

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
ELEKTRONIK (E-LKPD) INTERAKTIF
BERBASIS *PHET SIMULATION*
MATERI KALOR DI SMP NEGERI 2 AJUNG**

SKRIPSI



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
Mei 2025**

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
ELEKTRONIK (E-LKPD) INTERAKTIF
BERBASIS *PHET SIMULATION*
MATERI KALOR DI SMP NEGERI 2 AJUNG**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas Islam Negeri Kiai Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ

Oleh:

Hanifatul Hoiroh
NIM: 202101100030

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
Mei 2025**

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
ELEKTRONIK (E-LKPD) INTERAKTIF
BERBASIS *PHET SIMULATION*
MATERI KALOR DI SMP NEGERI 2 AJUNG**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas Islam Negeri Kiai Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)



Oleh:
Hanifatul Hoiroh
NIM. 202101100030

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Disetujui Pembimbing



Laila Khusnah, M.Pd.
NIP. 198401072019032003

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
ELEKTRONIK (E-LKPD) INTERAKTIF
BERBASIS *PHET SIMULATION*
MATERI KALOR DI SMP NEGERI 2 AJUNG**

SKRIPSI

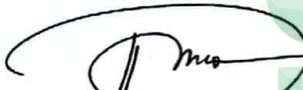
Telah diuji dan diterima untuk memenuhi salah satu
persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

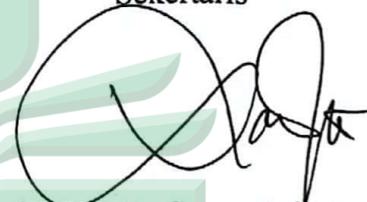
Hari : Rabu
Tanggal : 11 Juni 2025

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris


Dinar Maftukh Fajar, S.Pd., M.P.Fis.
NIP. 199109282018011001

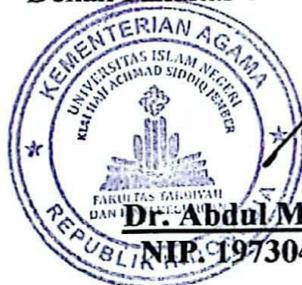

Laily Yunita Susanti, S.Pd., M.Si.
NIP. 198906092019032007

Anggota:

1. **Dr. A Suhardi, ST., M.Pd.**
2. **Laila Khusnah, M.Pd.**

Menyetujui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



Dr. Abdul Muis, S.Ag., M.Si.
NIP. 197304242000031005

MOTTO

ءَاتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ أَنفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ
نَارًا قَالَ ءَاتُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْرًا ﴿٩٦﴾

Artinya: “Berilah aku potongan-potongan besi. Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak gunung itu), berkatalah Dzulkarnain: “Tiuplah (api itu).” Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti api), diapun berkata Berilah aku tembaga (yang mendidih agar aku tuangkan ketas besi itu.” (Q.S Al-Kahfi [18]: 96).”*



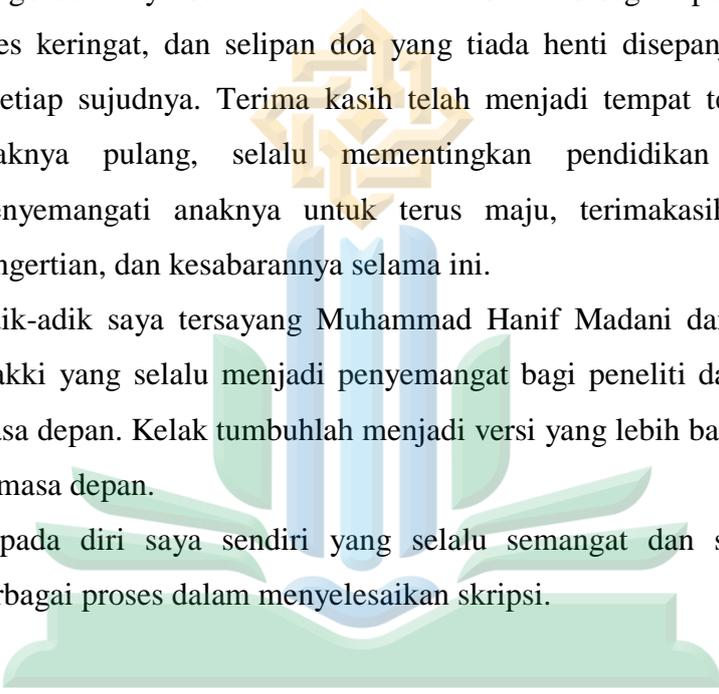
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

* Syaikh Adil Muhammad Khalil, Tadabur Al-Quran: Melayani Makna Al-Qur'an: Menyelami Makna Al-Qur'an dari Al-Fatihah sampai An-Nas, terj. Andi Muhammad Syahrir, cet. 1 (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2018), hal. 116.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur atas Rahmat Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, Bapak saya Suliyanto dan Mama Kusyani yang begitu hebat dengan segala tulus kasih dan pengorbanannya selama ini. Terima kasih atas segala perjuangan, setiap tetes keringat, dan selipan doa yang tiada henti disepanjang waktu dan disetiap sujudnya. Terima kasih telah menjadi tempat ternyaman untuk anaknya pulang, selalu mementingkan pendidikan anaknya dan menyemangati anaknya untuk terus maju, terimakasih atas nasehat, pengertian, dan kesabarannya selama ini.
2. Adik-adik saya tersayang Muhammad Hanif Madani dan Ahmad Hanif Makki yang selalu menjadi penyemangat bagi peneliti dalam menggapai masa depan. Kelak tumbuhlah menjadi versi yang lebih baik dari kakakmu di masa depan.
3. Kepada diri saya sendiri yang selalu semangat dan sabar menjalani berbagai proses dalam menyelesaikan skripsi.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah robbil 'Alamin dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor di SMP Negeri 2 Ajung”. Penulisan skripsi ini menjadi salah satu syarat agar dapat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Pendidikan Sains, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis haturkan salam hormat dan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Hepni, S.Ag., MM., CPEM. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah mendukung dan memfasilitasi kami selama proses kegiatan belajar mengajar di lembaga ini.
2. Bapak Dr. Abdul Muis, S.Ag., M.Si. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN KH Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan persetujuan dan perijinan penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Sains Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan persetujuan dan perizinan terkait penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dinar Maftukh Fajar, S.Pd, M.P.Fis selaku Koordinator Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan ijin penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Laila Khusnah. M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, memotivasi, dan memberikan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini dengan baik.

6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik, membimbing dan membekali ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan perkuliahan.
7. Bapak Ahmad Samanan, S.Pd., M.KPd. selaku kepala sekolah SMP Negeri 2 Ajung yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di sekolah tersebut.
8. Bapak Andik Choirul Umam, S.Pd. selaku guru IPA di SMP Negeri 2 Ajung yang telah membantu serta mengarahkan penulis selama proses penelitian.
9. Guru-guru beserta staf tata usaha SMP Negeri 2 Ajung yang telah membantu peneliti dalam setiap kegiatan administrasi sekolah
10. Teman-teman terbaik Wilda, Gina, Riris, Ira, Rofi dan orang-orang baik yang selalu menyemangati, mendukung, berbagi ilmu, selalu bersedia direpotkan, serta banyak membantu hingga skripsi ini selesai.
11. Keluarga besar Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember angkatan 2020 yang telah berbagi ilmu dan senantiasa memberi dukungan hingga skripsi ini terselesaikan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, maka dari itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Jember, 26 Mei 2025

Penulis

ASBTRAK

Hanifatul Hoirah, 2025. Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik Elektronik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor di SMP Negeri 2 Ajung.

Kata Kunci: *Pengembangan E-LKPD Interaktif, PhET Simulation, Kalor*

Penelitian ini mengembangkan suatu produk berupa media ajar yang dapat membantu peserta didik dalam menunjang pembelajaran Kalor tingkat SMP/MTs. Produk yang dikembangkan berupa E-LKPD. E-LKPD adalah bentuk panduan kerja kegiatan pembelajaran berbasis elektronik guna mempermudah peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Produk E-LKPD dikembangkan dengan interaktif dan memuat simulasi virtual menggunakan *PhET Simulation*. Pemanfaatan *PhET Simulation* bertujuan untuk membuat peserta didik dapat melakukan eksperimen baru yang belum bisa dilakukan di laboratorium nyata. pengembangan E-LKPD ini diharapkan dapat menjadi media ajar tambahan untuk menunjang kegiatan pembelajaran. Media ajar interaktif bertujuan untuk menjadi pelengkap dan mendampingi modul ajar sehingga dapat mengoptimalkan kegiatan pembelajaran bagi peserta didik.

Rumusan masalah dalam penelitian ini (1) Bagaimana validitas elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP. (2) Bagaimana respons peserta didik terhadap elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mendeskripsikan validitas elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP. (2) Mendeskripsikan respons peserta didik terhadap elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP.

Jenis penelitian yang digunakan yakni menggunakan penelitian dan pengembangan (R&D) dengan menggunakan model pengembangan PPE (*Planning, Production, and Evaluation*) oleh Richey dan Klein, validasi E-LKPD dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan ahli praktisi. Setelah melalui tahap validasi dan juga revisi, kemudian dilakukan uji coba lapangan untuk mengetahui respons peserta didik. Subjek uji respons peserta didik skala kecil dilakukan terhadap 6 peserta didik dan subjek uji respons skala besar terhadap 28 peserta didik.

Hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan persentase rata-rata pada (1) validasi ahli materi memperoleh nilai sebesar 96% dengan kategori “Sangat Valid”, ahli media sebesar 93% dengan katogori “Sangat Valid”, dan ahli praktisi memperoleh nilai 97% dengan kategori “Sangat Valid”. (2) hasil uji respons peserta didik dalam skala kecil total perolehan nilai sebesar 93% dengan kategori “Sangat menarik”, kemudian dalam skala besar total perolehan nilai sebesar 94,28% dengan kategori “Sangat Menarik”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media E-LKPD interaktif layak untuk digunakan.

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ASBTRAK	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	12
C. Tujuan Penelitian.....	13
D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan	13
E. Manfaat Penelitian.....	14
F. Asumsi Dan Keterbatasan Penelitian	16
G. Definisi Operasional.....	18
BAB II KAJIAN PUSTAKA	20

A. Penelitian Terdahulu	20
B. Kajian Teori.....	30
BAB III METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....	55
A. Model Penelitian dan Pengembangan	55
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	56
C. Uji Coba Produk.....	62
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	69
A. Penyajian Data Hasil Uji Coba.....	69
B. Analisis Data	95
C. Revisi Produk	106
BAB V KAJIAN DAN SARAN.....	113
A. Kajian Produk yang Telah Direvisi	113
B. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	114
DAFTAR PUSTAKA.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan dan persamaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan.....	25
Tabel 2.2	Kriteria LKPD yang baik	37
Tabel 2.3	Kalor jenis beberapa bahan	45
Tabel 2.4	Jenis benda penghantar panas yang baik dan buruk.....	50
Tabel 3.1	Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).....	57
Tabel 3.2	Storyboard E-LKPD berbasis <i>Phet Simulation</i>	60
Tabel 3.3	Kriteria Skala Penilaian.....	65
Tabel 3.4	Kriteria Nilai Validitas	67
Tabel 3.5	Kriteria Hasil Respons Peserta Didik	68
Tabel 4.1	Validator Produk E-LKPD	84
Tabel 4.2	Instrumen Validasi Ahli Materi.....	84
Tabel 4.3	Hasil Uji Validitas oleh Ahli Materi	85
Tabel 4.4	Instrumen Validasi Ahli Media	86
Tabel 4.5	Hasil Uji Validitas oleh Ahli Media.....	86
Tabel 4.6	Instrumen Validasi Praktisi	87
Tabel 4.7	Hasil Uji Validitas oleh Praktisi.....	88
Tabel 4.8	Hasil Validasi oleh Para Validator	89
Tabel 4.9	Data Hasil Uji Coba Skala Kecil.....	91
Tabel 4.10	Data Hasil Uji Coba Skala Besar	92
Tabel 4.11	Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Materi	107

Tabel 4.12 Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Media.....	108
Tabel 4.13 Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Praktisi.....	110



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan PPE Menurut Richey and Klein (2009)	Error! Bookmark not
Gambar 2.2	Perubahan Wujud Zat	48
Gambar 2.3	Perpindahan kalor secara konduksi pada besi yang dipanaskan	50
Gambar 2.4	Peristiwa konveksi saat memanaskan air	51
Gambar 3.1	Susunan Materi Kalor	59
Gambar 4.1	Rancangan awal cover E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET Simulation</i>	78
Gambar 4.2	Rancangan Awal Kata Pengantar	78
Gambar 4.3	Rancangan Awal Daftar Isi	79
Gambar 4.4	Rancangan Awal Capaian Pembelajaran(CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Profil Pelajar Pancasila.....	80
Gambar 4.5	Rancangan Awal Petunjuk Penggunaan E-LKPD.....	80
Gambar 4.6	Rancangan Awal Peta Konsep.....	81
Gambar 4.7	Rancangan Awal a) Kegiatan 1 Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu Benda b) Kegiatan 2 Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Wujud Zat.....	82
Gambar 4.8	Rancangan Awal Kuis Interaktif pada Kegiatan Pembelajaran Materi Kalor	82
Gambar 4.9	Grafik Hasil Validasi oleh Para Validator.....	90
Gambar 4.10	Grafik Hasil Uji Respons Peserta Didik.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan informasi pada era revolusi abad 21 telah mengalami perubahan yang sangat signifikan. Hal ini ditandai dengan munculnya perkembangan yang begitu pesat, sehingga abad 21 sangat berbeda dari abad sebelumnya. Selain itu, juga dibuktikan dengan sumber daya manusia yang semakin tergantikan oleh teknologi. Beberapa diantaranya dapat dilihat dengan adanya perubahan cara berkomunikasi, bertransportasi, dan juga cara berinteraksi. Dengan begitu, keterampilan manusia tidak lagi sesuai dengan standar lama atau lebih condong terhadap pemanfaatan teknologi yang ada.² Perkembangan teknologi yang begitu pesat ini telah merambat ke berbagai sektor kehidupan, salah satunya termasuk dalam dunia pendidikan. Banyaknya tuntutan dan berbagai tantangan di era resolusi 4.0 atau *society 5.0* ini, maka seluruh *stakeholder* perlu untuk melakukan banyak persiapan dalam menghadapi hal tersebut.³ Hal ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pendidikan dalam menentukan arah pembangunan serta perkembangan bangsa dan negara.

Peranan pendidikan menjadi begitu penting untuk mempersiapkan peserta didik yang berketerampilan abad 21. Sehingga dapat menciptakan anak

² Febriantika Putri Pangesbar Kerja Peserta Didik(LKPD) Berbasis Discovery Learning Berbantuan Software Modells Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola,” *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika* 31 (2022): 30, <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11432>.

³ Andreia G. Pereira, Tânia M. Lima, and Fernando Charrua-Santos, “Industry 4.0 and Society 5.0: Opportunities and Threats,” *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ti et al., “Pengembangan Lem8, no. 5 (2020): 3305–8, <https://doi.org/10.35940/ijrte.d8764.018520>.

didik yang berkualitas dengan pola pikir dan kreativitas yang semakin berkembang.⁴ Pada dasarnya tujuan pendidikan adalah untuk mengoptimalisasi pengembangan bakat dan keterampilan peserta didik sehingga dapat menjadi bekal dalam kehidupan masa depannya. Masing-masing peserta didik tentunya memiliki kemampuan yang identik. Oleh karena itu, maka pendidik memiliki tanggung jawab khusus untuk mengidentifikasi dan mengoptimalisasi potensi tersebut di dalam pembelajaran.⁵

Hal tersebut sejalan dengan adanya peraturan Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 yaitu terkait Sistem Pendidikan Nasional pada Bab II Pasal 3, yang menegaskan bahwa tujuan, fungsi, serta dasar dari pendidikan nasional adalah mengembangkan kemampuan dan juga membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, dengan tujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar dapat menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, berakhlak mulia, berilmu, kreatif, cakap, sehat, mandiri, dan dapat menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.⁶

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat pemerintah Indonesia khususnya Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi terus berupaya dalam melakukan pembaruan dalam bidang

⁴ Rifqah Humairah Amir. 2019. "Efektifitas Model pembelajaran Steam9Science, Teknologi, Engineering, Art, and Mathematics) Dalam Pembelajaran IPA Konsep Sumber Energi pada Siswa Kelas IV SD Pertiwi Makassar." *DigilibadminUnismuh.Ac.Id*, 1-202. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/7854-Full_Text.pdf.

⁵ Ketut Sepdyana Kartini and I Ketut Setiawan, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Tata Nama Iupac Senyawa Anorganik Berbasis Android," *JIPP: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 3, no. 2 (2019): 238–45.

⁶ Peraturan Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional

pendidikan yang mana bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia. Pemberian pembekalan keterampilan 4C yaitu *creative*, *critical*, *collaborative*, dan *communicative* menjadi sebuah upaya agar dapat meningkatkan kompetensi peserta didik.⁷ Berdasarkan hal ini, maka institusi pendidikan harus mampu menyediakan sumber daya manusia yaitu tenaga pendidik yang handal dan kreatif.⁸

Landasan yuridis implementasi teknologi dalam pendidikan (*E-learning*) pada Undang-Undang No. 14 Tahun 2005 menyatakan terkait pendidik, yaitu setiap pendidik harus dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan penyelenggaraan pengembangan yang mendidik.⁹ Berlandaskan hal tersebut, maka seorang pendidik dalam upaya meningkatkan kreativitas pembelajaran peserta didik perlu memberikan pengalaman belajar yang menantang, menyenangkan, serta melibatkan peserta didik secara aktif selama kegiatan pembelajaran. Hal ini bertujuan agar dapat menarik minat belajar peserta didik terhadap materi pembelajaran. Oleh karena itu, seorang pendidik dituntut untuk selalu belajar dan mampu memanfaatkan teknologi sebagai perangkat atau media pembelajaran guna membantu meningkatkan kualitas pembelajaran.¹⁰

Media pembelajaran dapat diartikan sebagai sarana teknologi dimana

⁷ Haryanto et al., "Implementasi Aplikasi PhET Simulation Dalam Pembelajaran MIPA Berbasis Eksperimen," *I-Com: Indonesian Community Journal* 3, no. 3 (2023): 1372–79, <https://doi.org/10.33379/icom.v3i3.3160>.

⁸ Sri Windi Akuba et al., "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbantuan Google Sites Pada Materi Getaran, Gelombang, Dan Bunyi," *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya* 9, no. 1 (2023): 125, <https://doi.org/10.32884/ideas.v9i1.1117>.

⁹ "UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA," 2005, 17–19.

¹⁰ Haryanto et al., "Implementasi Aplikasi PhET Simulation Dalam Pembelajaran MIPA Berbasis Eksperimen."

di dalamnya memuat informasi yang digunakan dalam proses pembelajaran.¹¹ Media pembelajaran ini memberikan informasi terkait materi pembelajaran yang akan disampaikan oleh pendidik kepada peserta didik. Penggunaan media pembelajaran akan menjadi sebuah aspek penunjang dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensi terwujudnya tujuan pembelajaran.¹² Pengaplikasian media yang interaktif dan bervariasi dapat memberikan keuntungan bagi pendidik dan peserta didik.¹³ Oleh karena itu, maka tampilan fisik berupa gambar, animasi, dan semacamnya akan membuat media pembelajaran lebih menarik. Sehingga dengan hal ini, maka dapat mendorong minat peserta didik terhadap pembelajaran dan mempermudah berlangsungnya kegiatan belajar mengajar. Media pembelajaran yang dapat digunakan di kelas sangat beragam, salah satu media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan oleh pendidik melalui pemanfaatan teknologi saat ini adalah lembar kerja peserta didik elektronik atau disingkat dengan E-LKPD.

E-LKPD merupakan lembar kerja peserta didik yang umumnya dalam bentuk cetak kemudian telah berinovasi dengan berbasis elektronik sebagaimana dalam pengaplikasiannya dapat diakses melalui website

¹¹ Oki Suhartono, "Kebijakan Merdeka Belajar Dalam Pelaksanaan Pendidikan Di Masa Pandemi Covid-19," *Ar-Rosikhun: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam* 1, no. 1 (2021): 8–19, <https://doi.org/10.18860/rosikhun.v1i1.13897>.

¹² Irnin Agustina Dwi Astuti, Dasmu Dasmu, and Ria Asep Sumarni, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Dengan Menggunakan Aplikasi Appypie Di Smk Bina Mandiri Depok," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 24, no. 2 (2018): 695, <https://doi.org/10.24114/jpkm.v24i2.10525>.

¹³ Irfandi Irfandi and Nofri Yuhelman, "Analisis Inovasi Mahasiswa Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Sederhana," *COMPETITIVE: Journal of Education* 2, no. 3 (2023): 148–55, <https://doi.org/10.58355/competitive.v2i3.26>.

menggunakan *smartphone* ataupun laptop.¹⁴ E-LKPD dapat mempermudah penggunaannya karena bersifat fleksibel terhadap ruang dan waktu sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Selain itu, media ajar E-LKPD interaktif dapat menjadi sarana yang dapat menarik kurangnya minat belajar peserta didik terhadap materi pembelajaran.¹⁵

Riadi dalam Aldiyah, mengatakan bahwa LKPD memuat semua kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik yang bertujuan untuk memaksimalkan pembentukan kemampuan dasar dan pemahaman peserta didik sesuai dengan indikator pencapaian kompetensinya. Namun pada umumnya LKPD hanya memuat ringkasan materi dan beberapa soal latihan saja. Hal ini mengakibatkan peserta didik kurang tertarik yang berakibat pada rendahnya minat belajar karena pembelajaran yang bersifat monoton membuat peserta didik cenderung hanya menghafal konsepnya saja.¹⁶ Oleh karena itu, maka dalam penyusunan E-LKPD dapat disesuaikan dengan kebutuhan, situasi, dan kondisi lingkungan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran pada materi tertentu.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru IPA SMP Negeri 2 Ajung pada tanggal 15 Juli 2024, didapatkan bahwa minat belajar peserta didik di kelas tergolong rendah, dilihat dari antusiasme peserta didik

¹⁴ Lana Fauziyah and Petra Kristi Mulyani, "Pengembangan E-Lkpd Berbantuan Liveworksheets Materi Organ Gerak Manusia Kelas V Sdn 02 Podo," *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan* 4, no. 4 (2023): 522–32, <https://doi.org/10.37478/jpm.v4i4.3039>.

¹⁵ Rosa Andria Syafitri and Tressyalina, "The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19," *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 485, no. 1 (2020): 284–87, <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.048>.

¹⁶ Evy Aldiyah, "Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Pengembangan Sebagai Sarana Peningkatan Keterampilan Proses Pembelajaran Ipa Di Smp," *TEACHING : Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* 1, no. 1 (2021): 67–76, <https://doi.org/10.51878/teaching.v1i1.85>.

dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi fisika. Salah satu materi fisika khususnya pada materi kalor, pembelajaran terlalu berfokus pada bahan ajar yang bersumber dari modul ajar IPA kurikulum merdeka dan tugas-tugas yang ada di dalamnya. Pada materi kalor, peserta didik juga belum melakukan kegiatan praktikum secara maksimal karena keterbatasan waktu dan alat-alat praktikum. Guru IPA menyatakan bahwa pada materi kalor telah dilakukan kegiatan praktikum kalor secara konduksi dan konveksi yaitu menggunakan sendok yang diletakkan pada air panas dan juga kegiatan memanaskan air

Dalam pembelajaran materi IPA yang lain guru tersebut mengungkapkan bahwa sudah menggunakan media ajar yang bervariasi seperti LKPD cetak, alat peraga, dan sebagainya, namun belum pernah menggunakan LKPD berbasis elektronik berbantuan *PhET Simulation* yang diterapkan dalam pembelajaran IPA. Guru IPA menyatakan bahwa hal ini menjadi sebuah inovasi baru yang cukup menarik untuk diterapkan di kelas dan diharapkan mampu untuk memicu minat belajar peserta didik sehingga mempengaruhi pemahaman peserta didik terhadap materi IPA.¹⁷

Materi IPA merupakan mata pelajaran yang mana di dalamnya memuat kajian tentang konsep dasar berbagai ilmu yang berisi pengetahuan tentang alam serta berkaitan dengan kehidupan manusia yang disusun melalui pendekatan pendidikan.¹⁸ Konsep-konsep dasar ilmu pengetahuan alam

¹⁷ Andik, Guru IPA kelas VII, wawancara, Jember, 15 juli 2024

¹⁸ Muteeb Alahmari et al., "Trends and Gaps in Empirical Research on Gamification in Science Education: A Systematic Review of the Literature," *Contemporary Educational Technology* 15, no. 3 (2023), <https://doi.org/10.30935/cedtech/13177>.

meliputi biologi, kimia, fisika, dan geologi.¹⁹ Pembelajaran IPA mendorong peserta didik untuk mampu melakukan observasi, eksperimen, dan terus belajar kreatif sehingga peserta didik mampu terampil dan berpengetahuan luas terkait dunia fisik dan biologis.²⁰

Salah satu kendala penerapan materi IPA baik bagi pendidik maupun peserta didik adalah karena kurangnya sarana dan prasarana di kelas. Sarana dan prasarana yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran IPA meliputi salah satunya kelengkapan alat-alat untuk melakukan kegiatan pengamatan atau praktikum. Dengan hal ini, maka pada beberapa materi yang sifatnya abstrak dan sulit dipahami membuat peserta didik kesulitan bahkan berakibat terjadinya miskonsepsi.²¹ Salah satu materi IPA yang cukup sulit untuk dipahami yaitu pada materi fisika. Fisika merupakan materi yang membutuhkan pemahaman dari pada hanya sekedar hafal. Untuk memahaminya maka harus mampu dalam mengaitkan konsep fisis dengan matematisnya.²² Oleh karena itu, untuk mempermudah pemahaman konsep-konsep maka perlu dilakukan kegiatan praktikum untuk mempermudah proses pemahaman siswa terhadap materi tertentu.

¹⁹ Zulyusri Zulyusri et al., "Literature Study: Utilization of the PjBL Model in Science Education to Improve Creativity and Critical Thinking Skills," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 9, no. 1 (2023): 133–43, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2555>.

²⁰ Muteeb Alahmari et al., "Trends and Gaps in Empirical Research on Gamification in Science Education: A Systematic Review of the Literature," *Contemporary Educational Technology* 15, no. 3 (2023), <https://doi.org/10.30935/cedtech/13177>.

²¹ Vivi Uvaira Hisibuan, "Analisis Kesulitan Guru Membelajarkan Materi Fotosintesis Di Kelas V SD," *Jurnal Pigur* 02, no. 01 (2017): 153–65.

²² Alpiana Hidayatulloh, "Analisis Kesulitan Belajar Fisika Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke Dalam Penyelesaian Soal – Soal Fisika," *Kappa Journal* 4, no. 1 (2020): 69–75, <https://doi.org/10.29408/kpj.v4i1.1636>.

Pendidik dituntut untuk bisa kreatif dalam menyiasati kendala-kendala yang ada di dalam dunia pendidikan, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi yang ada untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan kemajuan teknologi maka dapat diatasi dengan solusi yang inovatif yaitu salah satunya dengan pemanfaatan *PhET Simulation*.

PhET Simulation adalah sebuah aplikasi berbasis *website* dimana di dalamnya memuat simulasi kegiatan percobaan atau praktikum di laboratorium dengan memanfaatkan perangkat komputer yang bersifat interaktif.²³ Aplikasi *PhET Simulation* ini memuat fitur-fitur yang dapat membuat peserta didik layaknya sedang melakukan praktikum secara nyata di laboratorium IPA sehingga dapat membuat penggunaannya mampu memahami konsep dengan lebih mendalam. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik yang semakin berkembang dalam aktivitas belajarnya.²⁴ Dengan adanya *PhET simulation* ini, praktikum pada materi IPA dapat tetap terlaksana dengan baik di tengah-tengah keterbatasan alat praktikum di sekolah.

Melalui berbagai kajian teoritis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajarn IPA pada materi-materi tertentu kegiatan praktikum sangat penting untuk dilakukan terlebih lagi pada materi-materi

²³ Sisilia Sylviani, Fahmi Candra Permana, and Rio Guntur Utomo, "PHET Simulation Sebagai Alat Bantu Siswa Sekolah Dasar Dalam Proses Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika," *Edsence: Jurnal Pendidikan Multimedia* 2, no. 1 (2020): 1–10, <https://doi.org/10.17509/edsence.v2i1.25184>.

²⁴ Elisa Elisa, Ainun Mardiyah, and Rizky Ariaji, "Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika dan Aktivitas Mahasiswa Melalui PhET Simulation," *PeTeKa* 1, no. 1 (2017): 15, <https://doi.org/10.31604/ptk.v1i1.15-20>.

yang bersifat abstrak. Maka perlu untuk melakukan pengamatan atau percobaan agar mempermudah peserta didik dalam memahami materi tersebut. Salah satu materi IPA yang perlu untuk dilakukan kegiatan praktikum yaitu materi Suhu dan Kalor khususnya pada sub materi Kalor.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah peneliti lakukan di SMPN 2 Ajung, data yang diperoleh 82,1% peserta didik menyatakan bahwa cukup kesulitan dalam memahami konsep-konsep pokok bahasan pada materi kalor. Meskipun peserta didik belum secara resmi menempuh materi kalor saat pengambilan data, namun mereka telah memiliki gambaran awal dari buku ajar maupun penjelasan singkat guru, serta persepsi pribadi terhadap topik tersebut. Hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa materi kalor berpotensi menjadi topik yang menantang dan perlu didukung oleh media pembelajaran yang tepat. Sehingga 85,7% peserta didik juga merasa sangat antusias jika dalam kegiatan pembelajaran kalor ini dilakukan kegiatan praktikum. Selain itu, dari hasil analisis kebutuhan didapatkan bahwa 92,8% peserta didik belum pernah mengerjakan LKPD berbasis elektronik, dan 100% rata-rata secara keseluruhan peserta didik belum pernah melakukan kegiatan praktikum berbasis *virtual laboratory*, serta 89,2% dari peserta didik menjawab menyetujui dengan pengembangan media ajar E-LKPD berbasis *PhET Simulation* pada materi kalor.

