	Berisikan rujukan, referensi yang menunjang di dalam LKPD.

3.2.3 Tahap *Development* (Pengembangan)

Setelah mendesain, langkah selanjutnya yaitu pelaksanaan perancangan desain *e-LKPD* pada materi difraksi cahaya. Tahap *development* (pengembangan) merupakan tahap pengembangan produk sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap *design*. Tahap pengembangan dilakukan berdasarkan desain produk *e-LKPD* yang telah dibuat oleh peneliti, kemudian peneliti melakukan uji validitas dengan tujuan untuk dapat mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan sebagai bahan ajar pembelajaran. Proses validasi menggunakan tim ahli materi untuk menguji indikator materi yang digunakan dalam *e-LKPD* tersebut, pada materi Difraksi Cahaya dan tim ahli desain untuk menguji rangkaian *e-LKPD*. Apabila telah dinyatakan valid maka dapat dilanjutkan dengan uji kepraktisan dari uji keterbacaan dan uji persepsi guru. Uji kepraktisan bertujuan untuk mengetahui persepsi guru fisika dengan hasil pengembangan produk memungkinkan untuk diterapkan dalam proses pembelajaran nyata di kelas XI. Setelah produk dikatakan valid dan praktis maka dilanjutkan dengan uji keefektifan melalui soal pretest dan posttest yang diutujukan pada peserta didik kelas XI SMAN 1 Metro, analisis efektifitas ditentukan berdasarkan pemahaman kognitif peserta didik. penilaian kognitif diperoleh berdasarkan hasil belajar peserta didik berupa peningkatan hasil pretest yang diberikan dan posttest berupa soal uji evaluasi *e-LKPD* yang dikembangkan. Hasil penilaian tersebut diuji menggunakan *n-gain* yang diadaptasi dari Hake (2002) yang menyatakan bahwa suatu bahan ajar dapat dikatakan efektif apabila hasil uji berada dalam kategori sedang dan tinggi.

3.2.4 Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilaksanakan setelah tahap analisis, desain, dan pengembangan. Hasil evaluasi digunakan sebagai bentuk *feedback* dalam melakukan revisi atau perbaikan produk. Evaluasi yang dilakukan setelah kegiatan analisis masalah, perbaikan desain, dan proses validasi oleh tim ahli serta persepsi guru dan respon peserta didik. Tahap evaluasi bertujuan untuk mengetahui capaian indikator keterampilan proses sains terhadap kompetensi yang diajarkan. Selengkapnya penelitian pengembangan ini dijelaskan pada diagram alur prosedur pengembangan produk pada Gambar 8.



Gambar 8. Prosedur Pengembangan Produk

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu angket dan soal *pretest* dan *posttest*. Angket yang digunakan dalam penelitian ini berupa daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden untuk mendapatkan keterangan dari responden mengenai suatu masalah. Data dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan instrumen angket berupa angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik, angket uji validitas, angket uji kepraktisan dan instrumen soal *pretest* dan *posttest*.

a. Angket Analisis Kebutuhan

Angket ini berupa daftar pertanyaan yang disajikan dalam bentuk *google form*, yang dilakukan pada studi pendahuluan, hal ini dilakukan untuk mengungkapkan perilaku guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Angket ini juga digunakan untuk dapat memperoleh informasi mengenai penggunaan LKPD yang digunakan di 5 sekolah SMA tersebut.

b. Angket Uji Validitas

Uji validitas produk diisi oleh tiga validator yaitu dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru SMA. Angket uji validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sehingga *e-LKPD* yang dikembangkan oleh peneliti dapat digunakan oleh guru sebagai media pembelajaran di sekolah. Penskoran pada angket uji validasi ini menggunakan skala likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurens (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Skala Likert pada Angket Uji Validitas

Presentase	Kriteria
Sangat Valid	4
Valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

c. Angket Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan diuji menggunakan lembar observasi pengguna yang tujuannya yakni untuk mengetahui keterbacaan produk *e-LKPD* yang dikembangkan oleh peneliti. Sistem penskoran menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan

Presentase	Kriteria
Sangat Praktis	4
Praktis	3
Kurang Praktis	2
Tidak Praktis	1

d. Angket Uji Persepsi Guru Terkait Penggunaan *e-LKPD*

Uji persepsi guru diuji menggunakan lembar uji persepsi guru terkait penggunaan *e-LKPD* yang tujuannya yakni untuk mengetahui persepsi dari guru terhadap *e-LKPD* yang dikembangkan. Penskoran pada angket uji persepsi guru terkait penggunaan *e-LKPD* ini menggunakan skala likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) seperti pada uji kepraktisan yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan

Presentase	Kriteria
Sangat Praktis	4
Praktis	3
Kurang Praktis	2
Tidak Praktis	1

e. Soal *Pretest* dan *Posttest*

Instrumen lembar soal *pretest* dan *posttest* ini digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik secara individu, sehingga *e-LKPD* yang dikembangkan dapat menstimulus keterampilan proses sains peserta didik.

Instrumen ini digunakan untuk mengukur kemampuan awal dan akhir peserta didik setelah mempelajari yang telah dikembangkan.

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

1) Uji Validitas

Pengujian validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan suatu instrumen sebelum diberikan kepada sampel penelitian. Suatu instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel dengan tepat. Pada penelitian ini yang diuji validitasnya adalah untuk menguji keakuratan pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam soal *pretest-postest*. Uji validitas dilakukan mengetahui kevalidan dari suatu instrumen (Arikunto, 2011). Cara untuk mengukur validitas instrument dapat menggunakan rumus *product moment correlation* yaitu :

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

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi yang menyatakan validitas

$\sum X$ = Jumlah skor butir soal

$\sum Y$ = Jumlah skor total

$\sum N$ = Jumlah sampel

(Arikunto, 2011)

Jadi, nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) maka koefisien korelasi tersebut signifikan artinya butir tersebut dianggap valid. Uji validitas memiliki interpretasi koefisien korelasi validitas butir soal yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Interpretasi Koefisien Korelasi

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, 2011)

Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 25.0. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes keterampilan proses sains pada materi interferensi cahaya yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Validitas Soal

No. Soal	Pearson Correlation	Keterangan
1	0,625	Valid
2	0,550	Valid
3	0,502	Valid
4	0,551	Valid
5	0,733	Valid
6	0,656	Valid
7	0,730	Valid
8	0,701	Valid
9	0,668	Valid
10	0,524	Valid
11	0,730	Valid
12	0,514	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan hasil nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} , yaitu sebesar 0,338. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen keterampilan proses sains pada materi Difraksi Cahaya diketahui bahwa 12 butir soal semuanya valid dengan nilai *Pearson Correlation* $> 0,338$.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan melihat sejauh mana instrumen dapat dipercaya dan sebagai alat pengumpul data penelitian. Instrumen yang reliabel nanti akan digunakan untuk sampel penelitian dapat dipercaya atau tidak untuk diandalkan dalam penelitian. Instrumen *pretest* dan *posttest* yang telah dinyatakan reliabel dapat digunakan untuk sampel penelitian. Perhitungan untuk mencari harga reliabilitas instrumen dengan menggunakan rumus alpha, sebagai berikut.

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

Dimana:

R11 : Reliabilitas yang dicari

n : Jumlah item pertanyaan

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

δi^2 : Varian soal

Interpretasi Reliabilitas instrumen dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Interpretasi Reliabilitas 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, 2011)

Uji reliabilitas dilakukan terhadap 30 responden dengan jumlah 12 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 0,854 yang artinya sangat reliabel.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Teknik Pengumpulan Data

Variabel	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
Validasi e-LKPD	Lembar kerja kevalidan produk	Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru Fisika SMA	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji kevalidan produk. Mengkalkulasikan rata-rata hasil penilaian uji kevalidan produk dari ketiga validator. Menentukan kategori validitas masing-masing berdasarkan aspek yang mengacu pada kategori yang dikemukakan (Ratumanan & Laurent, 2011)
Kepraktisan e-LKPD	Angket uji keterbacaan peserta didik	Kelompok kecil peserta didik	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji keterbacaan produk dari peserta didik. Mengkalkulasikan skor hasil uji penilaian keterbacaan Menentukan kategori keterbacaan peserta didik berdasarkan aspek yang diadaptasi dari (Arikunto, 2011)
	Angket Uji Persepsi Guru	Memberikan lembar angket kepada 10 guru Fisika SMA	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji keterlaksanaan produk Mengkalkulasikan rata-rata hasil skor penilaian keterlaksanaan produk Menentukan kategori keterlaksanaan yang aspeknya diadaptasi dari (Arikunto, 2011)