Kegiatan praktikum pada materi kalor yang telah dilakukan pada tahun ajaran sebelumnya. Praktikum tersebut meliputi pengamatan peristiwa kalor secara konduksi dan konveksi, seperti meletakkan sendok di dalam air

panas untuk mengamati konduksi, serta memanaskan air untuk mengamati konveksi. Namun, praktikum ini masih memiliki keterbatasan, antara lain terbatasnya alat, waktu pelaksanaan yang tidak merata untuk seluruh peserta didik, dan pengamatan yang hanya bersifat makroskopis tanpa memungkinkan peserta didik melihat proses perpindahan molekul secara mikroskopis.

Berdasarkan pengalaman tersebut, guru menyampaikan keinginan untuk dapat melaksanakan kegiatan praktikum tambahan yang lebih maksimal pada tahun ajaran berikutnya, dengan cara mengatasi keterbatasan sarana dan prasarana yang ada. Sehingga berdasarkan hal tersebut, salah satu solusi yang ditawarkan adalah pemanfaatan media digital berbasis simulasi, seperti PhET Simulation, yang dapat mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran serta memberikan pengalaman belajar yang lebih aman, efisien, dan interaktif bagi peserta didik.

Penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran bukan untuk menggantikan laboratorium nyata, melainkan terdapat beberapa alasan mengenai pentingnya penggunaan *PhET Simulation* untuk mendukung proses pembelajaran yaitu: a) Dapat dilakukan pengamatan secara *mikroskopis*, artinya peserta didik dapat melihat visualisasi pergerakan molekul saat dipanaskan atau didinginkan sebagaimana dalam hal ini tidak mungkin dilakukan dalam praktikum nyata. b) Keamanan dari terjadinya resiko kecelakaan, salah satunya saat melakukan eksperimen dengan suhu ekstrim. c) Efisiensi waktu dan biaya, dengan penggunaan phet simulation maka

simulasi dapat dilakukan berulang kali tanpa memerlukan banyak bahan, menghemat waktu dan sumber daya. d) Interaktivitas, yang artinya peserta didik dapat bereksperimen dengan berbagai parameter yang ada di dalamnya sehingga dapat memperdalam pemahaman konsep kalor secara praktis.

Berdasarkan beberapa hal tersebut, maka penggunaan *PhET Simulation* sangat perlu untuk dilakukan bukan sebagai pengganti dari praktikum nyata melainkan menjadi solusi terhadap eksperimen yang rumit, beresiko, ataupun sulit untuk divisualisasikan. Sehingga dengan penggunaan *phet simulation* ini dapat menjadi alternatif yang dapat mendukung pemahaman peserta didik terhadap konsep kalor secara lebih mendalam dan menyeluruh. Oleh karena itu, maka peneliti merasa perlu untuk mengembangkan E-LKPD berbasis aplikasi *PhET* untuk mendukung kegiatan praktikum pada materi kalor agar materi tersebut lebih mudah dipahami dan peserta didik lebih tertarik untuk mempelajari.

Pembelajaran IPA khususnya pada sub materi kalor dengan media ajar berupa E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* bertujuan untuk menjadi sebuah inovasi baru untuk mengatasi beberapa masalah yang dialami peserta didik pada materi IPA. Sehingga hal ini dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi dan lebih tertarik untuk mempelajari. Seperti penelitian terdahulu yang telah ditulis oleh Pricilia, Budi, dan Astra, dalam penelitiannya yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis *PhET Simulation* berbasis STEM dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep peserta

didik.²⁵ Penelitian lain oleh Nurhayati dan Kurniawati yang telah berhasil mengembangkan LKPD berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *PhET Simulation* yang mampu meningkatkan keterlibatan serta hasil belajar peserta didik.²⁶ Selanjutnya penelitian oleh Ginting dan Sidabutar yang berhasil mengembangkan LKPD berbantuan *PhET Simulation* dan terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik..²⁷

Bersumber dari hasil pemaparan masalah diatas, maka peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah media ajar dengan penelitian yang berjudul **“Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik Elektronik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor di SMP Negeri 2 Ajung”**. Dengan harapan media ajar ini dapat menjadi sebuah inovasi baru di sekolah terkait untuk mendukung berlangsungnya proses pembelajaran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini antara lain:

1. Bagaimana validitas lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP?

²⁵ Hannah Yessi Pricilia, Esmar Budi, and I Made Astra, “Lembar Kerja Peserta Didik Phet Simulation Berbasis Stem” VIII (2019): SNF2019-PE-313–18, <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.39>.

²⁶ Nurhayati Nurhayati and Desy Kurniawati, “Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Aplikasi PhET Pada Materi Asam Basa Fase F,” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 8, no. 1 (2024): 874–81, <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.12480>.

²⁷ Febrina Br Ginting and Hudson Sidabutar, “Development of LKPD Assisted by Phet Simulation on Material Form of Energy and Their Changes to Improve Creative Thinking Ability of Students at SMP Negeri 2 Sunggal,” *Educenter : Jurnal Ilmiah Pendidikan* 1, no. 9 (2022): 632–40, <https://doi.org/10.55904/educenter.v1i9.393>.

2. Bagaimana respons peserta didik terhadap lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian pengembangan ini antara lain:

1. Untuk mendeskripsikan validitas lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP.
2. Untuk mendeskripsikan respons peserta didik terhadap lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET Simulation* materi Kalor SMP.

D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Dalam mengembangkan E-LKPD ini, peneliti akan memberikan penjabaran terkait beberapa spesifikasi pada produk yang akan dikembangkan. Adapun cakupan spesifikasi produk pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Media pembelajaran diperuntukkan bagi pendidik dan peserta didik kelas VII SMP pada materi Suhu dan Kalor Sub materi Kalor.
2. Produk yang dihasilkan berupa Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Interaktif berbasis *PhET Simulation*.
3. Produk E-LKPD akan didesain semenarik mungkin dengan memuat gambar-gambar, materi singkat kalor, link youtube video pembelajaran, dan beberapa soal latihan.

4. E-LKPD didesain dengan memuat gambar-gambar tutorial untuk pengaplikasian *PhET Simulation* agar mempermudah peserta didik dalam melakukan praktikum virtual.
5. E-LKPD akan didesain menggunakan aplikasi *Canva*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dan pengembangan E-LKPD Interaktif berbasis *PhET Simulation* pada materi kalor diharapkan dapat memberikan manfaat terutama bagi pihak-pihak terkait yaitu sekolah, pendidik, dan tentunya bagi peserta didik. Manfaat yang diharapkan peneliti meliputi dua aspek yaitu manfaat secara teoritis dan juga praktis.

1. Manfaat Teoritis

Peneliti berharap pengembangan produk E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat mempermudah proses belajar dan pembelajaran terkait materi fisika kalor.

2. Manfaat praktis

a. Bagi Peserta Didik

Pengembangan E-LKPD Interaktif berbasis *PhET Simulation* diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang dapat digunakan sesuai kebutuhannya dalam membantu peserta didik agar lebih tertarik dan lebih mudah dalam memahami materi kalor dengan adanya *PhET Simulation* sebagai penunjang praktikum secara online.

b. Bagi Pendidik

Diharapkan dapat menjadi alternatif media yang menarik bagi pendidik dalam mengajar sehingga tertarik untuk belajar dan lebih mudah memahami materi pembelajaran.

c. Bagi Sekolah

Menambah referensi media ajar interaktif yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran baik bagi peserta didik maupun sekolah.

d. Bagi Peneliti

1) Mempermudah peneliti untuk mengukur kevalidan dan respon peserta didik dalam menggunakan bahan ajar.

2) Diberi kesempatan dalam melakukan pengembangan ilmu yang didapatkan saat dibangku kuliah sehingga dapat memberikan inovasi yang baru untuk kegiatan belajar mengajar yang beracuan pada pengembangan ide ide kreatif. Sehingga dapat melatih dan menjadi referensi bagi peneliti sendiri ketika mengajar di masa depan

3) Memenuhi salah satu persyaratan agar dapat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan S1 Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah dan Ilmu keguruan Universitas Negeri Kiai Haji Achmad Sidiq Jember.

e. Bagi Institusi

Pengembangan produk E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation* dapat digunakan menjadi koleksi literasi pendukung referensi tambahan dalam keputakaan UIN KHAS Jember khususnya

pada prodi tadris IPA dan dapat dijadikan sebagai bahan rujukan bagi penulis yang berminat untuk melanjutkan penelitian ini.

F. Asumsi Dan Keterbatasan Penelitian

1. Asumsi Penelitian

Dalam pengembangan lembar kerja peserta didik Elektronik (E-LKPD) interaktif berbasis *PhET* pada materi kalor, peneliti memiliki beberapa asumsi yaitu sebagai berikut:

- a. Menghasilkan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) yang valid sehingga dapat digunakan oleh peserta didik menjadi media pembelajaran pada materi kalor
- b. Menghasilkan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) yang dapat digunakan oleh pendidik sebagai media ajar tambahan yang bertujuan untuk tercapainya tujuan pembelajaran.
- c. E-LKPD interaktif ini dapat menjadi bahan penunjang pengembangan LKPD dalam pembelajaran IPA oleh pendidik untuk kegiatan belajar dan pembelajaran.
- d. Lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) interaktif yang berbasis *PhET simulation* pada materi kalor dapat menciptakan pembelajaran menarik karena memuat praktikum yang dapat dilakukan secara online sehingga peserta didik menjadi lebih aktif dalam pembelajaran.

- e. Peserta didik dapat memahami materi kalor melalui E-LKPD interaktif yang menarik dan dengan melalui praktikum secara online berbantuan aplikasi berbasis *website PhET simulation*.

2. Keterbatasan Penelitian

Di dalam penelitian ini, peneliti membatasi penelitiannya terhadap beberapa hal sebagai berikut:

- a. Pengembangan E-LKPD ini ditujukan untuk peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Ajung.
- b. Pengembangan produk E-LKPD interaktif ini memuat tutorial pengaplikasian *PhET simulation* di dalamnya sebagai petunjuk untuk melakukan praktikum online.
- c. E-LKPD interaktif berbasis *PhET simulation* ini dapat dijadikan media ajar interaktif untuk menjadi pelengkap dan mendampingi modul ajar yang digunakan saat pembelajaran di kelas.
- d. Materi yang dibahas pada penelitian pengembangan ini yaitu materi suhu dan kalor pada sub materi kalor, dengan Tujuan Pembelajaran (TP) Peserta didik diharapkan mampu melakukan pengukuran terhadap aspek fisis yang mereka temui dan memanfaatkan suhu dan kalor (termasuk isolator dan konduktor) untuk menyelesaikan tantangan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari.
- e. Uji coba lapangan yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelayakan pengembangan media ajar E-LKPD interaktif dan untuk mengetahui respons peserta didik.

- f. Penelitian terbatas pada tahap pengembangan media ajar berupa E-LKPD Interaktif, validitas media, dan respons peserta didik.

G. Definisi Operasional

Definisi operasional berfungsi untuk menghindari adanya kesalahan arti dalam penafsiran dari judul skripsi. Sehingga dilakukan penegasan arti dari berbagai istilah yaitu sebagai berikut:

1. Pengembangan

Pengembangan dilakukan oleh peneliti dalam menghasilkan sebuah produk baru yang berinovasi, disusun secara sistematis menjadi produk yang lebih menarik lagi dari beberapa produk yang sudah digunakan sebelumnya. Sehingga produk yang telah dibuat dapat memotivasi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran agar peserta didik lebih tertarik dan mudah dalam memahami materi pembelajaran.

2. E-LKPD Interaktif

E-LKPD merupakan salah satu media ajar elektronik dimana di dalamnya memuat panduan kerja peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran. Penggunaan E-LKPD menjadi sarana agar peserta didik lebih mudah dalam melakukan kegiatan pembelajaran di kelas baik itu dalam proses penyelidikan dan penyelesaian beberapa masalah yang ada di dalamnya.

3. PhET Simulation

PhET simulation merupakan *virtual laboratory* sebuah situs pembelajaran yang akan menjadi media penunjang pembelajaran. Dengan

konsep rancangan *software* yang diatur berbasis *multimedia interaktif* maka akan mempermudah para pengguna layaknya sedang melakukan praktikum secara langsung di dalam laboratorium yang sebenarnya. Simulasi yang ada di dalamnya memuat berbagai pembelajaran sains baik itu, fisika, kimia, dan biologi. *PhET simulation* akan disediakan di dalam E-LKPD yang memuat tutorial pengaplikasiannya untuk mempermudah peserta didik sehingga peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep-konsep abstrak pada materi IPA khususnya materi kalor

4. Kalor

Materi kalor merupakan fokus materi yang diangkat oleh peneliti yang diajarkan pada kelas VII semester ganjil di SMPN 2 Ajung. Kalor adalah salah satu materi IPA yang membahas tentang perpindahan energi panas pada suatu benda yang memiliki suhu tinggi terhadap benda yang memiliki suhu rendah. ataupun sebaliknya.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Bagian ini dipaparkan terkait penelitian terdahulu yang dianggap sesuai atau relevan dengan topik penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Penelitian terdahulu merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan seseorang terkait pengembangan E-LKPD berbasis *PhET Simulation* sebagai media ajar IPA. Melalui hal ini, maka peneliti dapat mengetahui beberapa penelitian yang dianggap memiliki relevansi terhadap penelitian yang akan dilaksanakan, dan juga dapat mengetahui pembaharuan dari peneliti sebelumnya antara lain sebagai berikut:

- 1) Dita Eliansi, Dedy Hamndani, dan Rosane Medriati, Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika, Pendidikan Fisika FKIP Universitas Bengkulu dengan judul “Pengembangan LKPD berbasis *STEM* Berbantuan Simulasi *PhET* untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Listrik Dinamis”

Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan model 4D. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu produk LKPD berbasis *STEM* dengan bantuan simulasi PhET yang layak dan mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dalam pembahasan listrik dinamis.

Hasil penelitian tersebut berupa produk LKPD berbasis *STEM* berbantuan simulasi PhET. Ditunjukkan dengan hasil uji validasi rata-rata

dari kelima aspek (kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, kegrafisan dan media) yaitu 88% dengan kategori “Sangat Baik”. Sedangkan respon peserta didik memperoleh skor persentase rata-rata 87% dengan kategori “Sangat Baik”.²⁸

- 2) Diah Ayu Puspaningrum dan Pujiyanto, 2022, Jurnal Geliga Sains, Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbantuan *PhET* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Fisika”.

Penelitian tersebut menggunakan penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan 4D. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan produk LKPD dengan berbantuan *PhET Simulation* untuk mengetahui besar peningkatan keterampilan proses sains dan besar penguasaan konsep fisika peserta didik setelah penggunaannya.

Hasil dari penelitian tersebut yaitu produk LKPD berbantuan Simulasi *PhET* yang layak digunakan dan dinyatakan dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika peserta didik. Hal ini, ditunjukkan dengan hasil validasi hasil uji kelayakan oleh validator dengan persentase nilai rata-rata sebesar 85,97% memiliki kriteria baik atau layak. Kemudian untuk hasil penilaian respon peserta didik diperoleh skor rata-rata 3.25 pada uji terbatas, dan 3.30 pada uji skala luas yang artinya memiliki kriteria sangat baik dan layak digunakan. Sedangkan untuk hasil peningkatan keterampilan proses sains diperoleh dari hasil

²⁸ Deta Eliansi, Dedy Hamdani, and Rosane Medriati, “Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Berbantuan Simulasi,” no. 2 (2023): 35–42.

akumulasi melalui beberapa aspek dimana skor ketercapaian keterampilan proses sains mengalami peningkatan dari praktikum 1 ke praktikum 2 kemudian untuk uji penguasaan konsep fisika diperoleh hasil analisis nilai pretest posttest yang memperoleh nilai standar gain sebesar 0,516 pada kelas kontrol dan 0,705 pada kelas eksperimen dengan kriteria tinggi.²⁹

- 3) Zhenk Eka Mahendra, Unang Purwana, dan Winny Liliawati, 2022, Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia yang berjudul “Pengembangan LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* dan Berbantuan *PhET Simulation* pada Materi Gerak Harmonik Sederhana”.

Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan model ADDIE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menganalisis kelayakan LKPD digital berorientasi *nature of science* dengan berbantuan *PhET interactive simulation*.

Hasil penelitian tersebut yaitu produk LKPD digital dengan berorientasi *nature of science* yang berbantuan *PhET simulation* pada pembelajaran gerak harmonik sederhana yang layak untuk digunakan dan dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri oleh peserta didik. Ditunjukkan dengan hasil validitas oleh validator menunjukkan kelayakan produk sebesar 0,83 yang berada pada kategori “Tinggi”. Sedangkan hasil

²⁹ D. A. Puspaningrum and P. Pujiyanto, “Pengembangan LKPD Berbantuan PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika,” *Jurnal Pendidikan Fisika* 9(2), no. 2 (2022): 66–84, <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/pfisika/article/view/18356>.

uji respon peserta didik mendapatkan skor rata-rata 87,31% dengan respon sangat positif. Dan untuk uji penilaian LKPD digital mendapatkan skor hasil rata-rata sebesar 85,85 dengan kategori “Baik”.³⁰

- 4) Fitri Nur Hidayah dan Dimas Permadi, 2023, PROSIDING SINAPSMASAGI, Fisika FKIP Universitas Lampung dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbantuan *PhET Simulation* Berbasis *Problem Based Learning* untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis”.

Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian dan pengembangan *Design & Development Research* (DDR). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan *e-worksheet* berbasis *PBL* yang valid, efektif dan praktis sehingga dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Hasil penelitian tersebut berupa produk E-LKPD berbantuan *Phet Simulation* berbasis *PBL* yang layak, praktis dan efektif untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa. Ditunjukkan dengan hasil validasi oleh validator dengan skor nilai rata-rata 3,43 dengan kategori “Sangat Valid” kemudian untuk hasil uji kepraktisan diperoleh persentase rata-rata 78%. Sedangkan untuk data hasil uji efektivitas dari

³⁰ Zhenk Eka Mahendra, Unang Purwana, and Winny Liliawati, “Pengembangan LKPD Digital Berorientasi Nature of Science Dan Berbantuan PhET Interactive Simulation Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 6, no. 3 (2022): 549, <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.4797>.

hasil pretest dan posttest mendapatkan skor 0,22 yaitu dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.³¹

- 5) Seta Nara Hantika dan Supahar, 2021, Jurnal Student UNY, Pendidikan Fisika Universitas Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbasis *Relating, Experiencing, Applying, cooperating, transferring (REACT)* Berbantuan *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Belajar Sains Peserta Didik SMA”

Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan model 4D. Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan suatu produk berupa LKPD berbasis REACT berbantuan simulasi *PhET* untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis REACT dengan berbantuan *PhET Simulation* yang mampu untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains. Hasil kualifikasi kelayakan dan kevalidan oleh validator memperoleh skor rata-rata 4,56 yaitu dengan kategori “Sangat Baik”, kemudian untuk keefektifan dalam peningkatan penguasaan materi mendapatkan nilai 83,1% dengan kategori “Sedang”, dan untuk peningkatan keterampilan proses sains sebesar 82,6% dengan kategori “Sedang”.³²

³¹ Fitri Nur Hidayah and Dimas Permadi, “Pengembangan E-LKPD Berbantuan PhET Simulation Berbasis Problem Based Learning Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis,” *Sinapmasagi* 3 (2023): 138–50.

³² Supahar Hantika, Seta Nara, “Pengembangan LKPD Berbasis *Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT)* Berbantuan *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi Dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA,” 2017, 1–11.

Tabel 2.1
Perbedaan dan persamaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
1).	Dita Eliansi, Dedy Hamndani, dan Rosane Medriati	Pengembangan LKPD berbasis <i>STEM</i> Berbantuan Simulasi <i>PHET</i> untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Listrik Dinamis	1. Mengembangkan produk LKPD 2. Berbantuan <i>PhET</i> <i>Simulation</i>	Perbedaan yang Dirujuk 1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi listrik dinamis 2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas XII SMA 3. Model pengembangan yang digunakan 4D 4. Tujuan penelitian untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Perbedaan yang Dibuat 1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi kalor 2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas VII SMP 3. Model pengembangan yang digunakan PPE Tujuan penelitian untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET simulation</i> .
2).	Diah Ayu Puspaningrum dan Pujiyanto	Pengembangan LKPD Berbantuan <i>PhET</i> untuk Meningkatkan	1. Mengembangkan produk LKPD 2. Berbantuan <i>PhET</i> <i>Simulation</i>	Perbedaan yang Dirujuk 1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
		Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Fisika		<p>materi getaran harmonik</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas X SMA</p> <p>3. Model pengembangan yang digunakan 4D</p> <p>4. Tujuan penelitian untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika</p> <p>Perbedaan yang Dibuat</p> <p>1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi kalor</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas VII SMP</p> <p>3. Model pengembangan yang digunakan PPE</p> <p>4. Tujuan penelitian untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET simulation</i>.</p>
3).	Zhenk Eka Mahendra, Unang Purwana, dan Winny Liliawati	Pengembangan LKPD Digital Berorientasi <i>Nature of Science</i> dan Berbantuan <i>PhET Simulation</i> pada Materi Gerak Harmonik Sederhana	<p>1. Mengembangkan produk LKPD</p> <p>2. Berbantuan <i>PhET Simulation</i></p>	<p>Perbedaan yang Dirujuk</p> <p>1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi gerak harmonik sederhana</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas X SMA</p> <p>3. Model pengembangan</p>

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
				<p>yang digunakan ADDIE</p> <p>4. Tujuan penelitian untuk mengembangkan dan menganalisis kelayakan LKPD digital berorientasi nature of science berbantuan <i>PhET interactive simulation</i>.</p> <p>Perbedaan yang Dibuat</p> <p>1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi kalor</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas VII SMP</p> <p>3. Model pengembangan yang digunakan PPE</p> <p>4. Tujuan penelitian untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET simulation</i>.</p>
4).	Fitri Nur Hidayah dan Dimas Permadi	Pengembangan E-LKPD Berbantuan <i>PhET Simulation</i> Berbasis <i>Problem Based Learning</i> untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis	1. Mengembangkan produk LKPD 2. Berbantuan <i>PhET Simulation</i>	<p>Perbedaan yang Dirujuk</p> <p>1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi gerak harmonik sederhana</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas XI SMA</p> <p>3. Model pengembangan yang digunakan DDR</p> <p>4. Tujuan penelitian</p>

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
				<p>untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>Perbedaan yang Dibuat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi kalor 2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas VII SMP 3. Model pengembangan yang digunakan PPE 4. Tujuan penelitian untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET simulation</i>.
5).	Seta Nara Hantika dan Aupahar	<p>Pengembangan LKPD Berbasis <i>Relating, Experiencing, Applying, cooperating, transferring (REACT)</i> Berbantuan <i>PhET Simulation</i> untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Belajar Sains Peserta Didik SMA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengembangkan produk LKPD 2. Berbantuan <i>PhET Simulation</i> 	<p>Perbedaan yang Dirujuk</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materi yang dikembangkan pada pembelajaran fisika materi optika geometris 2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas XI SMA 3. Model pengembangan yang digunakan 4D 4. Tujuan penelitian untuk meningkatkan penguasaan materi dan meningkatkan keterampilan proses belajar sains. <p>Perbedaan yang Dibuat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Materi yang

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
				<p>dikembangkan pada pembelajaran fisika materi kalor</p> <p>2. Subjek yang digunakan adalah peserta didik kelas VII SMP</p> <p>3. Model pengembangan yang digunakan PPE</p> <p>4. Tujuan penelitian untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis <i>PhET simulation</i>.</p>

Berdasarkan dari hasil analisis diatas, didapatkan persamaan dan perbedaan yang sangat signifikan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dengan penelitian terdahulu. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu pada materi yang akan digunakan dalam penelitian yakni sub materi Kalor. Penelitian selanjutnya terkait subjek yang akan diteliti oleh peneliti yaitu peserta didik SMP kelas VII. Selain itu, perbedaan pada penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu model pengembangan yang digunakan peneliti yaitu PPE serta Tujuan dari pengembangan media ajar LKPD yang hendak diteliti adalah untuk mengetahui validitas media dan respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* pada materi Kalor. Dengan

demikian, hal tersebut menjadi inovasi bagi peneliti dalam membandingkan penelitian terdahulu yang akan diteliti.

B. Kajian Teori

1. Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian yang digunakan peneliti yaitu metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)*. Metode penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses untuk mengembangkan sebuah produk baru atau memperbaiki dan menginovasi dari produk yang sudah ada.³³ Borg & Gall menyatakan bahwa metode penelitian R&D merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk pendidikan kemudian memvalidasinya. Proses-proses di dalamnya meliputi kegiatan menemukan, merancang, mengembangkan, dan menguji validitas produk yang dihasilkan untuk memenuhi kriteria kualitas, keefektifan, dan standar tertentu.³⁴

Penelitian dan pengembangan dilakukan berdasarkan kebutuhan penggunaannya dan manfaat dari produk yang dikembangkan, yaitu dengan membuat sebuah produk yang lebih efektif dan efisien.³⁵ Jadi, pada dasarnya penelitian pengembangan merupakan model penelitian dengan menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang ada dengan

³³ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. (Bandung: ALFABETA, 2020), 395.

³⁴ S Yuwana and T Indarti, *Metode Penelitian Dan Pengembangan (Research & Development) Dalam Pendidikan Dan Pembelajaran* (UMMPress, 2023), <https://books.google.co.id/books?id=ZY3kEAAAQBAJ>.

³⁵ M Fahrurrozi and Mohzana, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran: Tinjauan Teoretis Dan Praktik*, 1 (Universitas Hamzanwadi Press, 2020), <https://books.google.co.id/books?id=GyQnEAAAQBAJ>.

disesuaikan melalui kebutuhan penggunaanya dan melakukan uji coba terhadap produk tersebut. Pengembangan produk tidak selalu berupa perangkat keras atau hardware tetapi juga bisa berupa perangkat lunak atau software salah satunya seperti E-LKPD.

Model penelitian dan pengembangan yang dapat digunakan salah satunya adalah model pengembangan PPE (*Planning Production, Evaluation*). Model PPE memiliki fokus perencanaan dan pengembangan yang sistematis dengan analisis dari awal sampai akhir. Model PPE dikembangkan oleh Richey & Klein, di dalamnya terdapat tiga tahapan yaitu terdiri atas: Tahap *Planning* (perencanaan) merupakan tahap awal dalam merencanakan suatu produk yang akan dibuat diawali dengan melakukan kegiatan analisis kebutuhan yaitu dengan penelitian dan studi literatur. Kegiatan analisis dilakukan agar dapat menemukan solusi untuk proses pengembangan dalam pembelajaran. *Production* (Produksi) merupakan tahap pembuatan produk dengan mengacu terhadap hasil rancangan atau prototipe yang telah dibuat. *and Evaluation* (Evaluasi) tahap pengujian dan penilaian produk yang telah dibuat guna mengetahui kelayakan suatu produk dalam memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.³⁶



Gambar 2.1 Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan PPE Menurut Richey and Klein (2009)
(Sumber: Sugiyono,2019)

³⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta, 2019), 766-788.

2. E-LKPD

a. Pengertian LKPD

Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan media ajar yang berisi panduan-panduan berupa panduan pelatihan pengembangan aspek-aspek pembelajaran salah satunya seperti pada aspek kognitif peserta didik dengan melakukan kegiatan penyelidikan dan eksperimen.³⁷ LKPD di dalamnya berisi materi, ringkasan, memuat beberapa kegiatan pembelajaran, dan beberapa petunjuk pengerjaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik guna tercapainya tujuan pembelajaran.³⁸ Jadi, LKPD merupakan media belajar untuk peserta didik dimana di dalamnya memuat serangkaian kegiatan pembelajaran yang harus dilakukan secara aktif oleh peserta didik dan mengacu terhadap tercapainya tujuan pembelajaran.

E-LKPD merupakan bentuk panduan kerja kegiatan pembelajaran berbasis elektronik guna mempermudah peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Pengaplikasian atau penggunaan E-LKPD dapat menggunakan komputer atau laptop bahkan juga smartphone.³⁹ E-LKPD dapat menjadi sebuah bentuk adaptasi pembelajaran baru berbasis elektronik dengan memanfaatkan

³⁷ NENI TRIANA, *LKPD BERBASIS EKSPERIMEN: Tingkatkan Hasil Belajar Siswa* (GUEPEDIA, 2021), hal. 15, <https://books.google.co.id/books?id=qHRMEAAAQBAJ>.

³⁸ TRIANA, hal 15.

³⁹ Annur Wulan Putriyana, Lia Auliandari, and Kholillah Kholillah, "Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Model Pembelajaran Search, Solve, Create and Share Pada Praktikum Materi Fungi," *Biodik* 6, no. 2 (2020): 106–17, <https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9255>.

perkembangan teknologi dan komunikasi dalam dunia pendidikan.⁴⁰ Maka konsep dari E-LKPD yaitu sebagai panduan kerja bagi peserta didik dalam bentuk elektronik sehingga cara pengaksesannya dapat menggunakan alat elektronik seperti smartphone, laptop, maupun komputer sehingga lebih menarik dan memberi kemudahan bagi penggunaannya.

b. Fungsi E-LKPD

E-LKPD memberikan manfaat bagi peserta didik yaitu dapat menjadi sebuah sarana belajar yang baik dan efisien untuk diterapkan kapan saja sehingga peserta didik dapat lebih mudah dalam proses mendapatkan pengetahuan, menerapkan kemampuan, serta melatih pengetahuan dan keterampilannya dalam kegiatan pembelajaran. Di samping itu, E-LKPD dapat membuat peserta didik berlatih untuk belajar mandiri. Selain itu, Sudjana dalam Kosasih juga menyatakan bahwa LKPD memiliki beberapa fungsi dalam menunjang kegiatan pembelajaran yaitu:⁴¹

1. Dapat digunakan sebagai bahan ajar atau media ajar yang mengarahkan peserta didik guna mendalami materi pembelajaran.
2. Berfungsi untuk meningkatkan efektifitas peserta didik baik dalam segi prosedur kerja maupun pemahaman konsep

⁴⁰ Indah Sriwahyuni, Eko Risdianto, and Henny Johan, "Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik Di Sma," *Jurnal Kumparan Fisika 2*, no. 3 (2019): 145–52, <https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>.

⁴¹ Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar* (Bumi Aksara, 2021), hal. 34, <https://books.google.co.id/books?id=UZ9OEAAAQBAJ>.

3. Penggunaan LKPD juga dapat memberikan sarana bagi peserta didik dalam mengemukakan pendapat dan mengambil sebuah kesimpulan

4. LKPD berdasarkan fungsinya terdiri atas dua macam yaitu:

a) LKPD *eksperimen* yang berisikan panduan kerja, hasil pengamatan, soal-soal yang berkaitan dengan materi praktikum atau terkait dengan kegiatan praktik ataupun proyek tertentu. LKPD ini memiliki fungsi untuk meningkatkan minat belajar dan kreativitas peserta didik dan juga pemahaman yang lebih detail terhadap materi pembelajaran. Dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti, yaitu mengembangkan E-LKPD dengan berbasis eksperimen memanfaatkan *PhET Simulation*.

b) LKPD non *eksperimen*

Fungsi dari LKPD ini yaitu untuk membantu peserta didik dalam memahami atau membangun sebuah konsep, prinsip, maupun prosedur tertentu dalam pembelajaran.

Pendapat lain oleh Syafitri dan Tressyalina dalam Praswoto juga menyatakan bahwa LKPD terbagi menjadi lima bentuk jika dilihat berdasarkan fungsinya sebagai pendukung mampu membantu pendidik dalam mengajar teks deskriptif.

a) LKPD berfungsi untuk membantu peserta didik dalam menemukan konsep dan penyesuaian konsep-konsep yang telah ditemukan.

b) LKPD berfungsi sebagai pedoman pembelajaran.

- c) LKPD berfungsi menjadi penguat.
- d) LKPD berfungsi sebagai tempat praktik yang memuat petunjuk praktikum.
- e) LKPD berfungsi untuk membantu peserta didik dalam penerapan.

c. Komponen dalam E-LKPD

Elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) memiliki komponen-komponen yang sama seperti yang terdapat di dalam LKS. Komponen-komponen yang terdapat pada E-LKPD menurut Prastowo dalam Triana yaitu sebagai berikut:⁴²

- 1) Judul.
- 2) Kompetensi dasar (KD) yang hendak dicapai atau tujuan pembelajaran (TP) dalam kurikulum merdeka.
- 3) Informasi singkat atau informasi pendukung.
- 4) Langkah kerja.
- 5) Tugas yang harus dikerjakan.
- 6) Penilaian.

d. Kriteria E-LKPD

E-LKPD sebagai media ajar yang berisikan pedoman kinerja peserta didik, maka penting dalam memperhatikan dan memenuhi

⁴² TRIANA, hal 16.

kriteria-kriteria yang harus dikembangkan di dalamnya. LKPD memiliki kriteria yang sama dengan LKS yaitu sebagai berikut:⁴³

- 1) Mengkaji materi dan memperhatikan keterampilan proses terkait kegiatan dalam pembelajaran yang sistematis dan terperinci dengan disesuaikan pada KD atau indikator tertentu atau dalam kurikulum merdeka disebut dengan (TP) tujuan pembelajaran yang telah dirancang oleh pendidik dalam modul ajar.
- 2) Memuat kegiatan yang telah terukur dan terstruktur sehingga peserta didik dapat melakukannya sesuai dengan kemampuan, bakat dan minatnya.
- 3) Terdapat kegiatan yang bervariasi di dalamnya mulai dari kegiatan sederhana sampai kompleks yang disesuaikan dengan indikator pembelajaran yang telah dirancang oleh pendidik.
- 4) Mengoptimalkan dan menyesuaikan dengan cara atau gaya belajar peserta didik yang beragam secara menyeluruh.
- 5) Penggunaan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik.
- 6) Terdapat kesesuaian konsep terhadap kebenaran ilmu pengetahuan dalam setiap prosedur kegiatan pembelajaran.
- 7) Kegiatan yang disajikan di dalamnya mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik dengan menyesuaikan alokasi waktu kegiatan pembelajaran.

⁴³ E. Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar* (Bumi Aksara, 2021), hal. 36-37, <https://books.google.co.id/books?id=UZ9OEAAAQBAJ>.

- 8) Kegiatan di dalamnya dapat mendorong peserta didik untuk dapat mengaplikasikan pemahaman konsep yang ada di dalam buku teks untuk menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari baik itu dengan dilakukannya kegiatan latihan, percobaan, kasus-kasus, tugas-tugas, maupun beberapa kegiatan yang disajikan di dalamnya.
- 9) Tampilan ilustrasi disajikan secara menarik dengan tata letak yang sesuai dan tidak membosankan.

Secara terperinci kriteria LKPD yang baik adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2
Kriteria LKPD yang baik

No	Bagian-Bagian LKPD	Syarat
1.	Isi	<ul style="list-style-type: none"> • Memuat kegiatan yang sesuai dengan indikator pembelajaran atau TP • Memuat berbagai kegiatan yang bervariasi sesuai dengan karakter peserta didik.
2.	Struktur	<ul style="list-style-type: none"> • Alur kegiatan yang dibuat harus terperinci dan sistematis yaitu dari mudah ke sulit.
3.	Tampilan	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki tampilan yang menarik dan tidak membosankan
4.	Bahasa	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan bahasa baku • Sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik • Mudah dipahami peserta didik dengan struktur kalimat yang sederhana, singkat dan jelas.

e. Langkah-Langkah Penyusunan E-LKPD

Langkah-langkah pembuatan LKPD berdasarkan Depdiknas dalam N. Syakrina yaitu menganalisis kurikulum, menyusun peta

konsep, menentukan judul LKPD, dan juga langkah penulisannya. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam membuat LKPD yaitu:⁴⁴

1) Analisis Kurikulum

Kegiatan ini dilakukan guna mengetahui dan menentukan materi pembelajaran yang memerlukan media ajar berupa E-LKPD. Dalam menentukan materi, langkah awal yang umumnya dilakukan yaitu dengan mengkaji dan menganalisis materi pokok, pengalaman belajar peserta didik, memeriksa materi yang akan diajarkan, dan juga mengamati kompetensi peserta didik.

2) Menyusun Peta Kebutuhan E-LKPD

Kegiatan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar yang telah dilakukan, kemudian dilanjut dengan menyusun peta konsep kebutuhan untuk menjadi penentu prioritas penulisan, yaitu sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak LKPD yang harus ditulis dan juga untuk melihat konsekuensinya.

3) Menentukan Judul E-LKPD

Penentuan Judul E-LKPD dilihat dari kompetensi dasar, materi-materi pokok, serta pengalaman belajar peserta didik dalam kurikulum.

4) Melakukan Langkah-Langkah Penulisan E-LKPD

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan E-LKPD diantaranya yaitu: a) Menentukan KD atau TP (Tujuan

⁴⁴ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. (Yogyakarta: DIVA Press, 2011), h. 212-214

Pembelajaran) dalam kurikulum merdeka; b) Penyusunan pokokokok materi yang disesuaikan dengan TP dan indikator pembelajaran; c) Pengembangan kegiatan disesuaikan pada indikator yang ada dengan terperinci; dan d) Penulisan LKPD disesuaikan dengan struktur yang harus ada di dalam LKPD yaitu memuat judul, CP-TP, materi ajar, langkah kerja, data hasil pengamatan, serta tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik, dan penilaian.

3. *PhET Simulation*

Physics Education Technology (PhET) Simulation adalah laboratorium virtual yang dibuat dan dikembangkan oleh tim universitas Colorado Amerika Serikat dengan pemrograman java and flash. *PhET Simulation* dirancang dalam bentuk *software* (perangkat lunak) dengan menyediakan fitur simulasi praktikum virtual secara interaktif dan menarik sehingga lebih praktis dan mudah untuk dipelajari.⁴⁵

Aplikasi *PhET Simulation* berbasis *website* ini dapat diakses secara gratis dengan mengunduh pada *website* resminya yaitu: <https://phet.colorado.edu/>. Penggunaan *PhET Simulation* dapat diakses baik secara online maupun offline dengan menggunakan handphone, laptop, maupun komputer sehingga bersifat fleksibel terhadap ruang dan waktu karena dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja.⁴⁶

⁴⁵ Puspaningrum and Pujiyanto, "Pengembangan LKPD Berbantuan PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika."

⁴⁶ Elisa, Mardiyah, and Ariaaji, "Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Dan Aktivitas Mahasiswa Melalui Phet Simulation."

PhET Simulation memiliki model konseptual fisis yaitu dapat menjelaskan konsep-konsep dalam pembelajaran salah satunya pada materi fisika sehingga peserta didik lebih mudah memahaminya. Pemanfaatan *PhET Simulation* atau laboratorium virtual dapat digunakan sebagai pengganti dari laboratorium real atau laboratorium nyata yang ada di sekolah karena fasilitas yang kurang memadai, sehingga kegiatan praktikum bisa tetap dilakukan sebagaimana mestinya. Selain penggunaannya yang praktis, simulasi *PhET* juga dapat membuat peserta didik mengenal beberapa topik eksperimen baru yang belum dapat dilakukan di laboratorium nyata sehingga hal ini dapat memberikan dampak positif bagi peserta didik dan pendidik.⁴⁷

Penggunaan *PhET Simulation* dapat memungkinkan peserta didik dalam membentuk pengetahuannya sendiri yang didapatkan dari kegiatan yang dilakukan.⁴⁸ Selain itu, peserta didik juga dapat mengenal topik-topik baru, dapat mengembangkan konsep dan keterampilannya, serta memperkuat daya pikir peserta didik terhadap konsep pembelajaran.⁴⁹ Penggunaan *PhET Simulation* berfungsi untuk peningkatan pengetahuan, sikap ilmiah karakter peserta didik, dan sebagai sarana metode ilmiah meliputi beberapa kegiatan diantaranya (mengamati, mengukur, merancang

⁴⁷ Cicyn Riantoni, Astalini Astalini, and Darmaji Darmaji, "Studi Penggunaan PhET Interactive Simulations Dalam Pembelajaran Fisika," *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika* 6, no. 2 (2019): 71, <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i2.14202>.

⁴⁸ I Iryani, E Tandililing, and H Hamdani, "Remediasi Miskonsepsi Siswa Dengan Model Pembelajaran Children Learning in Science (CLiS) Berbantuan Simulasi PhET," *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 7, no. 4 (2018): 25–39, <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/24725>.

⁴⁹ Mahendra, Purwana, and Liliawati, "Pengembangan LKPD Digital Berorientasi Nature of Science Dan Berbantuan PhET Interactive Simulation Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana."

eksperimen, menginterpretasikan data, dan menyimpulkan melalui eksperimen maya).⁵⁰

Fitur simulasi yang terdapat di dalamnya dirancang menyerupai permainan dengan animasi, yaitu berupa gambar yang dapat bergerak. Sehingga peserta didik lebih mudah dalam mempelajari materi dengan mengeksplorasinya sendiri.⁵¹ Di dalam *PhET Simulation*, memuat berbagai eksperimen yang tidak bisa dilakukan secara langsung. Simulasi PhET pada materi kalor meliputi *Energy Forms and Changes*, *States of Matter*, *conduction*, dan *Heat and Temperature* secara rinci sebagai berikut:

a. *Energy Forms and Changes*

Simulasi ini memungkinkan peserta didik untuk mengamati berbagai bentuk energi (seperti energi potensial dan kinetik) serta perubahan energi saat terjadi interaksi. Dengan fitur-fitur yang tersedia di dalamnya maka peserta didik dapat mengubah variabel seperti massa dan suhu untuk menghitung energi kalor yang dibutuhkan. Sehingga melalui kegiatan tersebut, peserta didik dapat mengeksplorasi rumus ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$) secara praktis.

b. *States of Matter*

Simulasi ini menggambarkan perubahan fase zat (padat, cair, gas) dan bagaimana energi mempengaruhi perubahan tersebut. Melalui

⁵⁰ Rivo Alfarizi Kurniawan, Mochammad Ricky Rifa'i, and Dinar Maftukh Fajar, "Analisis Kemenarikan Media Pembelajaran Phet Berbasis Virtual Lab Pada Materi Listrik Statis Selama Perkuliahan Daring Ditinjau Dari Perspektif Mahasiswa," *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA* 1, no. 1 (2020): 19–28, <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.6>.

⁵¹ Iryani, Tandililing, and Hamdani, "Remediasi Miskonsepsi Siswa Dengan Model Pembelajaran Children Learning in Science (CLiS) Berbantuan Simulasi PhET."

fitur-fitur yang tersedia di dalamnya maka peserta didik dapat melakukan percobaan perubahan fase dan menghitung kalor yang diperlukan untuk mencairkan atau menguapkan zat menggunakan rumus ($Q = mL$).

c. Conduction

Simulasi ini menggambarkan bagaimana panas berpindah melalui konduksi. Melalui fitur ini, maka peserta didik dapat melihat pergerakan molekul saat panas ditransfer dari satu objek ke objek lain. Di dalam simulasi ini, peserta didik juga dapat menghitung laju perpindahan kalor dengan menggunakan rumus konduksi.

d. Heat and Temperature

Simulasi ini memperlihatkan hubungan antara suhu, kalor, dan energi dalam berbagai kondisi. Dengan fitur tersebut, peserta didik dapat melakukan eksperimen virtual untuk mengukur perubahan suhu dan menghitung kalor menggunakan rumus yang relevan. Dengan menggunakan simulasi ini, peserta didik dapat belajar dengan cara yang lebih interaktif dan visual, membantu mempermudah peserta didik dalam memahami konsep-konsep yang sulit dipahami hanya dengan teori. Oleh karena itu, maka dengan adanya fitur simulasi tersebut dapat menumbuhkan semangat belajar dan rasa keingintahuannya sehingga membuat peserta didik tidak hanya mampu memahami secara konsepnya saja namun juga dalam praktiknya.

4. Kalor

Kalor merupakan salah satu materi fisika lebih tepatnya materi yang terdapat dalam materi Termodinamika. Dalam bahasa Yunani, Termodinamika terdiri atas dua kata yaitu *Thermos* yang artinya panas dan *Dynamic* yang artinya perubahan. Maka Termodinamika adalah ilmu yang membahas terkait hubungan kalor dan perubahan bentuk lain dari energi.⁵²

a. Pengertian Kalor

Kalor adalah peristiwa terjadinya perpindahan antara sistem dan lingkungannya yang diakibatkan oleh perbedaan suhu atau temperatur. dimana secara alami kalor akan mengalami pergerakan dari suatu daerah atau materi yang suhunya tinggi menuju daerah yang bersuhu rendah ataupun sebaliknya⁵³ Satuan energi dalam kalor adalah kalori atau biasa disingkat *kal*. Dalam satu kalori, bernilai sama dengan energi yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu satu gram air murni yaitu sebesar satu derajat celsius. Artinya 1°C yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gr air murni setara dengan 1 *kal*. Satuan kalor dalam satuan SI adalah *Joule*. Penurunan energi potensial dapat menghasilkan energi kalor dalam air dengan diukur melalui kenaikan suhu. Dalam suatu teori dinyatakan bahwa energi potensial yang hilang sama dengan energi kalor yang muncul, sehingga didapatkan ekuivalen energi mekanik dengan energi kalor secara kuantitatif yaitu: dalam 4,186 Joule

⁵² Y A Riswandi, *Taklukan Fisika Dasar 2* (DIVA PRESS, n.d.), https://books.google.co.id/books?id=Dap_EAAAQBAJ.

⁵³ I Ketut Mahardika et al., "Anatomi Suhu Dan Kalor Dalam Teori Koefisien Muai Pada Logam : Fisika Dasar 1," *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science* 1, no. 4 (2023): 796–801, <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>.

(J) sebanding dengan 1 kalori (kal) kalor. Sehingga dirumuskan sebagai berikut:⁵⁴

$$4,186 J = 1 \text{ kal}$$

$$1 J = 0,24 \text{ kal}$$

$$4,186 \cdot 10^3 J = 1 \text{ kkal}$$

b. Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Suhu dan Perubahan Wujud Zat

Peristiwa terjadinya kalor dapat menyebabkan adanya perubahan yang akan dialami suatu benda baik itu perubahan dalam bentuk suhu bendanya dan perubahan dalam wujud zatnya.

1) Perubahan suhu benda

Fenomena terjadi ketika sebuah benda menyerap kalor sehingga temperature atau suhunya akan mengalami peningkatan. Dalam peristiwa ini, suhu pada suatu benda akan terus naik sampai pada keadaan tertentu. Sehingga apabila semakin banyak jumlah

kalor yang diberikan pada suatu benda atau materi maka akan berakibat terhadap kenaikan suhu pada benda tersebut. Faktor-faktor yang menjadi pengaruh utama terhadap besar kecilnya kalor adalah massa zat, dan jenis zat (kalor jenis), dalam perubahan suhu yang terjadi.⁵⁵

a) Massa Zat

⁵⁴ Heny Ekawati Haryono, *Kalor FISIKA SMP* (CV. Pustaka Ilalang Group, 2020), hal. 3.

⁵⁵ Ketut Mahardika et al., "Anatomi Suhu Dan Kalor Dalam Teori Koefisien Muai Pada Logam : Fisika Dasar 1", hal . 797.

Proses menaikkan suhu suatu benda bergantung pada jumlah zatnya. Jumlah massa zat sebanding dengan kalor yang dibutuhkan, yaitu semakin banyak massa zat suatu benda maka kalor yang dibutuhkan pun semakin tinggi dalam peningkatan suhunya.

b) Kalor Jenis

Kalor jenis merupakan jumlah energi panas atau banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kilo gram zat tertentu dalam menaikkan suhu sebesar 1 Kelvin. Kalor jenis yang terdapat di setiap zat berbeda. Sedangkan untuk satuan dari kalor jenis adalah Joule per kilogram per Kelvin $[J/(kg.K)]$ / $[J/(kg.^{\circ}C)]$ karena $1 K = 1 ^{\circ}C$.⁵⁶

Tabel 2.3
Kalor jenis beberapa bahan

Bahan	Kalor Jenis $[J/(kg.^{\circ}C)]$
Air (0°C), (20 °C), (100 °C)	4.186
Bensin	2.200
Kayu	1.700-2400
Es (0°C)	2.090
Alumunium	900
Beton	840
Baja	450
Tembaga	386
Air Raksa	139

Berdasarkan tabel 2.3 dapat dinyatakan bahwa kalor jenis pada air jauh lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa bahan lainnya. Air, bensin, dan beberapa bahan yang lain

⁵⁶ Haryono, *Kalor FISIKA SMP, hal 3.*

dengan jumlah kalor jenis yang tinggi dapat menyerap lebih banyak energy panas dengan sedikit perubahan suhu. oleh karena itu, maka seberapa banyak jumlah kalor yang diperlukan dan dilepaskan suatu zat dapat dirumuskan sebagai berikut:⁵⁷

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan:

Q = Banyaknya kalor yang diperlukan/dilepaskan (Joule)

m = Massa zat (Kg)

c = Kalor jenis zat (J/kg.T)

ΔT = Perubahan Suhu (K) ($T_2 - T_1$)

Dalam peristiwa perubahan suhu (ΔT) apabila perubahan suhu (ΔT) positif maka perubahan energi panas (Q) juga positif. Peristiwa menerima kalor terjadi pada saat suatu benda akan mengalami kenaikan suhu sehingga mendapatkan energi panas.

Sedangkan melepas kalor ketika suatu benda atau materi kehilangan energi panas dan mengalami penurunan suhu. apabila dirumuskan maka sebagai berikut:

$$\Delta T = T_{akhir} - T_{awal}$$

Selain itu, sifat suatu zat juga bergantung terhadap massa zatnya, yaitu berupa kapasitas kalor. Kapasitas kalor ini merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh suatu zat dalam menaikkan suhu yaitu sebesar 1 °C. apabila perubahan

⁵⁷ Victoriani Inabuy et al., *Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi*, 2023, hal. 95.

suhu benda sebesar ΔT maka (dalam skripsi kalor) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C\Delta T$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (joule/K atau joule/ °C)

Q = banyaknya kalor yang diperlukan (joule)

ΔT = kenaikan suhu (K atau °C)

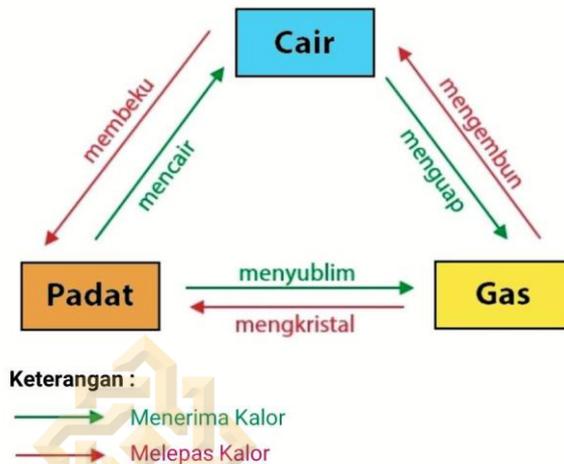
2) Perubahan wujud zat

Perubahan wujud zat dapat terjadi akibat adanya peristiwa kalor, baik saat zat dalam bentuk cair, padat, maupun gas. Macam-macam perubahan wujud zat saat terjadinya proses perpindahan kalor, suatu zat akan mengalami perubahan wujud bisa saja membeku, mencair, menguap, mengkristal, mengembun dan menyublim.⁵⁸ Yang dikerucutkan lagi kedalam kelompok masing-

masing berdasarkan jenisnya yaitu :

- 1) Perubahan wujud zat saat menyerap kalor; mencair, menyublim, dan menguap.
- 2) Perubahan wujud zat saat melepas kalor; membeku, mengembun, dan mengkristal.

⁵⁸ Ketut Mahardika et al., "Anatomi Suhu Dan Kalor Dalam Teori Koefisien Muai Pada Logam : Fisika Dasar 1." hal 797.



Gambar 2.2
Perubahan Wujud Zat
Sumber: mplk.politanikoe.ac.id

c. Asas Black

Asas black adalah prinsip kerja dari kalorimeter yang dilandaskan dari pengamatan seorang ilmuwan Inggris yaitu James Prescott Joule dengan penemuannya ketika sebuah benda yang memiliki suhu berbeda kemudian kedua benda tersebut didekatkan atau dicampur maka benda dengan suhu yang lebih tinggi akan melepas kalor sedangkan benda dengan suhu rendah akan menerima kalor sehingga terjadi kesetimbangan kalor. Oleh karena itu, berdasarkan hasil pengamatan tersebut black menyatakan bahwa “Banyaknya kalor yang dilepaskan suatu benda dengan suhu yang lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima suatu benda dengan suhu yang lebih rendah”. hal tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{Lepas} = Q_{terima}$$

Atau

$$m_1 c_1 (t_1 - t_a) = m_2 c_2 (t_2 - t_a)$$

Keterangan:

Q_{Lepas} = kalor yang dilepaskan benda dengan suhu yang lebih tinggi

Q_{terima} =kalor yang diterima benda dengan suhu yang lebih rendah

d. Perpindahan Kalor

Peristiwa perpindahan kalor merupakan sebuah fenomena alam yang sering kali terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari minum kopi, saat memasak nasi, mandi menggunakan air hangat, dan lain sebagainya. Perpindahan kalor ini terdiri atas tiga macam yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Penjelasan dari masing-masing peristiwa secara terperinci yaitu sebagai berikut.⁵⁹

1) Konduksi

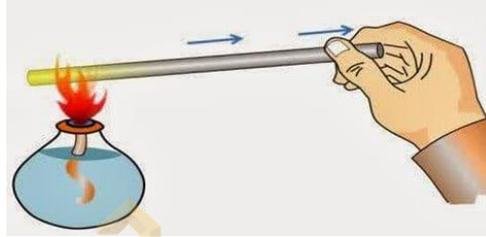
Konduksi merupakan sebuah peristiwa perpindahan kalor tanpa diikuti oleh partikel-partikelnya. Apabila suatu benda memiliki gradien temperatur, maka pada bendanya akan mengalami perpindahan energi dari bagian yang temperaturnya tinggi menuju pada bagian yang temperaturnya rendah. akan tetapi tidak pernah dalam arah sebaliknya.⁶⁰ Pada saat proses perpindahan kalor melibatkan sebuah perantara yaitu yang terjadi dari satu tempat ke tempat yang lain. Selain itu, gradient temperature dalam benda

⁵⁹ Windy Hermawan Mitrakusuma, "Dasar Termodinamika Dan Perpindahan Panas," *Diktat Dasar Refrigerasi*, n.d., 11–26.

⁶⁰ Paken Pandiangan and Didi Teguh Chandra, *Tinjauan Ulang Termodinamika, Modul Fisika Statistik*, vol. I, 2010.

tersebut berbanding lurus dengan besarnya perpindahan fluks kalor.

Berikut merupakan contoh dari peristiwa konduksi:



Gambar 2.3

Perpindahan kalor secara konduksi pada besi yang dipanaskan
Sumber: Kependidikan.com

Apabila dilihat dari gambar 2.3 merupakan contoh peristiwa terjadinya kalor secara konduksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dimana saat besi sedang dipanaskan maka energi panasnya akan berpindah pada ujung besi lainnya. Contoh lain juga terjadi saat sendok diletakkan dalam air yang mendidih, maka ujung sendok juga akan ikut terasa panas saat disentuh secara langsung.

Pada proses perpindahan kalor secara konduksi terdapat jenis bahan yang dapat menghantarkan panas dengan baik yang disebut konduktor sedangkan bahan dengan penghantar panas yang buruk disebut isolator. Berikut pengelompokan jenis bahan sesuai jenisnya:

Tabel 2.4

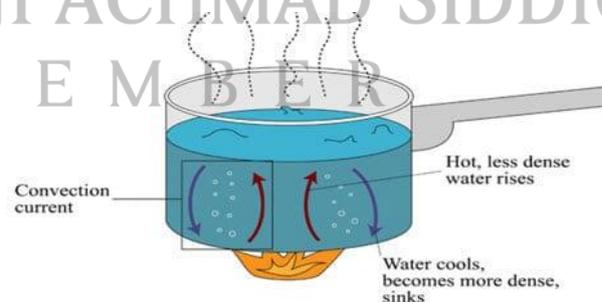
Jenis benda penghantar panas yang baik dan buruk

Konduktor	Isolator
Tembaga	Air
Perak	Bata
Emas	Kayu
Alumunium	Styrofoam
Baja	Udara
Timbal	Hampa

2) Konveksi

Peristiwa perpindahan kalor secara konveksi yaitu ketika terjadinya perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan pada partikel-partikelnya. Apabila sebagian dari benda menerima kalor, maka atom-atom penyusun di dalamnya juga akan bergerak dengan sangat cepat. Artinya benda atau media yang menghantarkan kalor juga akan ikut berpindah, seakan-akan kalor tersebut terbawa oleh media tersebut.

Perpindahan kalor ini terjadi dari tempat yang bersuhu tinggi menuju tempat dengan suhu rendah. selain itu, pada umumnya proses perpindahan kalor tidak terjadi di dalam benda padat melainkan terjadi dari benda padat menjadi fluida (dalam bentuk gas maupun cair) contoh dari peristiwa konveksi ini yaitu pada magma yang terkandung di dalam perut bumi dan juga pada saat air yang dipanaskan di dalam panci. Seperti pada gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2. 4

Peristiwa konveksi saat memanaskan air

Sumber: Kependidikan.com

Peristiwa pada gambar 2.4 termasuk pada peristiwa konveksi karena terjadinya perputaran air dari atas ke bawah secara terus menerus yang diakibatkan karena adanya perbedaan massa jenis air yaitu air panas dan air dingin.

3) Radiasi

Perpindahan kalor secara radiasi atau melalui pancaran gelombang elektromagnetik merupakan perpindahan kalor yang dapat terjadi tanpa adanya medium perantara. Dalam kehidupan sehari-hari, peristiwa ini terjadi yaitu pada panas dan cahaya sinar matahari yang bisa sampai ke bumi sehingga terasa panas. Panas matahari bisa terasa karena kalor yang sampai ke bumi melewati ruang hampa artinya tidak ada materi yang dapat memindahkan kalor baik secara konduksi maupun konveksi.⁶¹

Penyerapan kalor secara radiasi dapat dipengaruhi oleh suhu dan warna benda. Warna-warna gelap lebih banyak menyerap kalor dibandingkan dengan benda berwarna terang. Salah satu contohnya ketika memakai baju hitam di siang hari yang terik maka akan membuat panas yang sangat menyengat di badan dan mudah sekali merasa gerah.

5. Canva

Canva adalah suatu aplikasi desain grafis yang dibuat pada tahun 2012 oleh seorang pengusaha Australia Melanie Perkins. Aplikasi ini

⁶¹ Arisworo, Yusa, and Sutrisna, *IPA Terpadu (Biologi, Kimia, Fisika)*.

menggunakan format *drag and drop* yang tidak asing lagi bagi pengguna profesional desain maupun pengguna biasa.⁶² Aplikasi canva bisa diakses langsung secara gratis melalui *playStore* atau langsung di situs web Canva. Canva menyediakan berbagai template desain menarik, seperti untuk pamflet, resume, curriculum vitae, presentasi, banner, bulletin, logo, sampul buku, penanda buku, lkpd, dan banyak lagi lainnya.⁶³

Aplikasi Canva memiliki banyak keunggulan, diantaranya menyediakan beragam desain menarik. Selain itu, Canva juga dapat membantu penggunaannya dalam meningkatkan kreativitas mereka, terutama bagi pendidik yang ingin membuat media ajar yang menarik dan berkualitas. Salah satunya yaitu pengembangan E-LKPD interaktif sebagai salah satu media ajar yang digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran, yang akan di desain dengan memuat video pembelajaran, gambar-gambar, latihan soal, dan lain sebagainya.⁶⁴

Canva menjadi salah satu aplikasi desain yang efisien dalam menghemat waktu dan juga sangat praktis untuk digunakan. Aplikasi ini tidak hanya bisa dijalankan atau digunakan di laptop saja., melainkan juga bisa diakses melalui smartphone.⁶⁵ Selain itu hasil desain dalam aplikasi

Canva dapat tersimpan secara otomatis tanpa khawatir akan memulai

⁶² Alison Paige Gehred, "Canva," *Journal of the Medical Library Association* 108, no. 2 (2020): 338–40, <https://doi.org/10.5195/jmla.2020.923>.