Variabel	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
Keefektifan e-LKPD	Membuat soal Pretest dan Posstest yang mengacu pada indikator keterampilan proses sains	Memberikan soal kepada kelompok besar peserta didik yang terdiri dari 34 peserta didik	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian pretest dan posttest Menghitung hasil penilaian pretest dan posttest Melakukan uji normalitas, uji <i>N-Gain</i>, uji <i>Paired Sample T-Test</i> dan <i>Independent Sample T-Test</i>.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu kualitatif dan kuantitatif

3.5.1 Data untuk Kevalidan

Data untuk kevalidan didapatkan dari angket uji ahli materi dan konstruk serta angket uji ahli media dan desain yang diisi oleh validator. Kriteria kevalidan diperoleh melalui uji validitas ahli, kemudian teknik analisis data menggunakan data hasil uji validasi ahli dihitung dengan persamaan

$$p = \frac{\text{Rerata yang didapat}}{\Sigma \text{Total}}$$

Hasil yang dihitung kemudian ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Penafsiran skor mengadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) seperti yang terlihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

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

Berdasarkan Tabel 12, peneliti memberikan batasan bahwa produk *e-LKPD* yang dikembangkan oleh peneliti terkategori valid untuk digunakan jika produk mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal persentase sebesar 2,50 dengan kriteria valid.

3.5.2 Data untuk Kepraktisan

Data yang digunakan untuk mengetahui kepraktisan produk diperoleh berdasarkan pengisian angket uji keterbacaan (data kuantitatif). Hasil jawaban pada angket akan dianalisis menggunakan analisis presentase berdasarkan rumus menurut (Sudjana, 2005) seperti berikut:

$$\%X = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimum}} 100\%$$

Data hasil pengisian angket uji keterbacaan dianalisis dengan kriteria yang mengadaptasi dari Arikunto (2011) seperti pada Tabel 13

Tabel 13. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

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

Berdasarkan Tabel 13, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti

tentukan, yaitu minimal 40,1% dengan kriteria kepraktisan sedang/cukup baik.

3.5.3 Data untuk Persepsi Guru terkait Penggunaan *e*-LKPD

Data persepsi diperoleh dari angket uji persepsi yang diisi oleh guru, kemudian dianalisis menggunakan analisis presentase (Sudjana, 2005)

$$\%X = \frac{\Sigma \text{skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimum}} 100\%$$

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari Arikunto (2011) seperti pada Tabel 14.

Tabel 14. Konversi Skor Penilaian Persepsi terhadap Produk

Persentase	Kriteria
0,00% - 20%	Tidak baik
20,1% - 40%	Kurang baik
40,1% - 60%	Cukup baik
60,1% - 80%	Baik
80,1% - 100%	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 14, Peneliti memberi batasan bahwa produk *e*-LKPD yang dikembangkan oleh peneliti terkategori baik untuk digunakan pada pembelajaran jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 40,1% dengan kriteria sedang/cukup baik.

3.5.4 Data untuk Keefektifan

Data yang digunakan untuk mengetahui keefektifan produk diperoleh berdasarkan tes (data kuantitatif). Tes dilakukan sebanyak dua kali, yaitu *pretest* dan *posttest*. Selain tes, keefektifan produk juga dilihat melalui lembar observasi ketercapaian keterampilan proses sains, serta respon peserta didik setelah membaca dan mempelajari *e*-LKPD yang telah dikembangkan. Hasil jawaban *pretest* dan *posttest* dianalisis

menggunakan uji *N-Gain*, uji *Paired Sample t-test*, dan uji *Independent Sample t-test* setelah terlebih dahulu ditentukan normalitas distribusi datanya.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak normal. Data yang diuji berupa nilai hasil *pretest* dan *posttest*. Uji normalitas digunakan dengan uji statistik non parametrik dengan bantuan program SPSS. Dasar pengambilan keputusan uji normalitas dapat dilihat dari nilai sig. yang terdapat pada Tabel *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Kriteria uji yang digunakan yaitu (1) jika nilai sig. > 0,05 maka H_0 diterima yang berarti data terdistribusi normal; (2) jika nilai sig. < 0,05 maka H_0 ditolak yang berarti data terdistribusi tidak normal (Arikunto, 2011).