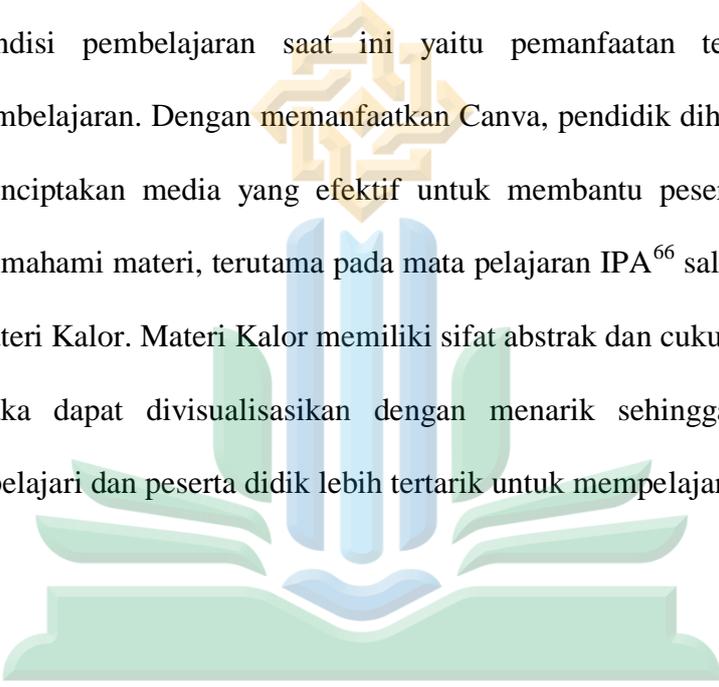
⁶³ Rahma Elvira Tanjung and Delsina Faiza, "Canva Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)* 7, no. 2 (2019): 79, <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v7i2.104261>.

⁶⁴ Rifqi Pratama et al., "Pemanfaatan Canva Sebagai Media Pembelajaran IPA Di Madrasah Aliyah," *EduBiologia: Biological Science and Education Journal* 3, no. 1 (2023): 40, <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v3i1.16070>.

⁶⁵ Tanjung and Faiza, "Canva Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika."

ulang mengedit dari awal. Selain itu, pengguna juga dapat berbagi link untuk melakukan desain secara bersamaan dengan pengguna lain sehingga sangat praktis untuk digunakan.

Canva dapat menjadi sebuah pilihan bagi seorang pendidik untuk mengembangkan media ajar berbasis online, yang sesuai dengan tuntutan kondisi pembelajaran saat ini yaitu pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Dengan memanfaatkan Canva, pendidik diharapkan mampu menciptakan media yang efektif untuk membantu peserta didik dalam memahami materi, terutama pada mata pelajaran IPA⁶⁶ salah satunya yaitu materi Kalor. Materi Kalor memiliki sifat abstrak dan cukup sulit dipahami maka dapat divisualisasikan dengan menarik sehingga lebih mudah dipelajari dan peserta didik lebih tertarik untuk mempelajari.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

⁶⁶ Pratama et al., "Pemanfaatan Canva Sebagai Media Pembelajaran IPA Di Madrasah Aliyah."

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode penelitian dan pengembangan atau *Research & Development (R&D)*. Metode penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah produk baru atau produk sebelumnya yang sudah ada. Penelitian pengembangan ini dilakukan uji produk atau validasi produk guna menghasilkan produk yang layak dan valid.⁶⁷ Dalam penelitian kali ini, peneliti menghasilkan produk berupa E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* pada materi Kalor yang dapat diimplementasikan sebagai media ajar peserta didik kelas VII SMP/MTs.

Model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model PPE yang dikembangkan oleh Richey dan Klein. Penerapan model PPE memiliki sifat penganalisisan dari awal sampai akhir dengan mengembangkan sebuah produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada. Sedangkan untuk tahapan atau alur PPE terdiri atas tiga tahapan yaitu tahap *Planning* (perencanaan), *Production* (produksi), dan *evaluation* (evaluasi).⁶⁸

⁶⁷ A N Fatirul and D A Walujo, *METODE PENELITIAN PENGEMBANGAN BIDANG PEMBELAJARAN (Edisi Khusus Mahasiswa Pendidikan Dan Pendidik)* (Pascal Books, 2022). hal.8, <https://books.google.co.id/books?id=I11pEAAAQBAJ>.

⁶⁸ Risa Nur Sa'adah. *Metode Penelitian R&D and Development* (Malang: Literasi nusantara, 2022), 62.

B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Prosedur adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan produk. Prosedur dalam membuat produk menggunakan model PPE terdiri atas tiga tahapan. Tahapan-tahapan pengembangan produk E-LKPD berbasis *PhET Simulation* pada materi Kalor yang akan dikembangkan oleh peneliti, yaitu sebagai berikut:

1. Planning (Perencanaan)

a) Analisis Awal

Fase ini dilakukan guna mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan pokok dalam pembelajaran IPA yang akan menjadi pembahasan dalam penelitian. Analisis awal akan dimulai dengan kegiatan wawancara bersama salah satu guru IPA di SMPN 2 Ajung guna memperoleh informasi permasalahan dalam pembelajaran IPA. Dan juga dilakukan studi literatur yaitu dengan menganalisis kurikulum yang diterapkan di sekolah tersebut, yaitu kurikulum merdeka dan buku yang digunakan di sekolah, serta media ajar yang digunakan dalam pembelajaran.

b) Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan dilakukan untuk mencari solusi dari permasalahan yang didapatkan dari tahap analisis masalah. Oleh karena itu, berdasarkan temuan permasalahan yang ada di lapangan, maka peneliti melakukan penyebaran angket kepada peserta didik yaitu

berupa analisis kebutuhan, maka akan dikembangkan E-LKPD berbasis *PhET Simulation*.

c) Analisis Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

Tahap ini dilakukan analisis untuk rincian susunan isi materi media ajar yang relevan dengan E-LKPD berbasis *PhET Simulation* melalui Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang ada dalam kurikulum merdeka. Analisis materi pada penelitian ini yaitu materi Kalor. Berikut CP, TP, dan ATP materi pembelajaran IPA Kalor kelas VII Kurikulum Merdeka.

Tabel 3.1
Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
Peserta didik mampu melakukan pengukuran terhadap aspek fisis yang mereka temui dan memanfaatkan ragam gerak dan gaya (force), memahami hubungan konsep usaha dan energi, mengukur besaran suhu yang diakibatkan oleh energi kalor yang diberikan, sekaligus dapat membedakan isolator dan	<ol style="list-style-type: none"> Mengetahui pengertian kalor melalui video pembelajaran Mengidentifikasi konsep kalor dan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat melalui diskusi berbasis masalah. Melakukan percobaan terkait kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat menggunakan PhET Simulation. Peserta didik dapat 	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik menganalisis pengaruh energi kalor terhadap perubahan suhu serta perubahan wujud zat melalui tayangan video yang relevan. Peserta didik mengidentifikasi konsep kalor dan keterkaitannya dengan perubahan suhu dan wujud zat melalui kegiatan diskusi berbasis masalah. Peserta didik melakukan percobaan menggunakan simulasi interaktif PhET untuk mengamati dan mengumpulkan data

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
konduktor kalor.	<p>menganalisis data hasil percobaan dan menghubungkannya dengan fenomena kalor dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>5. Peserta didik mampu menyusun kesimpulan berdasarkan hasil percobaan dan menyajikannya dalam bentuk laporan serta diskusi kelompok.</p>	<p>mengenai perubahan suhu dan wujud zat akibat pemberian kalor.</p> <p>4. Peserta didik membandingkan sifat bahan sebagai konduktor dan isolator kalor berdasarkan hasil percobaan serta kaitannya dengan kehidupan sehari-hari.</p> <p>5. Peserta didik menyusun kesimpulan dari hasil kegiatan yang telah dilakukan dan menyajikannya dalam bentuk laporan tertulis sebagai bagian dari proses penyelidikan ilmiah.</p>

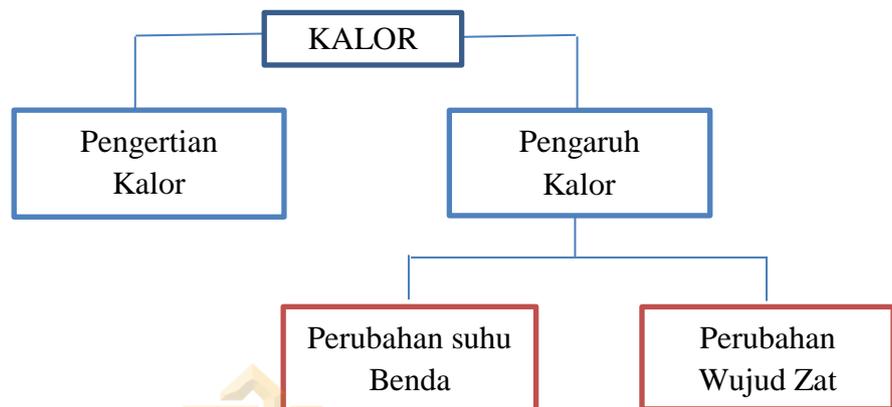
2. Production (Produksi)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah pembuatan produk berupa E-LKPD berbasis *PhET Simulation* melalui kegiatan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya. Langkah pertama dalam tahap ini adalah

dengan membuat prototipe atau rancangan desain produk. Alur kegiatan yang harus dilakukan pada tahap ini sebagai berikut:

a. Menyusun Materi

Kegiatan penyusunan materi dilakukan dengan merancang materi yang akan ditetapkan dalam produk media ajar yaitu materi Kalor yang relevan dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran dalam Kurikulum merdeka. Susunan materi yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1
Susunan Materi Kalor

b. Memilih Bahan Ajar

Proses pemilihan media ajar yang akan dikembangkan oleh peneliti didapatkan dari hasil analisis kebutuhan peserta didik. Media ajar ajar yang dikembangkan sesuai dengan tahap *planning*, yaitu berupa media ajar E-LKPD dengan judul “E-LKPD IPA Berbasis *PhET Simulation*”. E-LKPD ini dapat menarik minat belajar peserta didik dan mempermudah pemahaman konsep materi kalor dengan melakukan beberapa kegiatan yang ada di dalamnya salah satunya kegiatan *virtual practicum* atau praktikum secara virtual.

c. Merancang Produk

Kegiatan awal yang dilakukan dalam perancangan produk adalah dengan menentukan rancangan desain media ajar yang akan dikembangkan. Rancangan media ajar berupa materi Kalor dengan format rancangan pengembangan media ajar yang tertera dalam *storyboard* berikut ini:

Tabel 3.2
Storyboard E-LKPD berbasis *Phet Simulation*

Bagian	Isi
Cover	<ol style="list-style-type: none"> 1. Logo 2. Judul 3. Gambar 4. Nama kelompok
Kata Pengantar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kata Pengantar 2. Isi kata pengantar
Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tujuan Pembelajaran 2. Isi tujuan pembelajaran
Profil Pelajar Pancasila	<ol style="list-style-type: none"> 1. Profil Pelajar Pancasila 2. Isi profil pelajar pancasila
Petunjuk Penggunaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Petunjuk penggunaan E-LKPD
Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materi terkait Kalor 2. Gambar terkait kalor 3. Link video pembelajaran materi kalor 4. Beberapa soal latihan
Petunjuk Akses Simulasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Petunjuk akses simulasi <i>phet</i> 2. Langkah-langkah simulasi
Aktivitas Simulasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan percobaan praktikum kalor menggunakan <i>phet simulation</i>. 2. Soal berdasarkan hasil simulasi atau praktikum
Refleksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kolom untuk diskusi atau menarik kesimpulan
Evaluasi atau Penilaian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuis interaktif
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber atau daftar pustaka 2. Ucapan terimakasih
Biodata Penulis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Foto penulis 2. Informasi singkat

3. Evaluation (Evaluasi)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menguji dan menilai spesifikasi produk yang telah dikembangkan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan bagaimana kualitas produk yang telah dikembangkan oleh peneliti. Tahap-tahap evaluasi diantaranya adalah:

a. Tahap Analisis Data

Tahap analisis data didapatkan melalui fokus penelitian terhadap validasi produk dan respons pengguna produk atau peserta didik. Secara rinci yaitu sebagai berikut:

1) Validasi Produk

Analisis data yang didapatkan melalui validasi kelayakan produk dilakukan melalui beberapa tim ahli, yaitu diantaranya adalah a) satu dosen IPA sebagai ahli materi, b) satu dosen IPA sebagai ahli media, c) satu guru IPA di SMPN 2 Ajung sebagai praktisi. Berdasarkan validasi oleh para validator, maka E-LKPD dapat menjadi produk yang lebih baik, berkualitas, dan dapat digunakan dalam pembelajaran.

2) Respons Pengguna Produk

Analisis data yang didapatkan melalui respons pengguna yaitu oleh peserta didik dilakukan guna mengetahui pendapat dan penilaian terhadap produk yang dikembangkan oleh peneliti. Pada tahap ini, produk E-LKPD akan diuji cobakan pada peserta didik yang telah menempuh materi suhu, kalor, dan pemuaiian terutama pada sub materi kalor. Kegiatan ini dilakukan dengan pemberian angket respons peserta didik guna mengetahui kelayakan media E-LKPD yang telah dikembangkan.

b. Tahap Produk Akhir yang Valid

Tahap terakhir setelah dilakukannya kegiatan validasi dan revisi terhadap produk yang dikembangkan, maka akan ditetapkan produk akhir yang valid dari pengembangan ini berupa media ajar E-LKPD.

C. Uji Coba Produk

1. Desain Uji Respon Produk

Produk E-LKPD berbasis *PhET Simulation* yang dikembangkan akan dinilai oleh validator untuk mengetahui tingkat validitas dan kelayakan suatu produk. Kemudian produk akan diperbaiki atau direvisi apabila ada kekurangan. Setelah produk selesai direvisi, maka akan dilakukan uji respons kepada peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Ajung guna mengetahui dan mendapatkan hasil respons peserta didik terhadap E-LKPD yang telah dikembangkan oleh peneliti dengan angket respons.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji validasi dan respons dilakukan oleh beberapa validator diantaranya:

a. Dosen

1) Ahli Materi

Kualifikasi atau syarat-syarat validator untuk ahli materi yaitu, dosen prodi IPA dengan jenjang pendidikan minimal S2. Selain itu, dapat memahami indikator dan menguasai materi IPA terutama pada materi Fisika Kalor.

2) Ahli Bahan Ajar

Kualifikasi atau syarat-syarat validator untuk ahli materi yaitu, dosen yang paham dan menguasai terhadap media ajar yang dikembangkan oleh peneliti dan pernah mengampu mata kuliah pengembangan bahan ajar.

b. Pendidik

Pendidik atau praktisi dalam pengembangan E-LKPD yaitu guru IPA yang berstatus aktif mengajar di SMPN 2 Ajung dan minimal menempuh jenjang pendidikan S1 dan menguasai terhadap materi yang dikembangkan dan juga terhadap penerapan kurikulum merdeka. Sehingga didapatkan praktisi yaitu guru IPA Bapak Andi, S.Pd.

c. Peserta Didik

Peserta didik sebagai subjek uji coba produk dan uji respons dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas VII SMPN 2 Ajung.

Rincian uji coba yaitu: uji coba kelompok kecil sejumlah 6 orang sedangkan dalam skala besar sebanyak 28 peserta didik. Hal ini bertujuan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap media E-LKPD berbasis *PhET Simulation*. Secara rinci kegiatan uji respons dilakukan melalui dua tahapan yaitu:

1) Tahap Uji Respons Skala Kecil

Uji respons dalam skala kecil dilakukan dengan kelompok kecil sejumlah 6 orang peserta didik yang dipilih secara acak.

2) Tahap Uji Respons Skala Besar

Setelah dilakukan uji coba dalam skala kecil, maka selanjutnya dilakukan uji coba dalam skala besar dengan jumlah 28 peserta didik. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap media ajar E-LKPD interaktif.

3. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dan kualitatif, yakni sebagai berikut:

a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif berupa bilangan diperoleh melalui instrumen validasi ahli dan angket respons peserta didik, yang digunakan untuk memastikan kevalidan dan kelayakan pengembangan produk.

b. Data Kualitatif

Data deskriptif atau kualitatif didapatkan melalui pengumpulan hasil data kritik, saran dan masukan oleh validator ahli terhadap media ajar yang dikembangkan baik secara tertulis maupun tidak.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian pengembangan media ajar E-LKPD, diperoleh berdasarkan instrumen validasi ahli dan angket respons peserta didik. Angket dalam penelitian menggunakan *checklist*, dengan penilaian skor pada masing-masing aspek menggunakan Skala Likert 1-5.

Kriteria Skala Likert Penilaian:

Tabel 3.3
Kriteria Skala Penilaian
Sumber: Sugiyono, 2020:166

Kriteria	Skala
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Instrumen data yang dikumpulkan dalam penelitian pengembangan media ajar E-LKPD, berupa instrumen validasi ahli dan instrumen angket respons peserta didik, yaitu sebagai berikut:

1. Instrumen Validasi Ahli

Instrumen lembar validasi ahli diberikan kepada validator bersamaan dengan produk yang dikembangkan yaitu berupa media ajar E-LKPD guna mendapatkan penilaian. Teknik penilaian oleh validator berupa *checklist* pada kolom yang tersedia dalam lembar instrumen validasi. Selain itu, juga memberikan saran, kritik, dan masukan pada kolom yang tersedia untuk perbaikan media yang dikembangkan oleh peneliti. Beberapa indikator yang diukur dalam instrumen validasi ahli

yaitu:

a. Kajian Instruksional

Kajian ini berkaitan dengan aspek pedagogis dari pengembangan media yang peneliti kembangkan, yaitu mencakup cara-cara penyampaian materi, metode pengajaran, relevansi tujuan

pembelajaran, kejelasan konten pembelajaran, keterlibatan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dan juga kesesuaian penilaian.

b. Kajian Teknis

Kajian ini dilakukan guna mengetahui tingkat kemenarikan atau kualitas dan kebermanfaatan media ajar E-LKPD yang dikembangkan dalam proses pembelajaran, yang berfokus pada pengembangan dan penggunaan E-LKPD secara teknis. Beberapa diantaranya terkait kesesuaian platform digital, kualitas konten visual dan multimedia yang ditampilkan, relevansi soal dan kegiatan yang ada di dalamnya, desain, kejelasan instruksi, serta kemudahan akses dalam penggunaannya.

2. Instrumen Respons Peserta Didik

Instrumen respons peserta didik dilakukan dengan menggunakan angket respons yang ditujukan kepada peserta didik kelas VII SMPN 2 Ajung bersamaan dengan produk media ajar E-LKPD. Peserta didik akan memberikan penilaian dengan tanda *checklist* jawaban yang sesuai, dan juga menuliskan saran dan komentar. Tujuan dari angket respons yaitu untuk mengetahui bagaimana respons peserta didik terhadap pengembangan media ajar yang dibuat oleh peneliti.

5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang peneliti lakukan meliputi analisis data hasil validasi dan analisis respons peserta didik dengan menggunakan teknik analisis data berupa statistik deskriptif, yaitu sebagai berikut:

a. Analisis Data Hasil Validasi

Analisis data hasil validasi dilakukan guna mengetahui validitas dari media ajar E-LKPD yang dibuat. Teknik analisis data yang digunakan yaitu statistik deskriptif. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V_{ah} = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

Keterangan:

V_{ah} = Validasi ahli

Tse = Total nilai empiris (nilai hasil validasi yang diperoleh)

Tsh = Total nilai maksimal (nilai maksimal yang diinginkan)

Kriteria yang digunakan untuk uji kelayakan media ajar E-LKPD, secara rinci sebagai berikut:

Tabel 3.4
Kriteria Nilai Validitas
Sumber: Sa'dun Akbar, 2022:41

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01% - 100,00%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.
70,01% - 85,00%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
50,01% - 70,00%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar.
01,00% - 50,00%	Tidak valid, tidak boleh dipergunakan.

b. Analisis Data Hasil Respons Peserta Didik

Analisis data hasil respons peserta didik dilakukan guna mengetahui hasil respons peserta didik terhadap media E-LKPD yang

dikembangkan oleh peneliti. Teknik yang digunakan berupa teknik deskriptif kuantitatif melalui perhitungan persentase. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V_{au} = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

Keterangan:

V_{au} = Validasi audiens

Tse = Total nilai empiris (nilai hasil validasi yang diperoleh)

Tsh = Total nilai maksimal (nilai maksimal yang diinginkan)

Validitas rentang penilaian terhadap produk yang dihasilkan, secara rinci sebagai berikut:

Tabel 3.5
Kriteria Hasil Respons Peserta Didik
Sumber: Sa'dun Akbar, 2022:42

Kriteria Validitas	Tingkat Efektifitas/Validitas
81,00% - 100,00%	Sangat menarik, dapat digunakan tanpa perbaikan
61,00% - 80,00%	Cukup menarik, dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
41,00% - 60,00%	Kurang menarik, disarankan tidak dipergunakan.
21,00% - 40,00%	Tidak menarik, tidak bisa Digunakan
00,00% - 20,00%	Sangat tidak menarik, tidak bisa digunakan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Penyajian Data Hasil Uji Coba

Produk pengembangan yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa E-LKPD interaktif yang di dalamnya berbasis *PhET Simulation* yaitu pada materi IPA dengan pokok bahasan Kalor. E-LKPD ini digunakan sebagai media ajar tambahan yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran peserta didik tingkat SMP/MTs khususnya di kelas VII.

Penyajian data uji coba E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* berdasarkan pada metode penelitian dan pengembangan PPE oleh Richey and Klein, meliputi tiga tahapan yaitu: *planning* (perencanaan), *production* (produksi), dan *evaluation* (evaluasi). Tahapan-tahapan dalam penyusunan E-LKPD ini yaitu:

1. Tahap Perencanaan (*Planning*)

Tahap perencanaan memiliki 3 langkah awal yang harus dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan pengembangan produk media ajar. Beberapa langkah tersebut yaitu tahap analisis awal, analisis kebutuhan, dan analisis kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran. Berikut merupakan serangkaian tahapan yang telah dilakukan dalam tahap perencanaan

a. Analisis Awal

Tahap analisis awal ini dilakukan untuk memunculkan masalah dasar yang bertujuan untuk pengembangan E-LKPD Interaktif. Masalah diidentifikasi berdasarkan analisis kurikulum yang sedang

digunakan dalam mata pembelajaran IPA SMP kelas VII yaitu menggunakan kurikulum merdeka. Analisis kurikulum dilakukan untuk menetapkan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) serta alur tujuan pembelajaran (ATP). Selanjutnya pada tahap ini, peneliti akan melakukan kegiatan observasi dan wawancara terhadap guru IPA di SMP Negeri 2 Ajung.

Berdasarkan hasil wawancara bersama salah satu guru IPA di SMP Negeri 2 Ajung pada 15 Juli 2024 didapatkan bahwa, semangat belajar peserta didik di kelas tergolong rendah, dilihat dari antusiasme peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi fisika. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang terlalu berfokus pada bahan ajar yang bersumber dari modul ajar IPA kurikulum merdeka dan tugas-tugas yang ada di dalamnya. Pada materi kalor, peserta didik juga belum melakukan kegiatan praktikum secara maksimal karena keterbatasan waktu dan alat-alat praktikum. Guru IPA menyatakan bahwa pada materi kalor telah dilakukan kegiatan praktikum kalor secara konduksi dan konveksi yaitu menggunakan sendok yang diletakkan pada air panas dan juga kegiatan memanaskan air. Namun kegiatan praktikum yang dilakukan memiliki keterbatasan, mulai dari terbatasnya alat, waktu pelaksanaan yang tidak merata untuk semua peserta didik, rawan terjadinya risiko kecelakaan saat melakukan praktikum di laboratorium nyata, serta percobaan hanya bisa dilakukan secara konvensional atau yang

sifatnya makroskopis saja. Berdasarkan analisis awal tersebut peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah media ajar yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran, yaitu E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* yang dapat membantu proses pembelajaran peserta didik dengan memanfaatkan teknologi dalam melakukan kegiatan praktikum secara virtual.

b. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan guna mengkaji karakteristik peserta didik yang akan disesuaikan dengan desain pengembangan media ajar sebagai media penunjang pembelajaran. Analisis kebutuhan dilakukan dengan penyebaran lembar angket kebutuhan yang berisi 16 butir soal yang diajukan kepada peserta didik. Responden yang digunakan dalam proses analisis kebutuhan merupakan peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Ajung dengan jumlah 30 orang peserta didik. Berdasarkan hasil angket kebutuhan didapatkan bahwa data yang diperoleh 82,1% peserta didik menyatakan bahwa cukup kesulitan dalam memahami konsep-konsep pokok bahasan pada materi kalor. 85,7% peserta didik juga merasa sangat antusias jika dalam kegiatan pembelajaran kalor ini dilakukan kegiatan praktikum. Selain itu, dari hasil analisis kebutuhan didapatkan bahwa 92,8% peserta didik belum pernah mengerjakan LKPD berbasis elektronik, dan 100% rata-rata secara keseluruhan peserta didik belum pernah melakukan kegiatan praktikum berbasis

virtual laboratory, serta 89,2% dari peserta didik menjawab menyetujui dengan pengembangan media ajar E-LKPD berbasis *PhET Simulation* pada materi kalor.

c. Analisis Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

Analisis tujuan pembelajaran menggunakan kurikulum merdeka belajar yang dijadikan sebagai pedoman dalam merumuskan capaian dan tujuan pembelajaran. Berikut merupakan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang digunakan dalam mata pelajaran IPA khususnya materi kalor.

1) Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu melakukan pengukuran terhadap aspek fisis yang mereka temui dan memanfaatkan ragam gerak dan gaya (force), memahami hubungan konsep usaha dan energi, mengukur besaran suhu yang diakibatkan oleh energi kalor yang diberikan, sekaligus dapat membedakan isolator dan konduktor kalor.

2) Tujuan Pembelajaran

- a) Mengetahui pengertian kalor melalui video pembelajaran
- b) Mengidentifikasi konsep kalor dan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat melalui diskusi berbasis masalah.
- c) Melakukan percobaan terkait kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat menggunakan *PhET Simulation*.

- d) Peserta didik dapat menganalisis data hasil percobaan dan menghubungkannya dengan fenomena kalor dalam kehidupan sehari-hari.
- e) Peserta didik mampu menyusun kesimpulan berdasarkan hasil percobaan dan menyajikannya dalam bentuk laporan serta diskusi kelompok.

3) Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

- a) Mengidentifikasi dan menjelaskan konsep kalor dan perubahan terhadap suhu benda dan wujud zat dalam berbagai kondisi.
- b) Melaksanakan percobaan simulasi sesuai dengan panduan yang terdapat dalam E-LKPD.
- c) Menyajikan dan menganalisis data hasil percobaan secara sistematis untuk menemukan hubungan antara variabel yang diamati.
- d) Menghubungkan konsep kalor dengan berbagai fenomena nyata, seperti perubahan suhu pada benda dan perubahan wujud zat.
- e) Menyusun laporan hasil percobaan yang mencerminkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.
- f) Berkolaborasi dalam kelompok untuk mempresentasikan temuan percobaan serta memberikan refleksi dan umpan balik terhadap presentasi kelompok lain.

Dengan dikembangkannya media ajar berupa E-LKPD berbasis *PhET Simulation* oleh peneliti, diharapkan mampu mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran pada materi kalor.

2. Tahap Produksi (*Production*)

Tahap produksi adalah tahapan pembuatan produk berupa E-LKPD yang sudah dianalisis sebelumnya. Pada tahap ini langkah awal yang dilakukan adalah merancang prototype atau desain produk yaitu sebagai berikut:

a. Penyusunan Materi

Tahap penyusunan materi yaitu melakukan perencanaan terhadap materi yang akan ditetapkan dalam produk media ajar yaitu pada materi Kalor yang relevan dengan kebutuhan peserta didik. Fokus materi yang akan digunakan di dalam E-LKPD yaitu kalor dan pengaruhnya terhadap perubahan suhu benda dan wujud zat sebagai berikut:

- 1) Konsep kalor, dengan membahas terkait pengertian kalor dan contoh peristiwa kalor yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari menggunakan video pembelajaran sehingga peserta didik lebih mudah memahaminya.
- 2) Pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda, materi dibahas dalam video pembelajaran dan juga melakukan kegiatan praktikum yang berkaitan dengan peristiwa perubahan suhu benda

menggunakan simulasi PhET sehingga Peserta didik lebih tertarik untuk mempelajari.

3) Pengaruh kalor terhadap perubahan wujud zat, materi disajikan dalam video pembelajaran dan juga diberikan kegiatan praktikum yang berkaitan dengan peristiwa perubahan wujud zat menggunakan simulasi PhET sehingga memudahkan peserta didik untuk mempelajarinya.

b. Pemilihan Bahan Ajar

Pemilihan bahan ajar atau media ajar yang dikembangkan oleh peneliti didapatkan dari hasil analisis kebutuhan peserta didik. Media ajar yang dikembangkan sesuai dengan tahap *planning*, yaitu berupa media ajar E-LKPD dengan judul “E-LKPD IPA Berbasis *PhET Simulation*”. Pembuatan media ajar E-LKPD ini menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Word 2010*, *Canva*, dan *Live Worksheets*. *Microsoft Word* digunakan sebagai langkah awal dalam mengembangkan E-LKPD yaitu dengan menuliskan materi dan berbagai bahan yang akan menjadi isi dari E-LKPD yang kemudian akan dilanjutkan pada aplikasi *Canva*.

Canva digunakan oleh peneliti untuk bagian mendesain dan mengembangkan seluruh bagian dari E-LKPD. Desain dan template dari E-LKPD murni dibuat oleh peneliti dengan kemampuan mendesain. Selanjutnya untuk membuat E-LKPD

menjadi interaktif, peneliti menggunakan *Live Worksheet* sehingga E-LKPD menjadi lebih menarik dan mudah diaplikasikan.

c. Perancangan produk

Langkah perancangan produk merupakan langkah dalam menentukan berbagai rancangan desain pengembangan media ajar. Rancangan media ajar berupa produk E-LKPD berbasis *PhET Simulation* yang berfokus pada materi kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat.