b. Nilai *N-Gain*

Nilai *N-Gain* digunakan untuk mengetahui besar dan kategori peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. Berdasarkan hasil nilai *pretest* dan *posttest* maka dapat dihitung nilai *N-Gain* dengan rumus:

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

Kriteria interpretasi nilai *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Kategori Interpretasi *N-Gain*

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

(Meltzer, 2002)

c. Uji *Paired Sample t-test*

Paired Sample t-test digunakan untuk melihat perbedaan rata-rata hasil keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hipotesis diujikan dengan *Paired Sample T-Test* sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan keterampilan proses sains peserta didik setelah menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing

H_1 : Terdapat peningkatan yang signifikan keterampilan proses sains peserta didik setelah menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing

Kriteria untuk mengambil keputusan yaitu apabila nilai $\text{sig} \leq 0,05$ maka H_1 diterima dan sebaliknya apabila nilai $\text{sig} \geq 0,05$ maka H_0 ditolak.

d. Uji *Independent Sample t-test*

Independent Sample t-test digunakan sampel data yang berdistribusi normal. Uji hipotesis ini dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan nilai rata-rata dua kelompok. Uji ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan penggunaan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains. Uji ini dilakukan menggunakan bantuan program SPSS versi 25.0, dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing dengan peserta didik yang menggunakan *LKPD* konvensional.

H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik menggunakan *e-LKPD* berbasis inkuiri terbimbing dengan peserta didik yang menggunakan *LKPD* konvensional.

Kriteria untuk mengambil keputusan yaitu apabila nilai $\text{sig} \leq 0,05$ maka H_1 diterima dan sebaliknya apabila nilai $\text{sig} \geq 0,05$ maka H_0 ditolak.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. *e*-LKPD yang dapat menstimulasi keterampilan proses sains dan mengarahkan peserta didik melakukan aktivitas sesuai dengan tahapan inkuiri terbimbing yaitu *orientation*, *conceptualization*, *investigation*, *conclusion* dan *discussion*. *e*-LKPD hasil pengembangan sudah layak ditinjau dari desain, materi, dan konstruk, rata-rata nilai dari ketiga validator sebesar 3,54, dengan rata-rata validasi materi dan desain diperoleh hasil sebesar 3,65 dan validasi materi dan konstruk sebesar 3,43. Hal ini menunjukkan *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing terkategori valid.
2. *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing dalam menstimulasi keterampilan proses sains sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran fisika khususnya materi difraksi cahaya. Hal ini dapat dilihat dari uji kepraktisan menggunakan uji respon peserta didik dan uji persepsi guru terhadap penggunaan *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing dengan hasil rata-rata uji respon peserta didik sebesar 86% dan hasil rata-rata uji persepsi guru sebesar 88% dengan kategori sangat praktis.
3. *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing efektif digunakan untuk menstimulasi keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini dilihat dari hasil uji beda rata-rata *posttest* lebih besar daripada *pretest* dan *N-Gain* terkategori tinggi yang menunjukkan adanya perbedaan keterampilan proses sains peserta didik, dimana pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan *e*-LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing untuk menstimulasi keterampilan proses sains peserta didik, diajukan saran dari peneliti sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian yang serupa untuk mengembangkan bahan ajar elektronik dalam proses pembelajaran fisika terutama untuk meningkatkan keterampilan proses sains
2. Diperlukan implementasi dalam mengembangkan *e*-LKPD berbasis inkuiri terbimbing berbantuan platform yang lebih interaktif dan tidak berbayar agar tidak membebankan pengguna *e*-LKPD ketika diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abungu, H. E., Okere, M. I. O., & Wachanga, S. W. (2014). The Effect of Science Process Skills Teaching Approach on Secondary School Students' Achievement in Chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Educational and Social Research*.
- Akinbobola, A. O., & Afolabi, F. (2010). Analysis of Science Process Skills in West African Senior Secondary School Certificate Physics Practical Examinations in Nigeria. *Journal of Scientific Research*, 5(4), 234–240.
- Akpan, V. I., Udodirim, A. I., Mpamah, I. B. I., & Okoro, C. O. (2020). Social Constructivism: Implications on Teaching and Learning. *British Journal of Education*, 8(8), 49–56.
- Ambrose, B. S., Shaffer, P. S., Steinberg, R. N., & McDermott, L. C. (1999). An Investigation of Student Understanding of Single-Slit Diffraction and Double-Slit Interference. *American Journal of Physics*, 67(2), 146–155.
- Anderson, W. L. & Krathwohl, R. D. (2001). *Kerangka Landasan Pembelajaran dan Asesmen Revisi Taksonomi Bloom Revisi*. Terjemahan oleh Prihantoro, A. 2010. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Angriani, A. D., Kusumayanti, A., & Yuliany, N. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran Digital Book pada Materi Aljabar*. 9(2), 13-30.
- Anisa, V. N. (2017). Hubungan Kemampuan Siswa Menginterpretasikan Grafik dan Kemampuan Menyelesaikan Soal Gerak Lurus di SMP. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6(6).
- Antrakusuma, B., Masykuri, M., & Ulfa, M. (2017). Analysis Science Process Skills Content in Chemistry Textbooks Grade XI at Solubility and Solubility Product Concept. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 72.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Bumi Aksara.