1) Format E-LKPD

Format rancangan pada E-LKPD sebagai berikut:

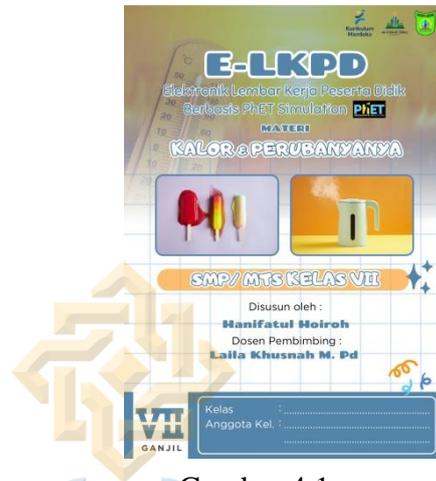
- a) Cover
- b) Identitas Pengguna
- c) Kata Pengantar
- d) Daftar Isi
- e) Capaian Pembelajaran
- f) Profil Pelajar Pancasila
- g) Tujuan Pembelajaran
- h) Petunjuk Penggunaan E-LKPD
- i) Peta konsep
- j) Kegiatan Pembelajaran
- k) Daftar Pustaka
- l) Biografi Penulis

2) Rancangan Awal Produk

Aplikasi yang digunakan dalam perancangan produk menggunakan aplikasi *Microsoft Word* untuk menulis isi dari E-LKPD, selanjutnya dilanjutkan dengan penggunaan *Canva* untuk mendesainnya, kemudian menggunakan *Live Worksheet* untuk membuat E-LKPD menjadi interaktif.

a) Rancangan Awal Cover/Sampul

Tampilan sampul E-LKPD berisi judul dari E-LKPD pada materi kalor dengan pokok bahasan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat berbantuan *PhET Simulation*, jenjang pendidikan, dan kolom isian identitas pengguna untuk memudahkan proses identifikasi hasil kerja peserta didik. Cover dirancang secara menarik dan informatif, disertai dengan gambar yang relevan untuk memberikan gambaran awal kepada peserta didik mengenai isi dari E-LKPD yang digunakan.



Gambar 4.1
Rancangan awal cover E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation*

b) Rancangan Awal Kata Pengantar

Kata pengantar berisikan sambutan penulis berupa ungkapan rasa syukur atas tersusunnya media pembelajaran, dan penyampaian tujuan pengembangan E-LKPD serta harapan penulis terkait media yang dikembangkan.



Gambar 4.2
Rancangan Awal Kata Pengantar

c) Rancangan Awal Daftar Isi

Daftar isi E-LKPD terdiri dari urutan isi yang telah disesuaikan untuk memudahkan pengguna menavigasi seluruh bagian dalam E-LKPD. Setiap judul bagian dilengkapi dengan nomor halaman agar pengguna dapat langsung menuju topik yang dibutuhkan.



Gambar 4.3
Rancangan Awal Daftar Isi

d) Rancangan Awal Capaian Pembelajaran(CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Profil Pelajar Pancasila

Bagian capaian pembelajaran memuat kompetensi yang diharapkan tercapai oleh peserta didik setelah menggunakan E-LKPD. Tujuan Pembelajaran, pada bagian ini dijabarkan tujuan spesifik yang ingin dicapai dari pembelajaran menggunakan E-LKPD. Profil Pelajar Pancasila dimasukkan sebagai bentuk integrasi nilai-nilai karakter yang harus ada dalam kegiatan pembelajaran.



Gambar 4.4
Rancangan Awal Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Profil Pelajar Pancasila

e) Rancangan Awal Petunjuk Penggunaan E-LKPD

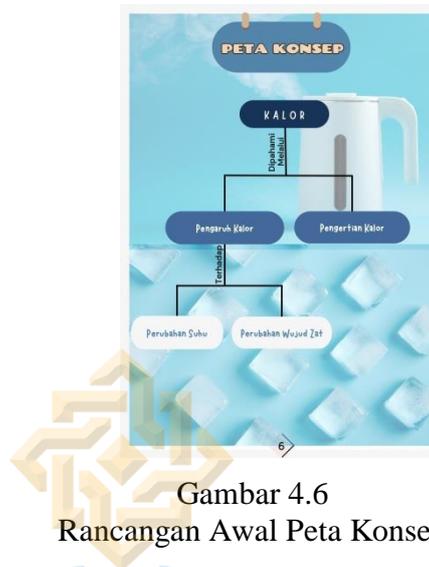
Petunjuk penggunaan E-LKPD merupakan halaman yang berisi langkah-langkah atau panduan teknis penggunaan media E-LKPD agar peserta didik dapat menggunakan media secara mandiri dan lebih efektif.



Gambar 4.5
Rancangan Awal Petunjuk Penggunaan E-LKPD

f) Rancangan Awal Peta Konsep

Peta konsep disusun untuk memberikan gambaran umum keterkaitan antar materi yang dipelajari untuk membantu peserta didik memahami alur pembelajaran



Gambar 4.6
Rancangan Awal Peta Konsep

g) Rancangan Awal Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran dalam E-LKPD ini disusun berdasarkan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) dan terbagi menjadi dua kegiatan utama. Setiap kegiatan diawali dengan pemantik masalah, kemudian diberikan video pembelajaran, dan dilanjutkan dengan praktikum virtual menggunakan PhET Simulation, serta diakhiri dengan analisis data dan refleksi. Selain itu, pada akhir kegiatan pembelajaran juga diberikan kuis interaktif sebagai bentuk evaluasi dan refleksi atas materi yang telah dipelajari. Melalui tahapan ini, peserta didik tidak hanya memahami konsep kalor, tetapi juga terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Kegiatan 1: Pengaruh Kalor pada Perubahan Suhu Benda

FASE 1: ORIENTASI TERHADAP MASALAH

Kalor merupakan jumlah energi panas baik yang dilepaskan ataupun diserap oleh suatu benda yang diakibatkan karena perbedaan suhu atau temperatur. Kalor secara alami akan mengalir perpindahan materi dari daerah bersuhu tinggi ke rendah. Peristiwa terjadinya kalor dapat menyebabkan adanya perubahan suhu yang dipengaruhi oleh massa benda (m), kalor jenis zat (c), dan kenaikan suhu benda (ΔT)

Perhatikan gambar 1, perahlah kalin membantu lu memasak di dapur kemudian memasak dengan menggunakan sendok kayu? Apakah kaldu panas beku? atau sebaliknya, mengapa sendok kalu terasa panas? dan mengapa sendok, logam lebih cepat panas dibandingkan sendok kayu saat dimasukkan ke dalam masakan panas atau mendidih? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Mengapa bahan tersebut lebih cepat panas dari pada bahan lainnya? Seperti gambar 2, air dan minyak, manakah yang lebih cepat panas? Agar dapat memahaminya lebih dalam, ayo kita pelajari lebih lanjut terkait orientasi masalah tersebut! Kalor dapat mengali informasi dari video dan link dibawah ini.

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 1: Pengaruh Kalor pada Perubahan Suhu

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "Energy Forms and Changes" berikut: [CLICK HERE](#)
- Pilih menu "Pencampuran"
- Pilihkan "Pencampuran" dengan cara klik dua kali dan tahan kemudian klikkan pada masing-masing benda beri: dua gelas air dan gelas menyaji pashkan gambar segitiga mengali warna tersebut!
- Pilihkanlah "Bekas" dan dua gelas pada tungku (panaskan) dengan cara klik dan tahan dan kemudian klikkan pada gelas!
- Asur suhu awal: Set semua benda ke 20°C dengan cooler (dingin) pada paling bawah 20°C!
- Click bagian simbol energi dan link keatas pada bagian kanan atas!
- Carilah simbol "panas" dengan memilih simbol berwarna biru! Masukkan simbol pada kolom "Heat" tahan selama waktu tertentu, kemudian amati perubahan suhu pada kedua gelas!
- Amati semua hal yang terjadi pada kedua gelas dan yang merobatkan antara keduanya!
- Lakukanlah hal yang sama pada percobaan kedua dengan gelas air dan gelas minyak!
- Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut!

Notes: 1. Benda yang cepat panas maka kapasitas kalornya rendah dan sebaliknya
2. Suhu pengukuran suhu 1 cm kenaikan cara thermometer = 5°C

DATA PENGAMATAN HASIL PENGAMATAN (GASAL, KEMUDIAN BERKESKUSAN)

No	Benda/ Bahan yang Dipanaskan	Kapasitas Kalor	Waktu Pemanasan	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (1 cm - 5°C)
1.	Besi	Rendah	30 Detik	20°C	20 + (5 x 5) = 45°C
2.	Batu/Bata				
3.	Air				
4.	Minyak				

Kegiatan 2: Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud Zat

MATERI

Kalor selain dapat berpengaruh terhadap perubahan suhu suatu benda, kalor juga dapat berpengaruh terhadap perubahan wujud zat. Perubahan wujud zat ini dapat terjadi akibat adanya peristiwa kalori, baik saat disalah bentuk cair, padat, maupun gas. Macam-macam wujud zat yaitu mencair, menyuklin, dan menguap (menyempai kalori, membeku, mengembus, dan mengkristal (melepas kalori).

FASE 1: ORIENTASI TERHADAP MASALAH

Perhatikan gambar 4, perahlah kalin memasak air hingga mendidih dan mengalikan uap atau titik-titik air yang muncul dibagian tutup panci? Perubahan apa yang terjadi pada peristrea tersebut? Lalu perhatikan gambar 5, mengapa air bisa membeku menjadi bongkahan es batu ketika diletakkan dibalik freezer, kemudian dapat meleleh kembali ketika diletakkan di ruangan terbuka atau suhu yang berbeda? Mengapa peristiwa tersebut bisa terjadi? Apa yang menyebabkan air dapat berubah wujud? bagaimana peristiwa tersebut tentunya berkaitan dengan adanya kalor yang mempengaruhinya. Agar dapat memahaminya lebih dalam, ayo kita pelajari lebih lanjut terkait orientasi masalah tersebut! Kalor dapat mengali informasi dari video dan link dibawah ini.

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 2: Pengaruh Kalor pada Perubahan Wujud Zat

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "State Of Matter Basic" berikut: [CLICK HERE](#)
- Pilih menu "States" dengan cara klik satu kali.
- Lakukan pengamatan pada air (wujud) Dengan klik satu kali
- Pilih bagian "solid" dan klik satu kali
- Ubah pengukuran suhu menjadi (°C) dengan cara klik gambar segitiga hitam dan pilih satuan (°C)
- Asur suhu awal sampai -10°C dengan mengeset tombol berwarna biru pada posisi "Heat"
- Amati perubahan yang terjadi dari suhu -10°C sesuai yang tertera pada tabel pengamatan!
- Catata hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan!

FASE 2: MENGEVALUASI DAN MENYAJIKAN DATA HASIL

TABEL PENGAMATAN PADA AIR (H2O)

No	Suhu (awal)	Fase Zat (Padat, Cair, Gas)	Ciri-ciri Partikel (Jarak, Gerakan, Susunannya)	Perubahan Fase (Jika Ada)
1.	-10	Padat	Partikel tersusun rapat, gerak terbatas, jarak antar partikel sangat kecil.	Tidak ada
2.	0			
3.	10			
4.	50			
5.	100			

Apapun yang perlu didiskusikan?

- Bagaimana fase air saat suhunya meningkat dari 10°C hingga 100°C sesuai tabel pengamatan? cantumkan setiap perubahan partikelnya di setiap tahap!
- Apabila suhu diturunkan dari suhu 100°C hingga -10°C apakah air akan berubah wujud? jelaskan perubahan fase zat yang terjadi!
- Minyak (dalam percobaan ini volume air tetap sama meskipun mengalami perubahan fase)

FASE 3: MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Berdasarkan percobaan dan hasil diskusi, buatlah kesimpulan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat rekam jawaban kalian!

QUIZ TIME! Ayo mengerjakan kuis!!!

[CLICK HERE](#) [CLICK HERE](#)

Gambar 4.7 Rancangan Awal a) Kegiatan 1 Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Suhu Benda b) Kegiatan 2 Pengaruh Kalor Terhadap Perubahan Wujud Zat.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ Jember

Apapun yang perlu didiskusikan?

- Bagaimana fase air saat suhunya meningkat dari 10°C hingga 100°C sesuai tabel pengamatan? cantumkan setiap perubahan partikelnya di setiap tahap!
- Apabila suhu diturunkan dari suhu 100°C hingga -10°C apakah air akan berubah wujud? jelaskan perubahan fase zat yang terjadi!
- Minyak (dalam percobaan ini volume air tetap sama meskipun mengalami perubahan fase)

FASE 3: MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

- Berdasarkan percobaan dan hasil diskusi, buatlah kesimpulan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat rekam jawaban kalian!

QUIZ TIME! Ayo mengerjakan kuis!!!

[CLICK HERE](#) [CLICK HERE](#)

Rancangan Awal Kuis Interaktif pada Kegiatan Pembelajaran Materi Kalor.

3. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap ini meliputi tahapan proses pengujian dengan mengevaluasi dan melakukan penilaian spesifikasi produk oleh para validator terhadap produk yang telah dikembangkan. Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian produk dengan tujuan pengembangan produk, kelayakan, dan kualitas dari produk yang dikembangkan. Beberapa tahap evaluasi adalah sebagai berikut:

a. Analisis Validasi Produk

Produk E-LKPD yang telah dibuat maka akan dinilai oleh para validator dari tim ahli. Tujuan dari validasi produk yaitu untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dibuat agar dapat digunakan sebagai media penunjang pembelajaran. Dalam proses ini apabila ada produk yang perlu adanya perbaikan atau revisi, maka selanjutnya akan dilakukan penyempurnaan produk. Bagian bagian yang dievaluasi dalam produk E-LKPD ini adalah media dan materi yang ada di dalamnya.

Langkah evaluasi validasi terdiri atas dua validator tim ahli, yaitu validator ahli media dan validator ahli materi dan juga oleh ahli praktisi. Instrumen validasi dalam mengumpulkan data validasi dengan angket skala likert 1-5. Adapun validator produk E-LKPD adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1
Validator Produk E-LKPD

Validator Ahli	
Validator Ahli Materi	Drs. Joko Suroso, M. Pd.
Validator Ahli Media	Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.
Ahli Praktisi	Andik Choirul Umam, S. Pd.

1) Validasi Produk oleh Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh Bapak Drs. Joko Suroso, M. Pd selaku dosen Tadris IPA UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang memumpuni dalam materi Fisika. Ahli materi melakukan uji atau penilaian dengan melihat dan meninjau dari beberapa aspek yaitu penilaian dari aspek kelayakan isi, aspek bahasa, dan aspek desain grafis. Instrumen angket validasi materi berisi total 20 butir pertanyaan dengan mencentang setiap jawaban yang paling tepat, beracuan pada skala *likert* 1-5. Instrumen validasi ahli materi tertera pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2
Instrumen Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Aspek Kelayakan Isi	A. Kesesuaian Kurikulum B. Ketepatan Pendekatan Pembelajaran PBL C. Integritas <i>PhET Simulation</i> D. Kegiatan yang Mendukung Materi E. Visualisasi Materi F. Interaktivitas Peserta Didik	10 Butir
2.	Aspek Bahasa	A. Penggunaan Bahasa B. Kesesuaian Bahasa C. Keefektifan Kalimat	5 butir
3.	Aspek Desain Grafis	A. Kemudahan Penggunaan B. Layout dan Kenyamanan	5 butir

No.	Aspek	Indikator	Butir
		Visual C. Interaktivitas Media	

Hasil validasi dari ahli Materi tertera pada tabel 4.3 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.3
Hasil Uji Validitas oleh Ahli Materi

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Validasi
1.	Kelayakan Isi	48
2.	Bahasa	24
3.	Desain Grafis	24
Jumlah Skor		96
Persentase (%)		96%

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli Materi sesuai pada tabel 4.3 diperoleh hasil persentase senilai 96%. Hal ini menunjukkan bahwa materi pada E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat dinyatakan “Sangat Valid” karena berada pada rentang penilaian kriteria validitas 81,01% - 100,00% yang menunjukkan tingkat kevalidan materi. Oleh karena itu, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan dari segi isi, bahasa, dan desain grafis pada E-LKPD sudah layak dan dapat digunakan kepada peserta didik.

2) Validasi Produk oleh Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh Ibu Laily Yunita Susanti, S. d., M.Si selaku dosen Tadris IPA UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang memumpuni dalam penyusunan media. Ahli media melakukan uji atau penilaian dengan melihat dan meninjau dari beberapa aspek yaitu penilaian dari aspek penyajian, aspek bahasa,

dan aspek desain grafis. Instrumen angket validasi media berisi total 20 butir pertanyaan dengan mencentang setiap jawaban yang paling tepat, beracuan pada skala *likert* 1-5. Instrumen validasi ahli media tertera pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 4
Instrumen Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Aspek Penyajian	A. Kemenarikan tampilan B. Ketepatan pengaturan layout C. Kesesuaian kualitas visual pendukung D. Kesesuaian Multimedia E. Kejelasan sintaks PBL	10 Butir
2.	Aspek Bahasa	A. Penggunaan Bahasa B. Kesesuaian bahasa C. Keefektifan kalimat	5 butir
3.	Aspek Desain Grafis	A. Kemudahan penggunaan B. Layout dan kenyamanan visual C. Interaktivitas media	5 butir

Hasil validasi dari ahli Media tertera pada tabel 4.5 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5
Hasil Uji Validitas oleh Ahli Media

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Validasi
1.	Penyajian	46
2.	Bahasa	23
3.	Desain Grafis	24
Jumlah Skor		93
Persentase (%)		93%

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli Media sesuai pada tabel 4.5 diperoleh hasil persentase senilai 93%. Hal ini menunjukkan

bahwa media pada E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat dinyatakan “Sangat Valid” karena berada pada rentang penilaian kriteria validitas 81,01% - 100,00% yang menunjukkan tingkat kevalidan media. Oleh karena itu, maka dapat disimpulkan bahwa dari segi penyajian, bahasa, dan desain grafis pada E-LKPD sudah layak dan dapat digunakan kepada peserta didik.

3) Validasi Praktisi

Validasi praktisi dilakukan oleh Bapak Andik Choirul Umam, S. Pd. selaku guru mata pelajaran IPA di SMP Negeri 2 Ajung. Ahli praktisi melakukan uji atau penilaian dengan melihat dan meninjau dari beberapa aspek yaitu penilaian dari aspek kelayakan isi dan materi, aspek bahasa dan penyajian, serta aspek desain grafis. Instrumen angket validasi media ajar terhadap ahli praktisi berisi total 20 butir pertanyaan dengan mencentang setiap jawaban yang paling tepat, beracuan pada skala *likert* 1-5. Instrumen validasi ahli media tertera pada tabel berikut ini:

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Tabel 4.6
Instrumen Validasi Praktisi

No.	Aspek	Indikator	Butir
1.	Aspek Kelayakan Isi dan Materi	A. Kesesuaian kurikulum B. Kesesuaian isi materi C. Ketepatan sintaks PBL D. Kegiatan yang mendukung materi.	6 butir
2.	Aspek Bahasa dan Penyajian	A. Kejelasan penggunaan bahasa dan kalimat B. Kejelasan petunjuk penggunaan C. Kemenarikan dan	9 butir

No.	Aspek	Indikator	Butir
		kesesuaian tampilan D. Kesesuaian penyajian E. Kemanfaatan media	
3.	Aspek Desain Grafis	A. Kemudahan penggunaan B. Layout dan kenyamanan visual C. Interaktivitas media	5 butir

Hasil validasi dari validasi Praktisi tertera pada tabel 4.7 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.7
Hasil Uji Validitas oleh Praktisi

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Validasi
1.	Kelayakan Isi dan Materi	29
2.	Bahasa dan Penyajian	44
3.	Desain Grafis	24
Jumlah Skor		97
Persentase (%)		97%

Berdasarkan hasil validasi oleh Praktisi sesuai pada tabel 4.7 diperoleh hasil persentase senilai 97%. Hal ini menunjukkan bahwa

media E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat dinyatakan "Sangat Valid" karena berada pada rentang penilaian kriteria validitas 81,01% - 100,00% yang menunjukkan tingkat kevalidan produk. Oleh karena itu, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan dari segi kelayakan isi dan materi, bahasa dan penyajian, dan kelayakan desain grafis pada E-LKPD sudah layak dan dapat digunakan kepada peserta didik.

Produk E-LKPD yang telah selesai melewati tahap validasi oleh semua validator, maka dilanjut dengan melakukan perhitungan

nilai rata-rata yang didapatkan. Berdasarkan hasil validasi, para validator menyatakan bahwa produk E-LKPD layak untuk digunakan. Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai rata-rata kelayakan produk yang dikembangkan melalui hasil uji validasi oleh ketiga validator, maka berikut peneliti tampilkan persentase nilai rata-rata pada tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.8
Hasil Validasi oleh Para Validator

No.	Validator	Persentase	Kriteria Validitas
1.	Ahli Materi	96%	Sangat valid
2.	Ahli Media	93%	Sangat valid
3.	Praktisi	97%	Sangat valid
Total Persentase Rata-Rata		95,33%	Sangat valid

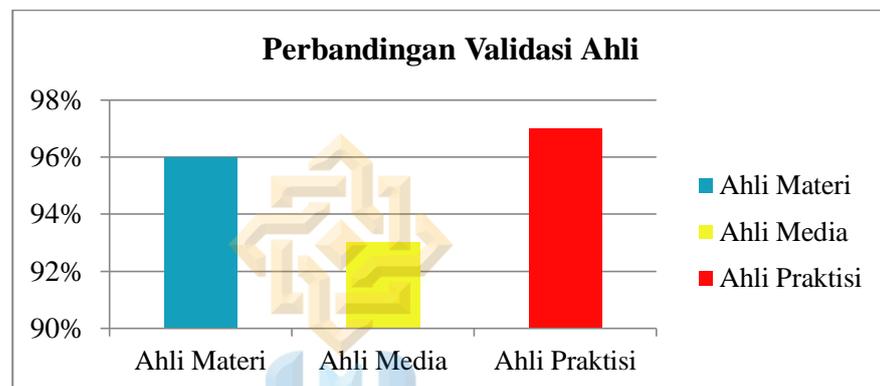
Berdasarkan data yang tertera pada tabel 4.8, maka persentase total rata-rata yang didapatkan dari ketiga validator yaitu senilai 95,33%. Apabila nilai tersebut dicocokkan dengan kriteria

validitas produk, maka produk E-LKPD berada pada posisi rentang penilaian 81,01% - 100,00% dengan kategori "Sangat Valid". Hasil persentase diperoleh melalui persamaan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{au} = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

$$V_{au} = \frac{286}{300} \times 100\% = 95,33\%$$

Perbandingan nilai yang didapatkan dari ketiga validator maka dapat dilihat melalui grafik yang peneliti paparkan dibawah ini:



Gambar 4.9
Grafik Hasil Validasi oleh Para Validator

b. Analisis Pengguna Produk Atau Peserta Didik

Pengembangan produk yang telah selesai divalidasi oleh para validator ahli, maka akan diterapkan atau diuji cobakan kepada peserta didik kelas VII di SMP Negeri 2 Ajung. Penerapan produk ini dilakukan guna menguji respons peserta didik terhadap produk E-LKPD yang telah dikembangkan. Kegiatan uji respons dilakukan dengan dua kali tahapan, yaitu melalui uji respons skala kecil dan uji respons skala besar. Subjek uji respons dalam skala kecil menggunakan 6 orang peserta didik, sedangkan dalam skala besarnya menggunakan 28 peserta didik. Dilakukannya kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh hasil respons dari peserta didik terhadap pengembangan produk E-LKPD yang telah dibuat oleh peneliti.

1) Uji Respons Skala Kecil

Uji respons produk yang pertama yaitu pada tahap uji respons skala kecil untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan produk E-LKPD berbasis *PhET Simulation* yang telah dikembangkan melalui uji terbatas. Angket uji respons peserta didik memuat 4 aspek yang akan dinilai, mulai dari aspek tampilan, isi materi, bahasa, dan kemanfaatannya. Produk diuji cobakan dalam kelompok kecil berjumlah 6 orang peserta didik kelas VIII A di SMP Negeri 2 Ajung. Pengumpulan data menggunakan angket respons peserta didik berisi 10 butir pertanyaan di dalamnya. Dengan hasil data uji respons produk E-LKPD skala kecil sebagai berikut:

Tabel 4.9
Data Hasil Uji Coba Skala Kecil

No .	Aspek	Nomor Soal	Total Skor	Persentase	Kategori
1.	Tampilan	1	29	96,66%	Sangat Menarik
		2	28	93,33%	Sangat Menarik
		3	28	93,33%	Sangat Menarik
2.	Isi Materi	4	26	86,66%	Sangat Menarik
		6	26	86,66%	Sangat Menarik
3.	Bahasa	5	29	96,66%	Sangat Menarik
4.	Kemanfaatan	7	29	96,66%	Sangat Menarik
		8	29	96,66%	Sangat Menarik
		9	28	93,33%	Sangat Menarik
		10	27	90%	Sangat Menarik
Jumlah			279		
Rata-Rata			93%		

Berdasarkan hasil angket uji respons peserta didik dalam skala kecil didapatkan persentase senilai 93%. Berdasarkan nilai tersebut, apabila dilihat dan dicocokkan maka terdapat pada

rentang kriteria validitas 81,00%-100,00% dengan kategori “Sangat Menarik”. Sehingga produk E- LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat dilakukan uji respons lebih lanjut dalam skala besar kepada peserta didik.

2) Uji Respons Skala Besar

Uji coba selanjutnya setelah dilakukannya uji respons dalam skala kecil maka dilakukan uji coba dalam skala besar dengan melibatkan seluruh peserta didik kelas VII A di SMP Negeri 2 Ajung yang berjumlah 28 peserta didik. Uji coba ini ditinjau dalam beberapa aspek yaitu aspek tampilan, isi materi, bahasa, dan kemanfaatannya yang tertera di dalam angket respons dengan 15 butir pertanyaan untuk peserta didik. Dengan hasil data uji respons produk E-LKPD skala besar sebagai berikut:

Tabel 4.10
Data Hasil Uji Coba Skala Besar

No .	Aspek	Nomor Soal	Total Skor	Persentase	Kategori
1.	Tampilan	2	136	97,14%	Sangat Menarik
		11	135	96,42%	Sangat Menarik
		13	133	95%	Sangat Menarik
2.	Isi Materi	5	132	94,28%	Sangat Menarik
		6	120	85,71%	Sangat Menarik
		7	126	90%	Sangat Menarik
		8	130	92,85%	Sangat Menarik
3.	Bahasa	9	135	96,42%	Sangat Menarik
		12	136	97,14%	Sangat Menarik
4.	Kemanfaatan	1	132	94,28%	Sangat Menarik
		3	130	92,85%	Sangat Menarik
		4	134	95,71%	Sangat Menarik
		10	133	95%	Sangat Menarik
		14	135	96,42%	Sangat Menarik
		15	133	95%	Sangat Menarik

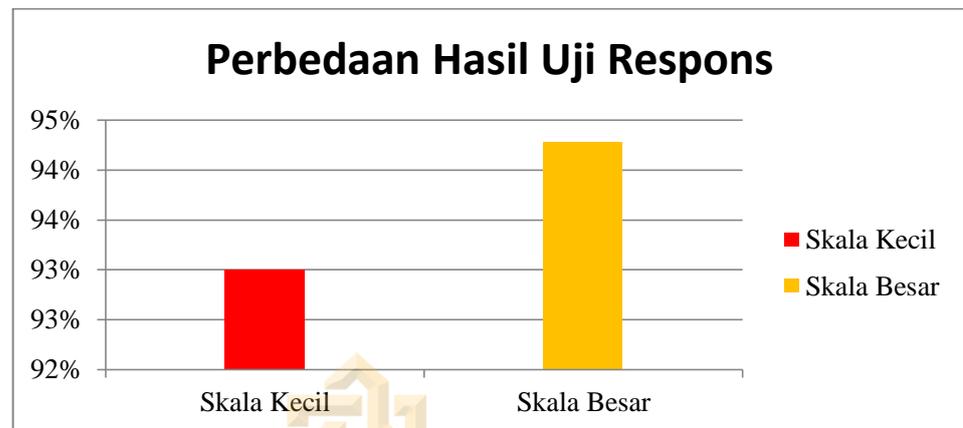
No	Aspek	Nomor Soal	Total Skor	Persentase	Kategori
Jumlah			1980		
Rata-Rata			94,28%		

Berdasarkan tabel persentase hasil respons peserta didik dalam skala besar didapatkan persentase senilai 94,28%. Berdasarkan nilai tersebut, apabila dilihat dan dicocokkan maka terdapat pada rentang kriteria validitas 81,00%-100,00% dengan kategori “Sangat Menarik”. Sehingga media E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* dapat digunakan sebagai media penunjang pembelajaran IPA materi kalor. Hasil persentase diperoleh melalui persamaan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{au} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

$$V_{au} = \frac{1980}{2100} \times 100\% = 94,28\%$$

Adapun untuk hasil uji coba produk dalam skala kecil dan skala besar ditunjukkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.10
Grafik Hasil Uji Respons Peserta Didik

c. Produk Akhir

Pada tahap ini produk telah tervalidasi ahli dan teruji lapangan, maka diperoleh produk akhir dari pengembangan ini berupa media ajar E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* yang layak digunakan digunakan dalam pembelajaran IPA untuk diterapkan oleh guru kepada peserta didik. Produk akhir yang sudah ditetapkan tidak dilakukan uji efektivitas dalam pembelajaran bagi peserta didik, hal ini karena

pengembangan produk bertujuan untuk melihat kepraktisan dan

keterbacaan dari media E-LKPD ini terhadap validator dan juga peserta

didik. Hasil akhir pengembangan produk didapatkan produk akhir yang

valid dengan kriteria produk “Sangat Valid” dan “Sangat Menarik”

setelah melalui tahap validasi dan revisi serta uji coba produk pada

peserta didik, maka dapat dinyatakan produk layak untuk digunakan

sebagai media pembelajaran interaktif dalam kegiatan belajar mengajar.

B. Analisis Data

Produk yang telah divalidasi dan dilakukan uji coba kepada peserta didik maka akan dilakukan analisis data terhadap penerapan produk yang dikembangkan. Penyajian analisis data didapatkan melalui hasil penerapan pengembangan produk, yang meliputi uji validasi produk dilakukan oleh validator ahli media, ahli materi, dan guru IPA sebagai praktisi serta uji respons dari peserta didik.

1. Analisis Data Validasi Materi

Hasil pengumpulan data melalui validator ahli materi tertera pada tabel 4.3. Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa skor total yang diperoleh pada aspek kelayakan isi memperoleh nilai 96%. Berdasarkan data hasil validasi materi, ahli materi menyetujui bahwa materi yang disajikan sesuai dengan kurikulum yang berlaku, kesesuaian dengan sintaks pembelajaran berbasis PBL, pemanfaatan *PhET Simulation* dapat mendukung pemahaman konsep materi, serta kegiatan dan visualisasi materi dalam E-LKPD dapat mendukung pemahaman konsep dan mendorong interaktivitas peserta didik.

Pernyataan oleh ahli materi tersebut selaras dengan dengan pendapat Prastowo dalam Triana yang menyatakan bahwa LKPD yang baik harus memuat aktivitas yang sistematis, terstruktur, dan mengacu terhadap capaian pembelajaran serta harus disesuaikan dengan karakteristik peserta didik.⁶⁹ adanya praktikum virtual menggunakan

⁶⁹ TRIANA, *LKPD BERBASIS EKSPERIMEN: Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*.

PhET Simulation dapat mendukung pemahaman konsep terkait kalor. Hal tersebut selaras dengan sebuah pernyataan yang menyatakan bahwa *PhET Simulation* memiliki model konseptual fisis yang dapat menjelaskan konsep-konsep dalam pembelajaran salah satunya pada materi fisika sehingga peserta didik dapat lebih mudah dalam memahaminya.⁷⁰

Aspek bahasa memperoleh nilai sebesar 96%. Melalui aspek ini, validator ahli materi setuju bahwa bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD dan perkembangan kognitif peserta didik SMP, bahasa jelas komunikatif, dan tidak ambigu, serta penggunaan kalimat efektif sehingga mudah untuk dipahami oleh peserta didik. Hal ini sejalan dengan pendapat oleh Kosasih yang menyatakan bahwa kriteria LKPD yang baik harus menggunakan bahasa yang disesuaikan terhadap perkembangan atau tingkat kedewasaan peserta didik. Yaitu dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan struktur kalimat yang sederhana, singkat, dan jelas.⁷¹

Aspek desain grafis memperoleh nilai sebesar 96%. Berdasarkan aspek ini, ahli materi setuju bawa media yang dikembangkan mudah untuk digunakan atau *user friendly* dan kompatibel digunakan pada berbagai perangkat seperti smartphone maupun laptop. Berdasarkan segi *layout* atau tata letak dan kenyamanan visual dinilai sudah tepat dan mendukung proses pembelajaran. Selain itu, dari segi interaktivitas media memuat fitur interaktif seperti tombol, *hyperlink*, dan simulasi yang dapat berfungsi

⁷⁰ Riantoni, Astalini, and Darmaji, "Studi Penggunaan PhET Interactive Simulations Dalam Pembelajaran Fisika."

⁷¹ Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar*.

dengan baik sehingga mempermudah peserta didik dalam mengakses materi secara mandiri. Hal ini didukung oleh pernyataan Pratama dkk yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis digital perlu didukung dengan desain dan tampilan visual yang menarik serta memuat fitur-fitur interaktif sehingga dapat meningkatkan daya tarik peserta didik dan efektivitas dalam pembelajaran.⁷²

Total perolehan nilai yang didapatkan dari semua aspek pada penilaian validator ahli materi sebesar 96% yang artinya berada pada kriteria validitas “Sangat Valid” sehingga media layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik dengan adanya sedikit revisi. Ahli materi menyatakan bahwa E-LKPD ini sudah bagus, interaktif, dan menarik serta membantu mempermudah peserta didik dalam memahami konsep materi kalor.

Ahli materi memberikan komentar untuk memperbaiki sesuai dengan saran perbaikan yang diberikan saat proses validasi, terutama sedikit tambahan pada bagian tabel pengamatan yaitu pemberian contoh jawaban atau *exemplar answer* agar mudah untuk dipahami dan mempermudah peserta didik dalam proses pengerjaannya.

2. Analisis Data Validasi Media

Hasil pengumpulan data melalui validator ahli media tertera pada tabel 4.5. Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa skor total yang diperoleh pada aspek penyajian memperoleh nilai 92%. Berdasarkan perolehan nilai tersebut, validasi media menyatakan bahwa pada aspek

⁷² Pratama et al., “Pemanfaatan Canva Sebagai Media Pembelajaran IPA Di Madrasah Aliyah.”

penyajian dari segi tampilan sampul dan isi sangat menarik, sesuai dengan isi materi, serta disajikan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Ahli media juga setuju terhadap ketepatan pengaturan layout dan konsistensi penyajian terhadap kesesuaian desain yang harmonis termasuk dalam kategori sangat baik. Selain itu, kesesuaian multimedia juga mendukung pemahaman konsep materi dengan kategori sangat baik.

Hal tersebut selaras dengan temuan Fitriasari dkk dalam penelitiannya yang memperoleh nilai yang baik pada aspek penyajian karena desain E-LKPD sesuai dengan materi, kemudahan dalam penggunaan media, serta berdasarkan kesesuaian segi layout dan ketepatan komponen pendukung visualisasi materi mempermudah peserta didik memperoleh informasi yang baik dan mengerjakan lembar kerja yang disediakan dengan baik dan benar.⁷³

Aspek bahasa memperoleh nilai 92%. Berdasarkan perolehan hasil pada aspek ini, ahli media setuju terhadap penggunaan bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD, jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP/MTs dengan kategori sangat baik. Hal tersebut sejalan dengan temuan Eliansi dkk yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa yang disesuaikan dengan tingkat kognitif peserta didik dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran.⁷⁴

Selain itu, kalimat yang digunakan juga efektif, tidak bertele-tele, tidak

⁷³ Devi Nur Melati Fitriasari and Yuliani Yuliani, "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)* 10, no. 3 (2021): 510–22, <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p510-522>.

⁷⁴ Eliansi, Hamdani, and Medriati, "Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Berbantuan Simulasi."

ambigu dan juga bersifat komunikatif dengan kategori baik. Didukung oleh Kosasih yang menyebutkan bahwa penggunaan bahasa yang sederhana dan komunikatif dalam LKPD menjadi salah satu aspek penting agar peserta didik dapat memahami materi dengan lebih mudah.⁷⁵

Aspek desain grafis memperoleh nilai 96%. Berdasarkan hasil pada aspek desain grafis ahli praktisi menyatakan bahwa E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat sehingga mudah untuk digunakan atau *user friendly*. Interaktivitas yang disediakan dalam E-LKPD dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat mempermudah penggunaannya. Selain itu, berdasarkan ketepatan pengaturan layout dan kenyamanan visual membuat media menarik dan nyaman untuk dibaca. Hal ini selaras dengan pendapat Widjajanti di dalam Syahlina dkk bahwa kenyamanan visual yaitu dari segi tampilan yang menarik, sederetan kegiatan yang tidak membosankan dapat membuat peserta didik lebih tertarik dan cenderung tidak bosan dalam belajar.⁷⁶

Total perolehan nilai yang didapatkan dari semua aspek pada penilaian validator ahli media sebesar 93% yang artinya berada pada kriteria validitas “Sangat Valid”. Menurut ahli media, E-LKPD secara keseluruhan berdasarkan segi tatanan dan tampilan visual sudah bagus dan menarik, bagian cover sudah diberikan keterangan dan alur kegiatan sudah sesuai dengan sintaks PBL. Dengan itu, E-LKPD ini dapat membantu peserta didik untuk tertarik belajar menggunakan media interaktif.

⁷⁵ Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar*.

⁷⁶ Harika Syahlina and Dedi Futra, “Pengembangan E-LKPD Berbasis POE2WE Menggunakan ISpring Suite 10 Pada Materi Laju Reaksi” 7, no. November (2024): 12799–807.

Ahli media memberikan komentar untuk memperbaiki sesuai dengan saran perbaikan yang diberikan saat proses validasi, terutama pada bagian cover E-LKPD ditambahkan kelas, tulisan E-LKPD pada bagian petunjuk penggunaan dihapus, CP disesuaikan dengan dari kemendikbud sehingga CP yang awal harus diubah. Kekurangan selanjutnya perlu ditambahkan kata hubung pada bagian peta konsep.

3. Analisis Data Validasi Praktisi/Guru

Hasil pengumpulan data melalui validator praktisi tertera pada tabel 4.7. Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui bahwa skor total yang diperoleh pada aspek kelayakan isi dan materi memperoleh nilai sebesar 96,66%. Berdasarkan data hasil validasi praktisi menyatakan bahwa E-LKPD sudah disusun dengan sangat baik, mulai dari kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku dan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP/MTs, serta kesesuaian pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) yang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, materi disajikan dengan menarik, relevan, dan juga dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif. Pemanfaatan *PhET Simulation* juga dinilai efektif membantu peserta didik dalam mengeksplorasi konsep kalor.

Pernyataan dari praktisi tersebut sesuai dengan penelitian oleh Masek dan Sulaiman dalam Hidayah dan Pernadi dinyatakan dalam penelitiannya bahwa pembelajaran dengan desain PBL secara teoritis dapat mendorong kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan

sintaks yang sesuai.⁷⁷ Selain itu, Pusapaningrum dan Pujiyanto yang menyatakan bahwa media interaktif salah satunya dengan pemanfaatan *PhET Simulation* dapat membantu keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran sehingga lebih mudah dipahami, terutama ketika desain media menarik dan sesuai dengan tingkat kognitif peserta didik.⁷⁸

Aspek bahasa dan penyajian memperoleh nilai 97,77% . berdasarkan hasil tersebut, praktisi menyetujui bahwa bahasa yang digunakan sangat jelas dan sesuai dengan EYD, serta komunikatif dan tidak ambigu. E-LKPD disajikan dengan interaktif dan menarik disertai dengan petunjuk penggunaan yang sistematis dan mudah untuk diikuti. Selain itu, E-LKPD juga dinilai dapat digunakan sebagai media belajar mandiri yang efektif bagi peserta didik dengan kategori sangat baik. Hal tersebut didukung oleh temuan dari Mahendra dkk bahwa LKPD berbasis digital dapat membantu pembelajaran secara mandiri dengan petunjuk penggunaan yang praktis, kemudahan akses yang tak terbatas ruang dan waktu, dan juga didukung dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami.⁷⁹

Aspek desain grafis memperoleh nilai sebesar 96%. praktisi mengatakan bahwa media sangat menarik dari segi layout, gambar dan desain kuis interaktif di dalam E-LKPD dapat mendukung pemahaman

⁷⁷ Hidayah and Permadi, "Pengembangan E-LKPD Berbantuan PhET Simulation Berbasis Problem Based Learning Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis."

⁷⁸ Pusapaningrum and Pujiyanto, "Pengembangan LKPD Berbantuan PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika."

⁷⁹ Mahendra, Purwana, and Liliawati, "Pengembangan LKPD Digital Berorientasi Nature of Science Dan Berbantuan PhET Interactive Simulation Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana."

materi. Selain itu, kemudahan penggunaan mulai dari interaktivitas seperti tombol navigasi dan hyperlink yang berfungsi dengan baik serta format E-LKPD yang bisa diakses di berbagai perangkat dengan kategori sangat baik menjadi nilai tambah terhadap media ini karena praktis untuk digunakan. Hal ini selaras dengan pendapat Syahlina dkk bahwa produk yang dikembangkan dapat dikatakan media yang praktis apabila penggunaan media tersebut mudah untuk dijalankan atau digunakan oleh peserta didik dan pendidik.⁸⁰

Total perolehan nilai yang didapatkan dari semua aspek pada penilaian validator praktisi sebesar 97% yang artinya berada pada kriteria validitas “Sangat Valid”. Menurut praktisi E-LKPD sudah cukup bagus secara keseluruhan mulai dari tampilan, tata letak, dan juga kegiatan-kegiatan didalamnya sudah mendukung interaktivitas peserta didik di dalam pembelajaran sehingga peserta didik dapat lebih aktif dan semangat dalam belajar. Namun masih ada beberapa yang perlu diperbaiki mulai dari penggunaan tata bahasa, masih ada beberapa typo dalam penulisan, dan juga untuk penggunaan kata asing sebaiknya ditulis miring atau *italic*. Dengan itu, maka E-LKPD dapat dikatakan layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik dengan adanya sedikit revisi.

4. Analisis Data Uji Respons Peserta Didik

Produk E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* setelah divalidasi oleh para ahli, kemudian dilanjutkan dengan uji respons peserta

⁸⁰ Syahlina and Futra, “Pengembangan E-LKPD Berbasis POE2WE Menggunakan ISpring Suite 10 Pada Materi Laju Reaksi.”

didik. Tahap uji respons pertama dilakukan dengan uji terbatas atau dalam skala kecil dengan jumlah 6 peserta didik kelas VIII A. Uji respons berikutnya dilanjut dalam skala besar dengan jumlah 28 peserta didik kelas VII A SMP Negeri 2 Ajung.

Hasil uji respons skala kecil tertera pada tabel 4.9. berdasarkan tabel 4.9 dapat diketahui bahwa nilai total pada aspek tampilan diperoleh nilai 57, sebagaimana jika dipersentasekan maka sebesar 95,55%. Berdasarkan aspek tersebut, peserta didik setuju terhadap tampilan E-LKPD yang didesain dengan menarik disertai dengan multimedia seperti gambar dan video yang mendukung, Hal ini selaras dengan pendapat yang dinyatakan oleh Fitriasari dan Yuliana di dalam penelitiannya yang mengatakan bahwa pemberian gambar dan video pembelajaran yang sesuai dan menarik di dalam E-LKPD dapat membantu peserta didik memahami isi materi melalui visualisasi yang diberikan.⁸¹ Selain itu, peserta didik juga setuju terhadap ketepatan pemilihan dan penggunaan kombinasi warna, jenis, dan ukuran font membuat media dapat dibaca dengan jelas.

Aspek isi materi menghasilkan nilai 55, jika diubah dalam bentuk persentase maka sebesar 91,66%. Melalui aspek tersebut, nilai yang didapatkan menunjukkan bahwa peserta didik setuju terkait kegiatan, alur petunjuk penggunaan, dan soal-soal yang ada di dalam E-LKPD jelas dan mudah untuk diikuti dan dikerjakan. Hal tersebut didukung oleh pendapat

⁸¹ Fitriasari and Yuliani, "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA."

Kosasih yang mengatakan bahwa di dalam LKPD harus memuat kegiatan yang telah terukur dan terstruktur sehingga peserta didik dapat melakukannya sesuai dengan kemampuan serta bakat dan minatnya.⁸²

Aspek bahasa memperoleh nilai 29 dengan nilai persentase sebesar 96,66%. Melalui nilai tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa peserta didik menyetujui jika bahasa yang digunakan di dalam E-LKPD sudah sangat jelas dan mudah dipahami berada pada kategori sangat baik. Hal tersebut didukung oleh pendapat Kosasih yang menyatakan bahwa LKPD yang baik harus menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik.⁸³

Pada aspek kemanfaatan memperoleh skor total nilai 113, jika diubah dalam bentuk persen maka sebesar 94,14%. Berdasarkan total nilai yang diperoleh peserta didik setuju bahwa E-LKPD dalam segi kemanfaatannya dapat membuat lebih semangat dalam belajar secara mandiri. Selain itu media yang dikembangkan mudah diakses dan digunakan, aktivitas dalam E-LKPD membuat peserta didik tertarik untuk belajar serta pembelajaran menjadi lebih menyenangkan sehingga peserta didik terbantu dalam memahami materi. Hal serupa disebutkan oleh temuan Fitriyani dkk dalam penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa peserta didik menyukai kegiatan pembelajaran menggunakan E-LKPD

⁸² Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar*.

⁸³ Kosasih.

karena membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, lebih mudah, dan dapat menarik perhatian peserta didik untuk terus belajar.⁸⁴

Hasil uji respons peserta didik dalam skala besar tertera pada tabel 4.10. subjek uji respons skala besar yaitu peserta didik kelas VII A dengan jumlah 28 peserta didik SMPN 2 Ajung. Berdasarkan tabel 4.10, maka dapat dinyatakan bahwa media E-LKPD interaktif “Sangat Menarik” karena mendapatkan total perolehan nilai rata-rata sebesar 94,28%. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan aspek tampilan sebesar 96,19%, aspek isi materi memperoleh nilai 90,71%, perolehan nilai pada aspek bahasa sebesar 96,78%, kemudian untuk aspek kemanfaatan memperoleh nilai 94,88%.

Berdasarkan hasil analisis data dan pengembangan produk yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa produk yang telah dikembangkan memiliki banyak kelebihan, namun juga tidak terlepas dengan adanya kekurangan dibalik pengembangan media tersebut. Kelebihan dari media E-LKPD interaktif berdasarkan segi tampilan dan desain grafis yang sangat menarik, interaktif, serta kompatibel digunakan pada berbagai perangkat seperti laptop dan smartphone. Desain yang user friendly dan interaktif membuat peserta didik lebih mudah memahami materi dan lebih tertarik dalam menggunakan media. Selain itu, pemanfaatan *PhET Simulation* terbukti dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep kalor yang bersifat abstrak menjadi lebih

⁸⁴ Fitriyani and Yuliani, “Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA.”

konkret, sehingga meningkatkan pemahaman konsep secara mendalam. Media ini juga disusun sesuai dengan sintaks *Problem-Based Learning* (PBL), mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, dan mandiri. Bahasa yang digunakan juga dinilai sudah komunikatif, sesuai dengan tingkat kognitif peserta didik SMP, serta mudah dipahami oleh siswa.

Selanjutnya kekurangan media ini terletak pada beberapa bagian yang perlu direvisi sesuai dari para validator. Selain itu, karena media ini berbasis digital, maka penggunaannya sangat bergantung pada terhadap ketersediaan perangkat elektronik dan koneksi internet, yang bisa menjadi kendala tersendiri di beberapa lingkungan sekolah. Dan juga terkendala oleh kurangnya keterampilan digital pada sebagian peserta didik.

Secara keseluruhan, media E-LKPD interaktif ini termasuk dalam kategori “Sangat Valid” dan “Sangat Menarik” layak untuk digunakan dalam pembelajaran dengan sedikit revisi. Hasil respons peserta didik yang sangat positif juga menunjukkan bahwa media ini dapat peserta didik lebih semangat belajar dan mempermudah pemahaman konsep kalor dengan cara yang lebih menyenangkan.

C. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan untuk memperbaiki adanya kesalahan dan melengkapi kekurangan pada media ajar E-LKPD yang dikembangkan. Sehingga produk yang dikembangkan dapat menjadi media ajar yang layak dan dapat diterapkan kepada peserta didik sebagai penunjang kegiatan pembelajaran.

1. Ahli Materi

E-LKPD Interaktif berbasis *PhET Simulation* divalidasi oleh validator ahli media yang dilakukan oleh Bapak Drs. Joko Suroso, M. Pd. Penilaian berfokus pada beberapa aspek, yaitu aspek kelayakan isi, bahasa, dan desain grafis. Hasil validasi dan revisi tertera dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.11
Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Materi

Nama Validator	Komentar dan Saran Perbaikan	
Drs. Joko Suroso, M. Pd	Media pengembangan sudah interaktif, tetapi perlu penambahan contoh jawaban pada tabel pengamatan supaya mudah dipahami oleh siswa.	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Sebelum Direvisi Sesudah Direvisi </div>		
<p>Keterangan: Tabel pengamatan kegiatan 1 yang belum direvisi</p>		<p>Keterangan: Tabel pengamatan kegiatan 1 yang sudah telah direvisi dengan memberikan contoh jawaban atau <i>exemplar answer</i></p>
Sebelum Direvisi		Sesudah Direvisi

<p>Keterangan: Tabel pengamatan kegiatan 2 yang belum direvisi</p>	<p>Keterangan: Tabel pengamatan kegiatan 2 yang sudah telah direvisi dengan memberikan contoh jawaban atau <i>exemplar answer</i></p>

Sumber: Data Penelitian 2025

2. Ahli Media

E-LKPD Interaktif berbasis *PhET Simulation* divalidasi oleh validator ahli media yang dilakukan oleh Ibu Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si. Penilaian berfokus pada beberapa aspek, yaitu aspek penyajian, bahasa, dan desain grafis. Hasil validasi dan revisi tertera dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.12
Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Media

Nama Validator	Komentar dan Saran Perbaikan
Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si	Secara keseluruhan tatanan dan tampilan visual sudah bagus , bagian gambar sudah diberikan keterangan. <ul style="list-style-type: none"> • Pada cover E-LKPD ditambahkan kelas • Tulisan E-LKPD pada bagian petunjuk penggunaan dihapus saja • CP disesuaikan dengan dari kemendikbud • Peta konsep ditambahkan kata hubung
Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi

<p>Keterangan: Icon kelas yang belum direvisi melambangkan semester 1 atau ganjil</p>	<p>Keterangan: Icon kelas setelah direvisi menjadi kelas VII</p>
<p style="text-align: center;">Sebelum Direvisi</p>	<p style="text-align: center;">Sesudah Direvisi</p>
<p>Keterangan: Tampilan <i>layout</i> yang belum direvisi</p>	<p>Keterangan: Tampilan <i>layout</i> setelah direvisi</p>
<p style="text-align: center;">Sebelum Direvisi</p>	<p style="text-align: center;">Sesudah Direvisi</p>
<p>Keterangan: Capaian Pembelajaran yang belum direvisi</p>	<p>Keterangan: Capaian Pembelajaran setelah direvisi</p>

Sebelum Direvisi	Setelah Direvisi
	
<p>Keterangan: Peta konsep yang belum direvisi</p>	<p>Keterangan: Peta konsep setelah direvisi dengan diberikan kata hubung</p>

Sumber: Data Penelitian 2025

3. Praktisi

E-LKPD Interaktif berbasis *PhET Simulation* divalidasi oleh praktisi atau pendidik yang dilakukan oleh Bapak Andik Choirul Umam, S. Pd. Penilaian berfokus pada beberapa aspek, yaitu aspek kelayakan isi dan materi, bahasa dan penyajian, serta desain grafis. Hasil validasi dan revisi tertera dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.13
Komentar, Saran, dan Hasil Revisi dari Ahli Praktisi

Nama Validator	Komentar dan Saran Perbaikan
Andik Choirul Umam, S. Pd.	<p>E-LKPD sudah cukup bagus secara keseluruhan mulai dari tampilan, tata letak, dan juga kegiatan yang mendukung pembelajaran. Hanya saja ada sedikit yang perlu diperbaiki yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan tata bahasa, masih ada kata yang belum baku • Penggunaan kata asing sebaiknya ditulis miring (<i>italic</i>)
Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi

<p>Keterangan: Tata bahasa kurang tepat dan tidak baku sebelum direvisi</p>	<p>Keterangan: Tata bahasa setelah direvisi dengan mengubah tulisan yang <i>typo</i> dan mengubah kata yang tidak baku</p>
<p>Sebelum Direvisi</p>	<p>Sesudah Direvisi</p>

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 1: Pengaruh Kalor Pada Perubahan Suhu

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "Energy Forms and Changes" melalui link berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/energy-forms-and-changes>
- Pilih menu "Pilih Suhu".
- Pilihlah simbol termometer dengan cara klik dua kali dan tahan kemudian letakkan pada masing-masing benda (besi, batu, gelas, air dan gelas minyak) position gambar sebagai petunjuk secara berurutan.
- Pindahkan simbol besi dan batu pada lingkup (berwarna) dengan cara klik dan tahan dan memindahkan ke area target.
- Click bagian simbol energi dan lihat heater pada bagian kanan atas.
- Aturlah jumlah energi dengan simbol besel berwarna biru hingga sesuai sesuai pada label "Heat" tahan sampai waktu tertentu, kemudian amati perubahan suhu pada benda-benda.
- Amati semua hal yang terjadi pada benda-benda dan yang membedakan antara keduanya!
- Lakukanlah hal yang sama pada percobaan kedua dengan gelas air dan gelas ol. minyak!
- Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut:

FASE 4: MENGENALAN DAN MENYAJIKAN DATA HASIL

TABEL PENGAMATAN PADA BENDA BERBENTUK

No	Benda/Caran yang Dipanaskan	Kapasitas Kalor	Waktu Pemanasan	Suhu Awal (oC)	Suhu Akhir (oC)
1.	Besi				
2.	Batu Batu				
3.	Air				
4.	Minyak				

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 1: Pengaruh Kalor Pada Perubahan Suhu

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "Energy Forms and Changes" melalui link berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/energy-forms-and-changes>
- Pilih menu "Pilih Suhu".
- Pilihkan termometer dengan cara klik dua kali dan tahan kemudian letakkan pada masing-masing benda (besi, batu, gelas, air dan gelas minyak) position gambar sebagai petunjuk secara berurutan.
- Amati semua hal yang terjadi pada benda-benda dengan cara klik dan tahan dan memindahkan ke area target.
- Click bagian simbol energi dan lihat heater pada bagian kanan atas.
- Aturlah jumlah energi dengan simbol besel berwarna biru hingga sesuai sesuai pada label "Heat" tahan sampai waktu tertentu, kemudian amati perubahan suhu pada benda-benda.
- Amati semua hal yang terjadi pada benda-benda dan yang membedakan antara keduanya!
- Lakukanlah hal yang sama pada percobaan kedua dengan gelas air dan gelas ol. minyak!
- Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut:

FASE 4: MENGENALAN DAN MENYAJIKAN DATA HASIL

TABEL PENGAMATAN PADA BENDA BERBENTUK

No	Benda/Caran yang Dipanaskan	Kapasitas Kalor	Waktu Pemanasan	Suhu Awal (oC)	Suhu Akhir (oC)
1.	Besi	Ayatan	30 Detik	20°C	20 + (5 x 3) = 45°C
2.	Batu Batu				
3.	Air				
4.	Minyak				

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 2: Dampak Kalor Pada Perubahan Wujud (Fase)

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "States of Matter basic" melalui link berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter-basic>
- Pilih menu "States" dengan cara klik satu kali.
- Lakukan pengamatan pada air (water) Dengan klik satu kali
- Pilih bagian "solid" dan klik satu kali
- Ubah pengukuran suhu menjadi (°C) dengan cara klik gambar segitiga hitam dan pilih satuan (°C)
- Atur suhu awal sampai -10°C dengan menggeser tombol berwarna biru pada posisi "Heat"
- Amati perubahan yang terjadi dari suhu -10°C - 100°C sesuai yang tertera pada tabel pengamatan!
- Catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan!

FASE 4: MENGENALAN DAN MENYAJIKAN DATA HASIL

TABEL PENGAMATAN PADA AIR (H2O)

No	Suhu (oC)	Fase Zat (Padat, Cair, Gas)	Perubahan Fase (Jika Ada)	
1.	-10	Padat	Perubahan besel, partikel bergerak lambat, jarak antar partikel sangat dekat.	Tidak ada
2.	0			
3.	10			
4.	50			
5.	100			

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 2: Dampak Kalor Pada Perubahan Wujud (Fase)

Simulasi: Energy Forms and Changes (PHET Simulation)

- Buka PHET Simulation "States of Matter basic" melalui link berikut: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter-basic>
- Pilih menu "States" dengan cara klik satu kali.
- Lakukan pengamatan pada air (water) Dengan klik satu kali
- Pilih bagian "solid" dan klik satu kali
- Ubah pengukuran suhu menjadi (°C) dengan cara klik gambar segitiga hitam dan pilih satuan (°C)
- Atur suhu awal sampai -10°C dengan menggeser tombol berwarna biru pada posisi "Heat"
- Amati perubahan yang terjadi dari suhu -10°C - 100°C sesuai yang tertera pada tabel pengamatan!
- Catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan!

FASE 4: MENGENALAN DAN MENYAJIKAN DATA HASIL

TABEL PENGAMATAN PADA AIR (H2O)

No	Suhu (oC)	Fase Zat (Padat, Cair, Gas)	Perubahan Fase (Jika Ada)	
1.	-10	Padat	Perubahan besel, partikel bergerak lambat, jarak antar partikel sangat dekat.	Tidak ada
2.	0			
3.	10			
4.	50			
5.	100			

Keterangan: Penulisan kata asing tidak ditulis miring sebelum direvisi

Keterangan: Penulisan kata asing ditulis miring (*italic*) sesudah direvisi

Sumber: Data Penelitian 2025

BAB V

KAJIAN DAN SARAN

A. Kajian Produk yang Telah Direvisi

Berdasarkan kajian penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti menghasilkan media ajar E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* materi kalor SMP. Perolehan data yang didapatkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Validasi E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* materi kalor SMP

Hasil validasi penilaian media ajar E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* oleh ahli materi berfokus pada aspek kelayakan isi, bahasa, dan desain grafis dengan total perolehan skor senilai 96 dan persentase sebesar 96% dengan kriteria “Sangat Valid”. Hasil validasi penilaian dari ahli media berfokus pada aspek penyajian, bahasa, dan desain grafis dengan total perolehan skor senilai 93 dan persentase sebesar 93% dengan kriteria “Sangat Valid”. Selanjutnya validasi penilaian dari praktisi berfokus pada aspek kelayakan isi dan materi, aspek bahasa dan penyajian, serta aspek desain grafis dengan total perolehan skor senilai 97 dan persentase sebesar 97% dengan kriteria “Sangat Valid” sehingga media dapat digunakan oleh peserta didik. Dengan demikian hasil nilai rata-rata yang diperoleh dari para validator menghasilkan persentase sebesar 95,33% dan memenuhi kriteria “Sangat Valid”. Oleh karena itu, berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa E-LKPD Interaktif

berbasis *PhET Simulation* pada Materi Kalor layak untuk digunakan oleh peserta didik.