- 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.
- 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.
- Colombo, E. M., Jaen, M., & de Cudmani, L. C. (1995). Concept of Coherence of Learning Physical Optics. *1995 International Conference on Education in Optics*, 2525, 452-458.
- Damayanti, D. S., Ngazizah, N., & Setyadi K, E. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik (LKS) dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Mengoptimalkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Listrik Dinamis SMA Negeri 3 Purworejo Kelas X Tahun Pelajaran 2012/2013. *Radiasi*, 3(1), 58-62.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- 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.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning through Technology and Curriculum Design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.
- Febriansyah, F., Herlina, K., & Dewa Putu Nyeneng, I. (2021). Developing Electronic Student Worksheet (E-Worksheet) Based Inkuiri terbimbing Using Fliphtml5 to Stimulate Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 2(1), 59-73.
- Gagne, R. M. (1965). *The Psychological Bases of Science--a Process Approach*.
- Giordano, N. J. (2010). *College Physics: Reasoning and Relationship*. 1 st ed. USA: Brooks/Cole.
- Halliday, D., & Resnick. (2010). *Fundamentals of Physics* (9th ed.). United States of America: Wiley.
- Haryanto, Asrial, Ernawati, M. D. W., Syahri, W., & Sanova, A. (2019). E-Worksheet Using Kvisoft Flipbook: Science Process Skills and Student

- Attitudes. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(12), 1073–1079.
- Herlina, K., Wicaksono, B. A., Andra, D., & Nyeneng, I. D. P. (2022). Development of a Simple and Low-Cost Light Diffraction Props for Teaching and Learning Optics during Covid-19 Outbreak. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(2), 437–447.
- Hodosyová, M., Útla, J., Monika Vanyová, Vnuková, P., & Lapitková, V. (2015). The Development of Science Process Skills in Physics Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 186, 982–989.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching (Model-model Pengajaran)* (1st ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kurniawan, W., Pathoni, H., Muliawati, L., Kurniawan, D. A., Romadona, D. D., Ningsi, A. P., & Dari, R. W. (2020). Relationship Of Science Process Skills And Critical Thinking Of Students In Physics Subject. *Universal Journal Of Educational Research*, 8(11), 5581–5588.
- Lee, C.-D. (2014). Worksheet Usage, Reading Achievement, Classes' Lack of Readiness, and Science Achievement: A Cross-Country Comparison. *International Journal of Education in Mathematics*, 2(2), 96–106.
- Lestari, M. Y., & Diana, N. (2018). Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar I. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 49–54.
- 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.
- Mahajan, G., (2012), Multimedia in Teacher Education Perceptions and Uses. *Jurnal Of Education And Practice*, 3(1) : 5 - 14.
- 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.
- Monhardt, L. & Monhardt. R. (2006). Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books. *Early Childhood Education Journal*, 34(1), 67–71.
- Nagara, D. T., Widiningtyas, A., & Supriyana, E. (2019). Studi Literatur Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing dalam Meningkatkan Pemahaman

- Konsep Peserta didik SMK Negeri 1 Singosari. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2019 "Integrasi Pendidikan, Sains, Dan Teknologi Dalam Mengembangkan Budaya Ilmiah Di Era Revolusi Industri 4.0 "*, 4(1), 2527–5917.
- Nava, F. J., & Camarao, M. K. (2017). “*High School Students’ Difficulties in Physics’*’.
- Özgelen, S. (2012). Students’ Science Process Skills Within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292.
- 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(1), 47–61.
- Putriyana, A. W., Auliandari, L., & Kholillah, K. (2020). Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Model Pembelajaran Search, Solve, Create and Share pada Praktikum Materi Fungi. *BIODIK*, 6(2), 106–117.
- 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.
- Ramlawati, Liliyasi, Martoprawiro, M. A., & Wulan, A. R. (2014). The Effect of Electronic Portfolio Assessment Model to Increase of Students’ Generic Science Skill in Practical Inorganic Chemistry. *Journal of Education and Learning*, 8(3), 179–186.
- Ratumanan, T. G., & Laurens, T. (2011). *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan* (2nd ed.). Surabaya: Unesa University Press.
- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mansor, A. N., Othman, Z., & Lyndon, N. (2013). Inculcation of Science Process Skills in a Science Classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 47–57.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Methods, Strategies, and Issues*. Lawrence Erlbaum Associates.

- 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.
- Rismawati, Sinon, I. L. S., Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di SMK Negeri 02 Manokwari. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 8(1), 12–25.
- Safitri, Aziz, M., Wangge, M. C. T., Louk, M. J. H., Heryanto, Budiana, I., Ratnaningsih, P. W., Tambunan, H., & Damopolii, I. (2021). *Model Pembelajaran Inovatif*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Santrock, J. W. (2009). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Salemba Humanika.
- Saputra, K., Herlina, K., & Sesunan, F. (2021). The Development of m-LKPD Inkuiri terbimbing-Based Assisted by Smart Apps Creator 3 to Stimulate Science Process Skills. *Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 7(2), 51–60.
- 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.
- Seçer, Ş. Y. E., Şahin, M., & Alcı, B. (2015). Investigating the Effect of Audio Visual Materials as Warm-up Activity in Aviation English Courses on Students' Motivation and Participation at High School Level. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 199, 120–128.
- Setiawan, A., Pursitasari, I. D., & Hardhienata, H. (2018). Pengembangan Kit Praktikum Difraksi dan Difraksi Cahaya untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pengajaran*, 5(1), 1–13.
- Sholihah, N. A. A., Sarwanto, & Aminah, N. S. (2020). Analysis of Science Process Skill in High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 1–3.
- Siahaan, K. W. A., Lumbangaol, S. T. P., Marbun, J., Nainggolan, A. D., Ritonga, J. M., & Barus, D. P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 195–205.
- Sudarmi., Rosana, D., & Pujiyanto. (2018). Lesson Learned: Improving Students' Procedural and Conceptual Knowledge through Physics Instruction with

Media of Wave, Sound, and Light. . *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(5), 1–7.

Sudjana. (2005). *Metoda Statistika* (6th ed.). PT Tarsito Bandung.

Sulistyowatiningsih, & Achmadi, H. R. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Menstimulasi Keterampilan Proses Sains pada Materi Hukum Newton. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 482–487.

Tipler, P. A. (2001). *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Trianto. (2007). *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivisme*. Jakarta : Prestasi Pustaka.

Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116.

Vermirovsky, J. (2013). Important Of Visualization in Education. *Smantic Scholar*, 2(1), 453-463

Vygotsky, L. S. (1989). Concrete Human Psychology. *Soviet Psychology*, 27(2), 53–77.

Wijaya, A., Ertikanto, C., Andra, D., & Herlina, K. (2022). Development of Simple Light Diffraction Props Assisted by Tracker Application with Camera Module and Arduino UNO. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(3), 306–315.

Woolfolk, A., & Hoy, A. W. (2019). *Educational Psychology: Active Learning Edition*. Britania Raya: Pearson.

Wosilait, K., Heron, P. R. L., Shaffer, P. S., & McDermott, L. C. (1999). Addressing Student Difficulties in Applying a Wave Model to The Interference and Diffraction of Light. *American Journal of Physics*, 67(S1), S5–S15.

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.

Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education*, 5(1), 13–24.