2. Respons peserta didik terhadap E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* materi kalor SMP

Nilai uji respons peserta didik diukur berdasarkan aspek tampilan, isi materi, bahasa, dan kemanfaatan media pada uji respons terbatas atau skala kecil dengan total nilai yang didapatkan sebesar 279 atau dalam persentase senilai 929,95% dan persentase nilai rata-rata sebesar 92,99% yang memenuhi kriteria “Sangat Menarik”. Sedangkan respons peserta didik skala besar berdasarkan aspek tampilan, isi materi, bahasa, dan kemanfaatan dengan total nilai yang didapatkan sebesar 1980 atau dalam persentase senilai 1414,22% dan persentase nilai rata-rata sebesar 94,28% yang memenuhi kriteria “Sangat Menarik”. Sehingga berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa E-LKPD yang dikembangkan oleh peneliti sudah sangat menarik dan layak untuk digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran.

B. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Supaya E-LKPD ini dapat digunakan secara efektif dan maksimal dalam kegiatan pembelajaran, maka perlu disajikan beberapa saran terkait.

1. Saran Pemanfaatan Produk

Peneliti memberikan beberapa saran dalam memanfaatkan E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* materi kalor.

- a. Guru diharapkan dapat menggunakan E-LKPD ini sebagai alternatif media pembelajaran yang mendukung keterampilan abad 21 dan mendorong keaktifan peserta didik dalam memahami konsep kalor.
- b. Sebelum menggunakan E-LKPD, guru perlu memberi penjelasan awal terkait tujuan dan langkah penggunaan media sehingga peserta didik dapat memahami alur kegiatan pembelajaran.
- c. Sebelum membaca isi E-LKPD, peserta didik dapat membaca petunjuk penggunaan, dan petunjuk pengerjaan kemudian mengikuti instruksi agar tidak kebingungan dalam proses pengerjaan dan melakukan simulasi.
- d. Untuk hasil yang lebih maksimal, guru juga dapat memadukan penggunaan E-LKPD dengan diskusi kelompok atau presentasi hasil percobaan guna meningkatkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi peserta didik.

2. Saran Diseminasi Produk

Media ajar E-LKPD interaktif berbasis *PhET Simulation* diharapkan dapat digunakan oleh sekolah-sekolah lain tingkat SMP/MTs sebagai alternatif media pembelajaran yang inovatif dan menyenangkan dengan tetap memperhatikan kebutuhan peserta didik.

3. Saran Pengembangan Produk Lebih Lanjut

- a. Pengembangan media kedepannya sebaiknya mempertimbangkan beberapa hasil temuan yang diperoleh peneliti dari angket respons

peserta didik agar pengembangan produk benar-benar sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik.

- b. E-LKPD yang dikembangkan oleh peneliti terbatas pada materi kalor pada subbab materi pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat saja. Melalui hal ini, maka saran pengembangan lebih lanjut dapat mencakup materi IPA lain yang masih berkaitan, agar media ini bisa lebih luas penggunaannya.
- c. Keterbatasan pengembangan media ajar menggunakan subjek peserta didik kelas VII SMP/MTS. Oleh karena itu, peneliti menyarankan agar dapat mengembangkan lebih lanjut menggunakan sasaran subjek penelitian yang berbeda.
- d. E-LKPD yang dikembangkan membutuhkan akses internet agar bisa digunakan. Oleh karena itu, saran pengembangan selanjutnya dapat menyesuaikan media dengan kondisi sekolah yang memiliki keterbatasan akses internet, baik dengan menambahkan opsi *offline mode* atau dengan alternatif media lain.
- e. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan uji efektivitas produk terhadap hasil belajar peserta didik agar mengetahui sejauh mana dampak pengembangan media dalam meningkatkan pemahaman konsep.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, R. H. (2019). Efektivitas Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) Dalam Pembelajaran IPA Konsep Sumber Energi Pada Siswa Kelas IV Sd Pertiwi Makassar. Skripsi
- Akuba, Sri Windi, Tirtawaty Abdjul, Nova Elysia Ntobuo, and Citron S. Payu. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbantuan Google Sites Pada Materi Getaran, Gelombang, Dan Bunyi." *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya* 9, no. 1 (2023): 125. <https://doi.org/10.32884/ideas.v9i1.1117>.
- Alahmari, Muteeb, Malek Turki Jdaitawi, Abeer Rasheed, Rania Abduljawad, Elham Hussein, Mohammad Alzahrani, and Noha Awad. "Trends and Gaps in Empirical Research on Gamification in Science Education: A Systematic Review of the Literature." *Contemporary Educational Technology* 15, no. 3 (2023). <https://doi.org/10.30935/cedtech/13177>.
- . "Trends and Gaps in Empirical Research on Gamification in Science Education: A Systematic Review of the Literature." *Contemporary Educational Technology* 15, no. 3 (2023). <https://doi.org/10.30935/cedtech/13177>.
- Aldiyah, Evy. "Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Pengembangan Sebagai Sarana Peningkatan Keterampilan Proses Pembelajaran Ipa Di Smp." *TEACHING : Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan* 1, no. 1 (2021): 67–76. <https://doi.org/10.51878/teaching.v1i1.85>.
- Arisworo, Djoko, Yusa, and Nana Sutrisna. *IPA Terpadu (Biologi, Kimia, Fisika)*. PT Grafindo Media Pratama, n.d. https://books.google.co.id/books?id=RkogFA_QqQ4C.
- Astuti, Irnin Agustina Dwi, Dasmu Dasmu, and Ria Asep Sumarni. "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Dengan Menggunakan Aplikasi Appypie Di Smk Bina Mandiri Depok." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 24, no. 2 (2018): 695. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v24i2.10525>.
- Br Ginting, Febrina, and Hudson Sidabutar. "Development of LKPD Assisted by Phet Simulation on Material Form of Energy and Their Changes to Improve Creative Thinking Ability of Students at SMP Negeri 2 Sunggal." *Educenter : Jurnal Ilmiah Pendidikan* 1, no. 9 (2022): 632–40. <https://doi.org/10.55904/educenter.v1i9.393>.
- Eliansi, Deta, Dedy Hamdani, and Rosane Medriati. "Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Berbantuan Simulasi," no. 2 (2023): 35–42.
- Elisa, Elisa, Ainun Mardiyah, and Rizky Ariaji. "Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Dan Aktivitas Mahasiswa Melalui Phet Simulation." *PeTeKa*

- 1, no. 1 (2017): 15. <https://doi.org/10.31604/ptk.v1i1.15-20>.
- Fahrurrozi, M, and Mohzana. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran: Tinjauan Teoretis Dan Praktik*. 1. Universitas Hamzanwadi Press, 2020. <https://books.google.co.id/books?id=GyQnEAAAQBAJ>.
- Fatirul, A N, and D A Walujo. *Metode Penelitian Pengembangan Bidang Pembelajaran (Edisi Khusus Mahasiswa Pendidikan Dan Pendidik)*. Pascal Books, 2022. <https://books.google.co.id/books?id=Il1pEAAAQBAJ>.
- Fauziyah, Lana, and Petra Kristi Mulyani. "Pengembangan E-Lkpd Berbantuan Liveworksheets Materi Organ Gerak Manusia Kelas V Sdn 02 Podu." *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan* 4, no. 4 (2023): 522–32. <https://doi.org/10.37478/jpm.v4i4.3039>.
- Fitriasari, Devi Nur Melati, and Yuliani Yuliani. "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA." *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)* 10, no. 3 (2021): 510–22. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p510-522>.
- Gehred, Alison Paige. "Canva." *Journal of the Medical Library Association* 108, no. 2 (2020): 338–40. <https://doi.org/10.5195/jmla.2020.923>.
- Hantika, Seta Nara, Supahar. "Pengembangan LKPD Berbasis Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT) Berbantuan PhET Simulation Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi Dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA," 2017, 1–11.
- Haryanto, M. Dwi Wiwik Ernawati, Fuldiaratman, Afrida, and Firdiawan Ekaputra. "Implementasi Aplikasi PhET Simulation Dalam Pembelajaran MIPA Berbasis Eksperimen." *I-Com: Indonesian Community Journal* 3, no. 3 (2023): 1372–79. <https://doi.org/10.33379/icom.v3i3.3160>.
- Haryono, Heny Ekawati. *Kalor FISIKA SMP*. CV. Pustaka Ilalang Group, 2020.
- Hidayah, Fitri Nur, and Dimas Permadi. "Pengembangan E-LKPD Berbantuan PhET Simulation Berbasis Problem Based Learning Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis." *Sinapmasagi* 3 (2023): 138–50.
- Hidayatulloh, Alpiana. "Analisis Kesulitan Belajar Fisika Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke Dalam Penyelesaian Soal – Soal Fisika." *Kappa Journal* 4, no. 1 (2020): 69–75. <https://doi.org/10.29408/kpj.v4i1.1636>.
- Hisibuan, Vivi Uvaira. "Analisis Kesulitan Guru Membelajarkan Materi Fotosintesis Di Kelas V SD." *Jurnal Pigur* 02, no. 01 (2017): 153–65.
- Ibrahim, Muhammad Syazali, and gita prima Putra. "Jurnal Pendidikan MIPA." *Analyzing Early Feedback: Survey from Elementary Teacher Candidates for*

Al Comic Development Training Workshop 14 nomor 1, no. Maret (2024): 224–30. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1516>.

Inabuy, Victoriani, Cece Sutria, okky fajar tri Maryana, budiyanti dwi Hardanie, and sri handayani Lestari. *Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi*, 2023.

Irfandi, Irfandi, and Nofri Yuhelman. “Analisis Inovasi Mahasiswa Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Sederhana.” *COMPETITIVE: Journal of Education* 2, no. 3 (2023): 148–55. <https://doi.org/10.58355/competitive.v2i3.26>.

Iryani, I, E Tandililing, and H Hamdani. “Remediasi Miskonsepsi Siswa Dengan Model Pembelajaran Children Learning in Science (CLiS) Berbantuan Simulasi PhET.” *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 7, no. 4 (2018): 25–39. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/24725>.

Kartini, Ketut Sepdyana, and I Ketut Setiawan. “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Tata Nama Iupac Senyawa Anorganik Berbasis Android.” *JIPP: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 3, no. 2 (2019): 238–45.

Ketut Mahardika, I, Sri Handono, Agustin Putri Mardiwawan, Rina Dwi Rahayu, and Kata Kunci. “Anatomi Suhu Dan Kalor Dalam Teori Koefisien Muai Pada Logam : Fisika Dasar 1.” *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science* 1, no. 4 (2023): 796–801. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>.

Kosasih. *Pengembangan Bahan Ajar*. Bumi Aksara, 2021. <https://books.google.co.id/books?id=UZ9OEAAAQBAJ>.

Kurniawan, Rivo Alfarizi, Mochammad Ricky Rifa'i, and Dinar Maftukh Fajar. “Analisis Kemenarikan Media Pembelajaran Phet Berbasis Virtual Lab Pada Materi Listrik Statis Selama Perkuliahan Daring Ditinjau Dari Perspektif Mahasiswa.” *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA* 1, no. 1 (2020): 19–28. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i1.6>.

Mahendra, Zhenk Eka, Unang Purwana, and Winny Liliawati. “Pengembangan LKPD Digital Berorientasi Nature of Science Dan Berbantuan PhET Interactive Simulation Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana.” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 6, no. 3 (2022): 549. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.4797>.

Mitrakusuma, Windy Hermawan. “Dasar Termodinamika Dan Perpindahan Panas.” *Diktat Dasar Refrigerasi*, n.d., 11–26.

Nurhayati, Nurhayati, and Desy Kurniawati. “Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Aplikasi PhET Pada Materi Asam Basa Fase F.” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 8, no. 1 (2024): 874–81. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.12480>.

- Pandiangan, Paken, and Didi Teguh Chandra. *Tinjauan Ulang Termodinamika. Modul Fisika Statistik*. Vol. I, 2010.
- Pangesti, Febriantika Putri, Bhakti Karyadi, Mellyta Uliyandari, Sutarno, and Nirwana. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Discovery Learning Berbantuan Software Modellus Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola." *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika* 31 (2022): 30. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11432>.
- Pereira, Andreia G., Tânia M. Lima, and Fernando Charrua-Santos. "Industry 4.0 and Society 5.0: Opportunities and Threats." *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* 8, no. 5 (2020): 3305–8. <https://doi.org/10.35940/ijrte.d8764.018520>.
- Pratama, Rifqi, Mashudi Alamsyah, Martua Ferry Siburian, Giry Marhento, and Jupriadi Jupriadi. "Pemanfaatan Canva Sebagai Media Pembelajaran IPA Di Madrasah Aliyah." *EduBiologia: Biological Science and Education Journal* 3, no. 1 (2023): 40. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v3i1.16070>.
- Pricilia, Hannah Yessi, Esmar Budi, and I Made Astra. "Lembar Kerja Peserta Didik Phet Simulation Berbasis Stem" VIII (2019): SNF2019-PE-313–18. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.39>.
- Puspaningrum, D. A., and P. Pujiyanto. "Pengembangan LKPD Berbantuan PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Fisika." *Jurnal Pendidikan Fisika* 9(2), no. 2 (2022): 66–84. <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/pfisika/article/view/18356>.
- Putriyana, Annur Wulan, Lia Auliandari, and Kholillah Kholillah. "Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Model Pembelajaran Search, Solve, Create and Share Pada Praktikum Materi Fungi." *Biodik* 6, no. 2 (2020): 106–17. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9255>.
- Riantoni, Cicyn, Astalini Astalini, and Darmaji Darmaji. "Studi Penggunaan PhET Interactive Simulations Dalam Pembelajaran Fisika." *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika* 6, no. 2 (2019): 71. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i2.14202>.
- Riswandi, Y A. *Taklukan Fisika Dasar 2*. DIVA PRESS, n.d. https://books.google.co.id/books?id=Dap_EAAAQBAJ.
- Sriwahyuni, Indah, Eko Risdianto, and Henny Johan. "Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik Di Sma." *Jurnal Kumparan Fisika* 2, no. 3 (2019): 145–52. <https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>.
- Suhartono, Oki. "Kebijakan Merdeka Belajar Dalam Pelaksanaan Pendidikan Di Masa Pandemi Covid-19." *Ar-Rosikhun: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam* 1, no. 1 (2021): 8–19. <https://doi.org/10.18860/rosikhun.v1i1.13897>.

- Syafitri, Rosa Andria, and Tressyalina. "The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19." *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 485, no. 1 (2020): 284–87. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.048>.
- Syahlina, Harika, and Dedi Futra. "Pengembangan E-LKPD Berbasis POE2WE Menggunakan ISpring Suite 10 Pada Materi Laju Reaksi" 7, no. November (2024): 12799–807.
- Sylviani, Sisilia, Fahmi Candra Permana, and Rio Guntur Utomo. "PHET Simulation Sebagai Alat Bantu Siswa Sekolah Dasar Dalam Proses Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika." *Edsence: Jurnal Pendidikan Multimedia* 2, no. 1 (2020): 1–10. <https://doi.org/10.17509/edsence.v2i1.25184>.
- Tanjung, Rahma Elvira, and Delsina Faiza. "Canva Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)* 7, no. 2 (2019): 79. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v7i2.104261>.
- TRIANA, NENI. *Lkpd Berbasis Eksperimen : Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*. Guepedia, 2021. <https://books.google.co.id/books?id=qHRMEAAAQBAJ>.
- "UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA," 2005, 17–19.
- Yuwana, S, and T Indarti. *Metode Penelitian Dan Pengembangan (Research & Development) Dalam Pendidikan Dan Pembelajaran*. UMMPress, 2023. <https://books.google.co.id/books?id=ZY3kEAAAQBAJ>.
- Zulyusri, Zulyusri, Ida Elfira, Lufri Lufri, and Tomi Apra Santosa. "Literature Study: Utilization of the PjBL Model in Science Education to Improve Creativity and Critical Thinking Skills." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 9, no. 1 (2023): 133–43. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2555>.

Lampiran 1

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hanifatul Hoiroh

NIM : 202101100030

Prodi : Tadris IPA

Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Institusi : Universitas Islam Negeri Kia Haji Achmad Siddiq Jember

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa dalam hasil penelitian ini tidak terdapat unsur- unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur- unsur penjiplakan karya dan ada klaim dari pihak lain, maka saya bersedia untuk diproses sesuai peraturan perundang- undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Jember, 27 Mei 2025
Penulis

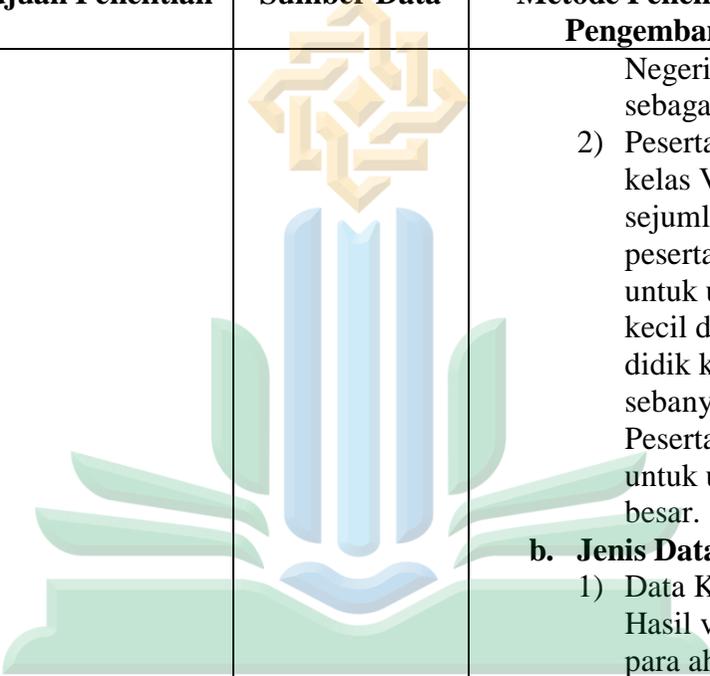


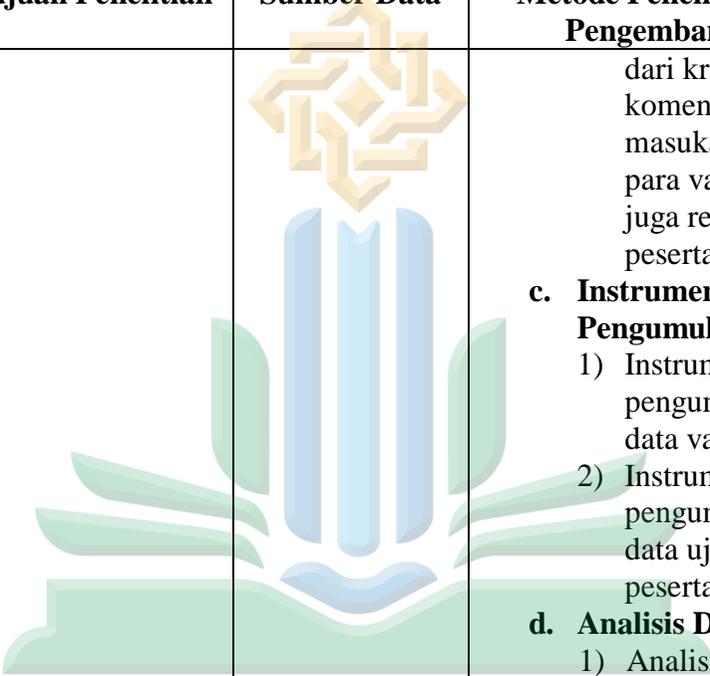
Hanifatul Hoiroh
NIM. 202101100030

Lampiran 2

MATRIKS PENELITIAN PENGEMBANGAN

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Sumber Data	Metode Penelitian dan Pengembangan	Alur Penelitian
Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis <i>PhET Simulation</i> Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung	<p>1. Bagaimana validitas elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis <i>PhET Simulation</i> materi Kalor SMP?</p> <p>2. Bagaimana respons peserta didik terhadap elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis <i>PhET Simulation</i> materi Kalor SMP?</p>	<p>1. Untuk mendeskripsikan validitas elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis <i>PhET Simulation</i> materi Kalor SMP.</p> <p>2. Untuk mendeskripsikan respons peserta didik terhadap elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) interaktif berbasis <i>PhET Simulation</i> materi Kalor SMP.</p>	<p>1. Validasi Ahli</p> <ul style="list-style-type: none"> Ahli Materi Ahli Media Ahli Praktisi <p>2. Respons Peserta Didik</p> <ul style="list-style-type: none"> Subjek uji respons dari peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Ajung. 	<p>1. Jenis Penelitian <i>Research and Development (R&D)</i>, dengan model pengembangan PPE yang terdiri atas 3 tahap, yaitu <i>planning, production, and evaluation</i>.</p> <p>2. Uji Respons Produk</p> <ol style="list-style-type: none"> Skala Terbatas/Skala Kecil sejumlah 6 peserta didik Skala Besar sejumlah 28 peserta didik <p>3. Desain Uji Respons</p> <ol style="list-style-type: none"> Subjek Uji Respons <ol style="list-style-type: none"> Tiga Validator yang terdiri dari, dua dosen Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan serta datu guru SMP 	<p>1. Tahap Planning</p> <ol style="list-style-type: none"> Analisis awal Analisis kebutuhan Analisis spesifikasi tujuan pembelajaran <p>2. Tahap Production</p> <ol style="list-style-type: none"> Penyusunan materi Pemilihan media ajar Perancangan produk <p>3. Tahap Evaluation</p> <ol style="list-style-type: none"> Analisis data dari validasi produk Analisis data dari pengguna produk atau peserta didik

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Sumber Data	Metode Penelitian dan Pengembangan	Alur Penelitian
	<i>Simulation</i> materi Kalor SMP?		 <p>UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER</p>	<p>Negeri 2 Ajung sebagai praktisi</p> <p>2) Peserta didik kelas VIII A sejumlah 6 peserta didik untuk uji skala kecil dan peserta didik kelas VII A sebanyak 28 Peserta didik untuk uji skala besar.</p> <p>b. Jenis Data</p> <p>1) Data Kuantitatif Hasil validasi dari para ahli dan juga angket respons peserta didik dengan menganalisis hasil data kuantitatif dari kevalidan produk.</p> <p>2) Data Kualitatif Hasil deskripsi</p>	c. Produk akhir

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Sumber Data	Metode Penelitian dan Pengembangan	Alur Penelitian
			 <p style="text-align: center;">UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER</p>	<p>dari kritik, saran, komentar, dan masukan dari para validator dan juga respons peserta didik.</p> <p>c. Instrumen Pengumpulan Data</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Instrumen pengumpulan data validasi ahli 2) Instrumen pengumpulan data uji respons peserta didik <p>d. Analisis Data</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Analisis data hasil validasi $V_{ah} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$ 2) Analisis data hasil respons peserta didik $V_{au} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$ 	

Lampiran 3


Pedoman Wawancara

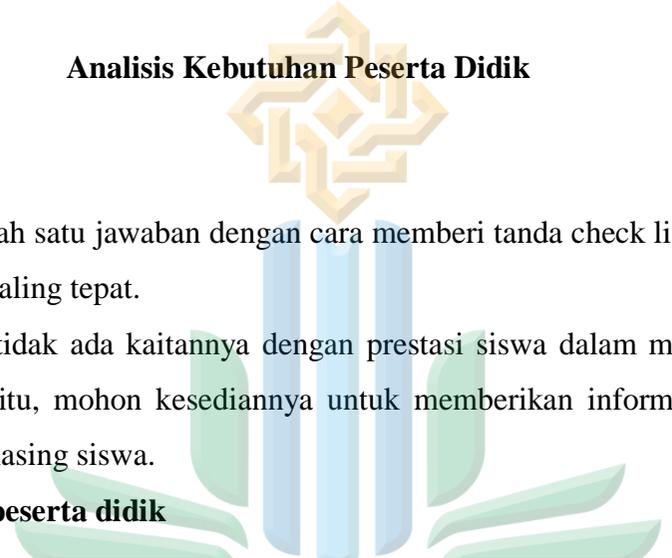
Nama : Andi, S. Pd.
 Jabatan : Guru IPA Kelas VII SMPN 2 Ajung
 Tanggal Wawancara : 15 Juli 2024

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja yang bapak persiapkan sebelum pembelajaran IPA?	Yang pertama tentu saya mempersiapkan perangkat pembelajaran terlebih dahulu, dengan menyesuaikan pada materi yang akan disampaikan, kemudian juga bahan ajar atau media ajar, serta strategi pembelajaran dan model pembelajaran yang akan saya gunakan.
2.	Kendala apa yang sering dialami bapak guru selama pembelajaran?	Kendalanya mulai dari banyak faktor beberapa diantaranya mulai dari minimnya antusiasme siswa dalam mengikuti pembelajaran sehingga mempengaruhi fokus dan kurangnya minat belajar siswa, kendala yang lain juga dari kurangnya sarana dan prasarana lembaga salah satunya berpengaruh terhadap dilaksanakannya praktikum.
3.	Materi apa yang menurut bapak cukup sulit bagi peserta didik?	Materi yang sulit untuk peserta didik itu biasanya pada materi-materi yang sifatnya abstrak, terutama pada materi fisika.
4.	Apakah peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi kalor?	Iya, pada materi kalor pemahaman siswa masih kurang maksimal, karena sifat materinya yang cukup abstrak, sehingga membutuhkan visualisasi secara langsung untuk menambah pemahaman siswa.
5.	Pernahkah bapak menggunakan bahan ajar atau media ajar di kelas? Jika pernah apa sajakah yang telah digunakan?	Pernah. Saya menggunakan internet, LKPD cetak, media gambar, dan alat peraga sederhana untuk menjelaskan konsep.
6.	Apakah bapak pernah menggunakan E-LKPD di kelas saat pembelajaran? Jika Ya sejak kapan mulai menggunakannya?	Sejauh ini belum pernah saya menggunakan E-LKPD dalam pembelajaran. Jadi masih menggunakan LKPD dalam bentuk cetak.
7.	Pernahkah bapak guru melakukan kegiatan praktikum khususnya pada materi kalor?	Pernah, tapi masih sangat sederhana. Praktikum yang dilakukan misalnya menggunakan sendok yang dimasukkan ke air panas untuk

No.	Pertanyaan	Jawaban
		menunjukkan konduksi, atau kegiatan memanaskan air untuk melihat perubahan suhu.
8.	Apakah ada kendala yang bapak guru alami saat melakukan kegiatan praktikum? Jika ada mohon jelaskan!	Iya, kendalanya biasanya karena alat dan bahan yang terbatas, jadi tidak semua siswa bisa melakukan secara langsung. Selain itu waktu juga menjadi kendala.
9.	Apakah bapak guru familiar atau pernah menggunakan PhET Simulation saat pembelajaran? Jika ya pada materi? (jika tidak, lanjut ke pertanyaan nomor 11)	Saya sedikit familiar, namun ini menjadi hal yang baru bagi saya karena saya belum pernah menggunakan PhET secara langsung dalam pembelajaran.
10.	Bagaimana tanggapan bapak terhadap penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran IPA?	Menurut saya bagus ya. Bisa menjadi alternatif media pembelajaran, sehingga praktikum yang tidak bisa terlaksana tetap bisa dilakukan, dan mengatasi kendala pada minimnya sarana dan prasarana untuk melakukan praktikum di laboratorium sekolah.
11.	Seberapa sering bapak menggunakan simulasi PhET atau program digital lainnya dalam pembelajaran IPA di kelas?	Belum pernah saya gunakan dalam pembelajaran langsung.
12.	Bagaimana tanggapan bapak jika diadakan praktikum dengan berbantuan PhET Simulation pada materi kalor?	Saya sangat mendukung, karena ini bisa membantu siswa memahami materi secara visual dan interaktif.
13.	Menurut bapak, bagaimana jika pengembangan E-LKPD interaktif berbasis PhET Simulation di terapkan di dalam kelas?	Saya setuju sekali. Kalau ada E-LKPD yang bisa digunakan siswa dan ada simulasi seperti PhET, itu akan sangat menarik bagi siswa dan mungkin akan membantu meningkatkan minat belajar.
14.	Apa saran bapak guru untuk pengembangan E-LKPD berbasis PhET Simulation agar dapat digunakan di kelas?	Saran saya, tampilannya dibuat menarik, tidak terlalu berat, mudah digunakan, dan ada panduan cara pakainya supaya siswa maupun guru bisa mengoperasikannya.
15.	Apabila dikembangkan E-LKPD, apakah sekolah akan mendukung penggunaan teknologi dalam pembelajaran, khususnya E-LKPD berbasis <i>PhET Simulation</i> ?	Saya rasa sekolah akan mendukung, apalagi kalau ada pelatihan untuk guru dan perangkat sekolah mendukung.

Adaptasi dari: Arini Faekotul Himmah. (2024) *Pengembangan Modul IPA Berbasis Integrasi Sains-Islam Dengan Model Pembelajaran Inovatif Melalui Pemaknaan pada Materi Tekanan Zat Kelas VIII di SMP Darus Sholah Jember.*

Lampiran 4


Analisis Kebutuhan Peserta Didik
A. Petunjuk pengisian angket

1. Peserta didik dapat memilih salah satu jawaban dengan cara memberi tanda check list (\checkmark) pada kotak “Ya” atau “Tidak” untuk jawaban yang dianggap paling tepat.
2. Informasi yang siswa berikan tidak ada kaitannya dengan prestasi siswa dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah. Olehkarena itu, mohon kesediannya untuk memberikan informasi yang sejujur-jujurnya dan sesuai dengan pendapat dari masing-masing siswa.

B. Tabel angket analisis kebutuhan peserta didik

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
1.	Apakah pelajaran IPA merupakan pelajaran yang sulit?			
2.	Apakah anda antusias mengikuti proses pembelajaran IPA di kelas?			
3.	Apakah guru menggunakan bahan ajar yang bervariasi selama proses pembelajaran berlangsung?			
4.	Apakah bahan ajar yang digunakan guru sudah dapat membantu anda dalam memahami materi IPA?			
5.	Apakah anda mencari bahan ajar lain selain buku yang disediakan di sekolah untuk membantu anda memahami materi yang diajarkan, misalnya; internet, platform digital, dan lainnya?			
6.	Apakah anda mengalami kesulitan memahami materi kalor?			
7.	Apakah anda memahami konsep-konsep kalor?			

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
8.	Apakah sebelumnya sudah pernah melaksanakan kegiatan praktikum di sekolah?			
9.	Apakah anda antusias jika diadakan kegiatan praktikum khususnya pada materi kalor?			
10.	Apakah anda pernah melakukan praktikum secara digital?			
11.	Apakah kalian familiar atau pernah menggunakan aplikasi berbasis website PeTH Simulation?			
12.	Menurut anda, apakah materi kalor perlu diadakan praktikum digital menggunakan PeTH simulation sehingga dapat menambah pemahaman konsep IPA?			
13.	Apakah anda pernah menggunakan atau mengerjakan lembar kerja peserta didik(LKPD) berbasis elektronik/online?			
14.	Apakah jika materi kalor menggunakan LKPD elektronik/online berbasis PeTH akan membuat anda antusias dan tertarik untuk mempelajarinya?			
15.	Apabila penyajian dalam E-LKPD memuat platform digital dapat membantu anda lebih tertarik dan terbantu dalam memahami materi kalor?			
16.	Apakah anda setuju jika dikembangkan E-LKPD yang memuat platform digital yaitu PeTH Simulation untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi kalor tersebut mudah dipahami?			

Adaptasi dari: Arini Faekotul Himmah. (2024) *Pengembangan Modul IPA Berbasis Integrasi Sains-Islam Dengan Model Pembelajaran Inovatif Melalui Pemaknaan pada Materi Tekanan Zat Kelas VIII di SMP Darus Sholah Jember.*

Analisis Kebutuhan Peserta Didik

Nama: Vineta Margareta R.

Kelas: VU R

A. Petunjuk pengisian angket

1. Peserta didik dapat memilih salah satu jawaban dengan cara memberi tanda check list (✓) pada kotak "Ya" atau "Tidak" untuk jawaban yang dianggap paling tepat.
2. Informasi yang siswa berikan tidak ada kaitannya dengan prestasi siswa dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah. Oleh karena itu, mohon kesediannya untuk memberikan informasi yang sejujur-jujurnya dan sesuai dengan pendapat dari masing-masing siswa.

B. Tabel angket analisis kebutuhan peserta didik

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
1.	Apakah pelajaran IPA merupakan pelajaran yang sulit?		✓	
2.	Apakah anda antusias mengikuti proses pembelajaran IPA di kelas?	✓		
3.	Apakah guru menggunakan bahan ajar yang bervariasi selama proses pembelajaran berlangsung?	✓		
4.	Apakah bahan ajar yang digunakan guru sudah dapat membantu anda dalam memahami materi IPA?	✓		
5.	Apakah anda mencari bahan ajar lain selain buku yang disediakan di sekolah untuk membantu anda memahami materi yang diajarkan, misalnya; internet, platform digital, dan lainnya?	✓		
6.	Apakah anda mengalami kesulitan memahami materi kalor?		✓	
7.	Apakah anda memahami konsep-konsep kalor?	✓		
8.	Apakah sebelumnya sudah pernah melaksanakan kegiatan praktikum di sekolah?	✓		
9.	Apakah anda antusias jika diadakan kegiatan praktikum khususnya pada materi kalor?	✓		
10.	Apakah anda pernah melakukan praktikum secara digital?		✓	
11.	Apakah kalian familiar atau pernah menggunakan aplikasi berbasis website PeTH Simulation?		✓	

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
12.	Menurut anda, apakah materi kalor perlu diadakan praktikum digital menggunakan PeTH simulation sehingga dapat menambah pemahaman konsep IPA?	✓		
13.	Apakah anda pernah menggunakan atau mengerjakan lembar kerja peserta didik(LKPD) berbasis elektronik/online?		✓	
14.	Apakah jika materi kalor menggunakan LKPD elektronik/online berbasis PeTH akan membuat anda antusias dan tertarik untuk mempelajarinya?	✓		
15.	Apabila penyajian dalam E-LKPD memuat platform digital dapat membantu anda lebih tertarik dan terbantu dalam memahami materi kalor?	✓		
16.	Apakah anda setuju jika dikembangkan E-LKPD yang memuat platform digital yaitu PeTH Simulation untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi kalor tersebut mudah dipahami?	✓		

Analisis Kebutuhan Peserta Didik

Nama: ABDULLAH K A F A

Kelas: 7 A

A. Petunjuk pengisian angket

1. Peserta didik dapat memilih salah satu jawaban dengan cara memberi tanda check list (✓) pada kotak "Ya" atau "Tidak" untuk jawaban yang dianggap paling tepat.
2. Informasi yang siswa berikan tidak ada kaitannya dengan prestasi siswa dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah. Oleh karena itu, mohon kesediannya untuk memberikan informasi yang sejujur-jujurnya dan sesuai dengan pendapat dari masing-masing siswa.

B. Tabel angket analisis kebutuhan peserta didik

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
1.	Apakah pelajaran IPA merupakan pelajaran yang sulit?	✓		
2.	Apakah anda antusias mengikuti proses pembelajaran IPA di kelas?	✓		
3.	Apakah guru menggunakan bahan ajar yang bervariasi selama proses pembelajaran berlangsung?	✓		
4.	Apakah bahan ajar yang digunakan guru sudah dapat membantu anda dalam memahami materi IPA?	✓		
5.	Apakah anda mencari bahan ajar lain selain buku yang disediakan di sekolah untuk membantu anda memahami materi yang diajarkan, misalnya; internet, platform digital, dan lainnya?	✓		
6.	Apakah anda mengalami kesulitan memahami materi kalor?	✓		
7.	Apakah anda memahami konsep-konsep kalor?	✓		
8.	Apakah sebelumnya sudah pernah melaksanakan kegiatan praktikum di sekolah?	✓		
9.	Apakah anda antusias jika diadakan kegiatan praktikum khususnya pada materi kalor?	✓		
10.	Apakah anda pernah melakukan praktikum secara digital?		✓	
11.	Apakah kalian familiar atau pernah menggunakan aplikasi berbasis website PeTH Simulation?		✓	

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Keterangan
12.	Menurut anda, apakah materi kalor perlu diadakan praktikum digital menggunakan PeTH simulation sehingga dapat menambah pemahaman konsep IPA?	✓		
13.	Apakah anda pernah menggunakan atau mengerjakan lembar kerja peserta didik(LKPD) berbasis elektronik/online?		✓	
14.	Apakah jika materi kalor menggunakan LKPD elektronik/online berbasis PeTH akan membuat anda antusias dan tertarik untuk mempelajarinya?	✓		
15.	Apabila penyajian dalam E-LKPD memuat platform digital dapat membantu anda lebih tertarik dan terbantu dalam memahami materi kalor?	✓		
16.	Apakah anda setuju jika dikembangkan E-LKPD yang memuat platform digital yaitu PeTH Simulation untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi kalor tersebut mudah dipahami?	✓		

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 HAJI ACHMAD SIDDIQ
 JEMBER

Lampiran 4

Rekapitulasi Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik

No.	Pertanyaan	Jawaban Ya (%)	Jawaban Tidak (%)
1.	Apakah pelajaran IPA merupakan pelajaran yang sulit?	60.7%	39.3%
2.	Apakah anda antusias mengikuti proses pembelajaran IPA di kelas?	64.3%	35.7%
3.	Apakah guru menggunakan bahan ajar yang bervariasi selama proses pembelajaran berlangsung?	42.8%	57.2%
4.	Apakah bahan ajar yang digunakan guru sudah dapat membantu anda dalam memahami materi IPA?	50.0%	50.0%
5.	Apakah anda mencari bahan ajar lain selain buku yang disediakan di sekolah untuk membantu anda memahami materi yang diajarkan, misalnya; internet, platform digital, dan lainnya?	75.0%	25.0%
6.	Apakah anda mengalami kesulitan memahami materi kalor?	82.1%	17.9%
7.	Apakah anda memahami konsep-konsep kalor?	35.7%	64.3%
8.	Apakah sebelumnya sudah pernah melaksanakan kegiatan praktikum di sekolah?	57.1%	42.9%
9.	Apakah anda antusias jika diadakan kegiatan praktikum khususnya pada materi kalor?	85.7%	14.3%
10.	Apakah anda pernah melakukan praktikum secara digital?	0.0%	100.0%
11.	Apakah kalian familiar atau pernah menggunakan aplikasi berbasis website PeTH Simulation?	10.7%	89.3%
12.	Menurut anda, apakah materi kalor perlu diadakan praktikum digital menggunakan PeTH simulation sehingga dapat menambah pemahaman konsep IPA?	89.2%	10.8%
13.	Apakah anda pernah menggunakan atau mengerjakan lembar kerja peserta didik(LKPD) berbasis elektronik/online?	92.8%	7.2%
14.	Apakah jika materi kalor menggunakan LKPD elektronik/online berbasis PeTH akan membuat anda antusias dan tertarik untuk mempelajarinya?	85.7%	14.3%

No.	Pertanyaan	Jawaban Ya (%)	Jawaban Tidak (%)
15.	Apabila penyajian dalam E-LKPD memuat platform digital dapat membantu anda lebih tertarik dan terbantu dalam memahami materi kalor?	82.1%	17.9%
16.	Apakah anda setuju jika dikembangkan E-LKPD yang memuat platform digital yaitu PeTH Simulation untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi kalor tersebut mudah dipahami?	89.2%	10.8%

Noted: Jumlah responden 28 peserta didik



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

*Lampiran 5***INSTRUMEN PENILAIAN PARA VALIDATOR****LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH AHLI MATERI**

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung
Penyusun : Hanifatul Hoiroh
Pembimbing : Laila Khusnah. M. Pd
Validator : Drs. Joko Suroso, M. Pd.
NIP : 196510041992031003
Instansi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung.” Melalui instrumen ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas media E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 - 5 = Sangat Baik (SB)
 - 4 = Baik (B)
 - 3 = Cukup (C)
 - 2 = Kurang (K)
 - 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	E-LKPD disusun sesuai dengan CP, TP, dan kurikulum yang berlaku.					
2	Isi materi dalam E-LKPD sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					
3	Aktivitas dalam E-LKPD sesuai dengan sintaks Problem-Based Learning (PBL).					
4	Permasalahan yang disajikan dalam E-LKPD menarik dan relevan bagi peserta didik dalam konteks PBL.					
5	Soal dan aktivitas dalam E-LKPD mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif.					
6	Penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD memungkinkan peserta didik mengeksplorasi konsep kalor melalui eksperimen virtual.					
7	Materi dan kegiatan yang disajikan dalam E-LKPD sistematis dan mudah dipahami.					
8	E-LKPD dapat mendukung pemahaman konsep kalor dan perubahannya melalui aktivitas interaktif.					
9	(Gambar, video pembelajaran, kegiatan praktikum, dan kuis interaktif) sesuai dan mudah dipahami, dapat memvisualisasikan materi kalor.					
10	Adanya interaktivitas peserta didik dalam penggunaan E-LKPD.					
Aspek Bahasa						
11	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik serta sesuai dengan kaidah EYD.					
12	Penyajian bahasa dalam E-LKPD bersifat komunikatif dan tidak ambigu.					
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					
14	Penggunaan kalimat efektif, tidak bertele-tele, dan mudah dipahami..					
15	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD tidak mengandung					

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
	makna ganda.					
Aspek Desain Grafis						
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.					
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman untuk dibaca.					
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					
Komentar dan Saran Perbaikan						

Adaptasi dari: Amaliya Islami Nurlaili. (2023) *Pengembangan Ensiklopedia "Hewan dalam Al-Quran" sebagai Suplemen Pembelajaran IPA SMP/MTs Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Terintegrasi Sains-islam dan Kearifan Lokal.*

C. Kesimpulan

E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan revisi sesuai dengan saran

*) Lingkari salah satu

J E M B E R Jember, 2025

Ahli Materi,

(Drs. Joko Suroso, M. Pd.)

NIP. 196510041992031003

**LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH AHLI MEDIA**

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung
Penyusun : Hanifatul Hoiroh
Pembimbing : Laila Khusnah. M. Pd
Validator : Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.
NIP : 198906092019032007
Instansi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung.” Melalui instrumen ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 - 5 = Sangat Baik (SB)
 - 4 = Baik (B)
 - 3 = Cukup (C)
 - 2 = Kurang (K)
 - 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek penyajian						
1	Kemenarikan desain sampul E-LKPD interaktif					

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
	berbasis PhET Simulation dan sesuai dengan materi kalor.					
2	Tampilan isi E-LKPD menarik dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMP.					
3	Tata letak teks, gambar, dan elemen lainnya tertata dengan baik.					
4	Perpaduan variasi warna dan font yang digunakan dalam E-LKPD menarik dan nyaman dilihat mata.					
5	Ukuran huruf dalam E-LKPD mudah dibaca.					
6	Konsistensi penyajian tata letak tulisan, gambar dalam E-LKPD.					
7	Setiap halaman dalam E-LKPD memiliki kesesuaian desain yang harmonis.					
8	Ilustrasi dan gambar yang digunakan jelas dan mendukung pemahaman materi kalor.					
9	E-LKPD interaktif memuat elemen multimedia yang sesuai dengan materi kalor.					
10	Kejelasan sintaks PBL pada E-LKPD interaktif materi kalor.					
Aspek Bahasa						
11	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik.					
12	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD dan tata bahasa Indonesia yang baik dan benar.					
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					
14	Penggunaan kalimat efektif dan tidak bertele-tele.					
15	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD tidak mengandung makna ganda, bersifat komunikatif dan tidak ambigu.					
Aspek Desain Grafis						
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.					
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman dibaca.					
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					

Adaptasi dari: Amaliya Islami Nurlaili. (2023) *Pengembangan Ensiklopedia “Hewan dalam Al-Quran” sebagai Suplemen Pembelajaran IPA SMP/MTs Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Terintegrasi Sains-islam dan Kearifan Lokal.*

C. Komentas dan Saran Perbaikan

D. Kesimpulan

E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan resvisi sesuai dengan saran

*) Lingkari salah satu

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Jember, 2025
Ahli Media,

(Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.)

NIP. 198906092019032007

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH PRAKTISI/GURU IPA

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung
Penyusun : Hanifatul Hoiroh
Pembimbing : Laila Khusnah. M. Pd
Validator : Andik Choirul Umam, S. Pd.
Instansi : SMP Negeri 2 Ajung

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung.” Melalui instrumen ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 5 = Sangat Baik (SB)
 4 = Baik (B)
 3 = Cukup (C)
 2 = Kurang (K)
 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi dan Materi						
1	E-LKPD disusun sesuai dengan CP TP dan					

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
	kurikulum yang berlaku.					
2	Isi materi dalam E-LKPD sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SMP.					
3	Aktivitas dalam E-LKPD sesuai dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL).					
4	Permasalahan yang disajikan dalam E-LKPD menarik dan relevan bagi peserta didik dalam konteks PBL.					
5	Soal dan aktivitas dalam E-LKPD mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif.					
6	Penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep kalor melalui eksperimen virtual.					
Aspek Kelayakan Bahasa dan Penyajian						
7	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik SMP serta sesuai dengan EYD.					
8	Kalimat-kalimat dalam E-LKPD jelas, tidak bertele-tele, dan mudah dipahami.					
9	Penyajian bahasa dalam E-LKPD bersifat komunikatif dan tidak ambigu.					
10	Petunjuk penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD sistematis dan mudah diikuti.					
11	Tampilan E-LKPD menarik, interaktif, dan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.					
12	Tampilan gambar dan warna cover simple, menarik, dan sesuai dengan materi kalor.					
13	Struktur dan alur penyajian E-LKPD sudah tersusun dengan jelas dan runtut sesuai dengan sintaks PBL.					
14	PhET Simulation dalam E-LKPD dapat diakses dan digunakan dengan mudah oleh siswa.					
15	E-LKPD berbasis PhET dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri yang efektif bagi peserta didik.					
Aspek Kelayakan Desain Grafis						
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.					
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman dibaca.					
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					

Adaptasi dari: Amaliya Islami Nurlaili. (2023) *Pengembangan Ensiklopedia “Hewan dalam Al-Quran” sebagai Suplemen Pembelajaran IPA SMP/MTs Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Terintegrasi Sains-islam dan Kearifan Lokal.*

C. Komentas dan Saran Perbaikan

D. Kesimpulan

E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan revisi sesuai dengan saran *) Lingkari salah satu

Jember,2025

Ahli Praktisi,

(Andik Choirul Umam, S. Pd.)

Lampiran 6

HASIL PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI

**LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH AHLI MATERI**

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung

Penyusun : Hanifatul Hoiroh

Pembimbing : Laila Khusnah, M. Pd

Validator : Drs. Joko Suroso, M. Pd.

NIP : 196510041992031003

Instansi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya "Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung." Melalui instrument ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas media E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 - 5 = Sangat Baik (SB)
 - 4 = Baik (B)
 - 3 = Cukup (C)
 - 2 = Kurang (K)
 - 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi						
1	E-LKPD disusun sesuai dengan CP, TP, dan kurikulum yang berlaku.					✓
2	Isi materi dalam E-LKPD sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					✓
3	Aktivitas dalam E-LKPD sesuai dengan sintaks Problem-Based Learning (PBL).					✓
4	Permasalahan yang disajikan dalam E-LKPD menarik dan relevan bagi peserta didik dalam konteks PBL.					✓
5	Soal dan aktivitas dalam E-LKPD mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif.					✓
6	Penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep kalor melalui eksperimen virtual.					✓
7	Materi dan kegiatan yang disajikan dalam E-LKPD sistematis dan mudah dipahami.				✓	
8	E-LKPD dapat mendukung pemahaman konsep kalor dan perubahannya melalui aktivitas interaktif.					✓
9	(Gambar, video pembelajaran, kegiatan praktikum, dan kuis interaktif) sesuai dan dapat memvisualisasikan materi kalor serta mudah dipahami.					✓
10	Adanya interaktivitas peserta didik dalam penggunaan E-LKPD.				✓	
Aspek Bahasa						
11	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik serta sesuai dengan kaidah EYD.					✓
12	Penyajian bahasa dalam E-LKPD bersifat komunikatif dan tidak ambigu.					✓
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					✓
14	Penggunaan kalimat efektif, tidak bertele-tele, dan mudah dipahami..					✓
15	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD tidak mengandung makna ganda.				✓	
Aspek Desain Grafis						

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					✓
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					✓
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.					✓
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman untuk dibaca.				✓	
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					✓
Komentar dan Saran Perbaikan						
<p>Media pengembangan sudah interaktif, tetapi perlu penambahan contoh jawaban pada tabel pengamatan supaya mudah dipahami oleh siswa.</p>						

C. Kesimpulan

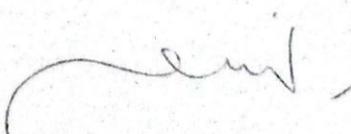
E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
- ② Layak untuk uji coba lapangan dengan revisi sesuai dengan saran

*) Lingkari salah satu

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Jember, 21 April 2025
Ahli Materi,


(Drs. Joko Suroso, M. Pd.)
NIP. 196510041992031003

Lampiran 7

HASIL PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung

Penyusun : Hanifatul Hoiroh

Pembimbing : Laila Khusnah, M. Pd

Validator : Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.

NIP : 198906092019032007

Instansi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung.” Melalui instrument ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas media E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 - 5 = Sangat Baik (SB)
 - 4 = Baik (B)
 - 3 = Cukup (C)
 - 2 = Kurang (K)
 - 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek penyajian						
1	Kemenarikan desain sampul E-LKPD interaktif berbasis PhET Simulation dan sesuai dengan materi kalor.					✓
2	Tampilan isi E-LKPD menarik dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMP.					✓
3	Tata letak teks, gambar, dan elemen lainnya tertata dengan baik.				✓	
4	Perpaduan variasi warna dan font yang digunakan dalam E-LKPD menarik dan nyaman dilihat mata.					✓
5	Ukuran huruf dalam E-LKPD mudah dibaca.				✓	
6	Konsistensi penyajian tata letak tulisan, gambar dalam E-LKPD.					✓
7	Setiap halaman dalam E-LKPD memiliki kesesuaian desain yang harmonis.				✓	
8	Ilustrasi dan gambar yang digunakan jelas dan mendukung pemahaman materi kalor.					✓
9	E-LKPD interaktif memuat elemen multimedia yang sesuai dengan materi kalor.					✓
10	Kejelasan sintaks PBL pada E-LKPD interaktif materi kalor.				✓	
Aspek Bahasa						
11	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik.					✓
12	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD dan tata bahasa Indonesia yang baik dan benar.					✓
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMP.					✓
14	Penggunaan kalimat efektif dan tidak bertele-tele.				✓	
15	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD tidak mengandung makna ganda, bersifat komunikatif dan tidak ambigu.				✓	
Aspek Desain Grafis						
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					✓
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					✓

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.				✓	
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman dibaca.					✓
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					✓

C. Komentas dan Saran Perbaikan

* Pada cover e-LKPD ditambahkan kelas
 * CP disesuaikan dengan dari Kemendikbud
 * Peta konsep ditambahkan kata hubung

D. Kesimpulan

E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan revisi sesuai dengan saran

*) Lingkari salah satu

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Jember, 21.09.2025

Ahli Media,

(Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.)

NIP. 198906092019032007

Lampiran 8

HASIL PENILAIAN VALIDASI AHLI PRAKTIKI**LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI
OLEH PRAKTIKI/GURU IPA**

Judul Penelitian : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung

Penyusun : Hanifatul Hoiroh

Pembimbing : Laila Khusnah, M. Pd

Validator : Andik Choirul Umam, S. Pd.

Instansi : SMP Negeri 2 Ajung

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya “Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis *PhET Simulation* Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung.” Melalui instrument ini, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian terhadap media ajar yang telah dibuat. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi beserta masukan, kritik dan saran dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas media E-LKPD Interaktif Berbasis *PhET Simulation*, sehingga dapat mengetahui kelayakan produk untuk digunakan dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Berilah tanda (✓) pada tabel yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Kriteria skala penilaian
 - 5 = Sangat Baik (SB)
 - 4 = Baik (B)
 - 3 = Cukup (C)
 - 2 = Kurang (K)
 - 1 = Sangat Kurang (SK)

B. Tabel Penilaian

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Aspek Kelayakan Isi dan Materi						
1	E-LKPD disusun sesuai dengan CP TP dan kurikulum yang berlaku.					✓
2	Isi materi dalam E-LKPD sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SMP.					✓
3	Aktivitas dalam E-LKPD sesuai dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL).				✓	
4	Permasalahan yang disajikan dalam E-LKPD menarik dan relevan bagi peserta didik dalam konteks PBL.					✓
5	Soal dan aktivitas dalam E-LKPD mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif.					✓
6	Penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep kalor melalui eksperimen virtual.					✓
Aspek Kelayakan Bahasa dan Penyajian						
7	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh peserta didik SMP serta sesuai dengan EYD.				✓	
8	Kalimat-kalimat dalam E-LKPD jelas, tidak bertele-tele, dan mudah dipahami.					✓
9	Penyajian bahasa dalam E-LKPD bersifat komunikatif dan tidak ambigu.					✓
10	Petunjuk penggunaan PhET Simulation dalam E-LKPD sistematis dan mudah diikuti.					✓
11	Tampilan E-LKPD menarik, interaktif, dan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.					✓
12	Tampilan gambar dan warna cover simple, menarik, dan sesuai dengan materi kalor.					✓
13	Struktur dan alur penyajian E-LKPD sudah tersusun dengan jelas dan runtut sesuai dengan sintaks PBL.					✓
14	PhET Simulation dalam E-LKPD dapat diakses dan digunakan dengan mudah oleh siswa.					✓
15	E-LKPD berbasis PhET dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri yang efektif bagi peserta didik.					✓
Aspek Kelayakan Desain Grafis						
16	Format E-LKPD kompatibel dengan berbagai perangkat (laptop, tablet, HP).					✓
17	Pengaturan layout atau tata letak dan desain E-LKPD yang digunakan sudah tepat dan menarik.					✓

No.	Batas Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
18	Ilustrasi atau gambar dan desain kuis interaktif dapat mendukung pemahaman materi kalor.					✓
19	Pemilihan kombinasi warna, jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai sehingga membuat teks mudah dan nyaman dibaca.				✓	
20	Interaktivitas dalam E-LKPD seperti tombol navigasi, hyperlink, dan soal interaktif berfungsi dengan baik dan memudahkan penggunaan.					✓

C. Komentas dan Saran Perbaikan

E-LKPD yang di buat cukup baik hanya saja ada sedikit yang perlu di perbaiki yaitu tata bahasa masih ada kata yang belum baku.

D. Kesimpulan

E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation dinyatakan *):

1. Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan resvisi sesuai dengan saran

*) Lingkari salah satu

Jember, 30/09/...2025

Ahli Praktisi,

(Andik Choirul Umam, S. Pd.)

Lampiran 9

HASIL PENILAIAN RESPONS PESERTA DIDIK SKALA KECIL

LEMBAR INSTRUMEN RESPON

SISWA SKALA KECIL

"Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung"

Nama : Dela Silfiana
Kelas : VIII A

I. Petunjuk Pengisian

Lembar instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung. Berilah tanda (✓) pada kolom yang anda anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada, sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

- 5 : Sangat Baik
4 : Baik
3 : Cukup
2 : Kurang
1 : Sangat Kurang

II. Instrumen Validasi

No.	Pernyataan tentang media yang dikembangkan	Skor				
		1	2	3	4	5
Penilaian Kualitas dan Keterbatasan Media						
1.	Tampilan E-LKPD menarik.					✓
2.	Kombinasi warna, jenis dan ukuran font (huruf) dalam E-LKPD dapat dibaca dengan jelas.					✓
3.	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis font (huruf).					✓
4.	Petunjuk dan alur penggunaan E-LKPD mudah dipahami dan diikuti				✓	
5.	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami					✓
6.	Soal-soal dalam E-LKPD jelas dan mudah dikerjakan					✓
7.	Simulasi PhET mudah untuk digunakan					✓
8.	Tombol-tombol dan link dalam E-LKPD mudah digunakan					✓
9.	E-LKPD mudah diakses dan digunakan.					✓
10.	E-LKPD membuat lebih semangat belajar secara mandiri					✓

Adaptasi dari:

Siti Nur Kholiza. "Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Pengolahan Kakao Pada Materi Biotenologi Kelas X SMP Negeri 4 Jember" Skripsi, Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember, 2025.

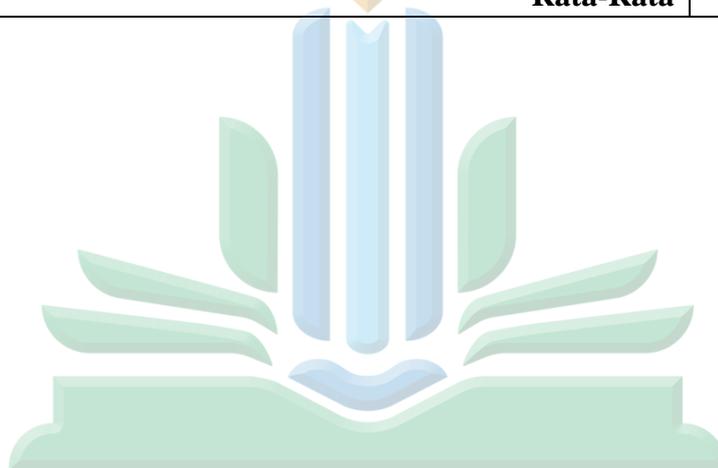
III. Kelebihan dan Kekurangan Media Pembelajaran

Kelebihan	Kekurangan
Memper memudahkan mengerjakan dan mencari lebih semangat untuk mengerjakan.	harus mempunyai akses internet
Mediannya sangat bagus dan menarik menyukai untuk mengerjakan soal.	

Lampiran 10

REKAPITULASI HASIL RESPONS PESERTA DIDIK SKALA KECIL

No	Nama	Nomer Soal										Jumlah	Presentase	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Dela Silfiana	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	48	96,00%	Sangat Menarik
2	Ghareza Fadil	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	46	92,00%	Sangat Menarik
3	Redho Rezaldy	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	47	94,00%	Sangat Menarik
4	Siti Nur Haliza	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	46	92,00%	Sangat Menarik
5	Shohibul Qiromi	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	47	94,00%	Sangat Menarik
6	Suci Handayani	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	45	90,00%	Sangat Menarik
Jumlah												558,00%	Sangat Menarik	
Rata-Rata												93,00%		



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Lampiran 10

HASIL PENILAIAN RESPONS PESERTA DIDIK SKALA BESAR

LEMBAR INSTRUMEN RESPON
SISWA SKALA BESAR

“Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis
PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung ”

Nama : dewi lestari
Kelas : 7a

I. Petunjuk Pengisian
Lembar instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung. Berilah tanda (✓) pada kolom yang anda anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada. sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

5 : Sangat Baik
4 : Baik
3 : Cukup
2 : Kurang
1 : Sangat Kurang

II. Instrumen Validasi

No.	Pernyataan tentang media yang dikembangkan	Skor				
		1	2	3	4	5
A. Penilaian Isi						
1.	E-LKPD membantu mempermudah anda memahami materi.					✓
2.	E-LKPD disajikan dengan tampilan menarik dan menyenangkan.					✓
3.	Aktivitas dalam E-LKPD membuat anda lebih tertarik belajar IPA.				✓	
4.	Pembelajaran menggunakan E-LKPD menjadi menyenangkan bagi anda.					✓
5.	Terdapat aktivitas interaktif yang membuat anda aktif belajar					✓
6.	Setiap kegiatan yang disajikan dalam E-LKPD dapat membantu anda memahami materi yang dianggap sulit.				✓	
7.	Simulasi PhET dalam E-LKPD membantu anda memahami konsep abstrak					✓
8.	Soal-soal dalam E-LKPD mendorong rasa ingin tahu					✓
9.	Kalimat dalam E-LKPD tidak membingungkan dan langsung pada inti materi.					✓
10.	E-LKPD memudahkan anda mengerjakan tugas tanpa harus banyak mencari referensi lain.					✓
B. Keterbatasan Media						
11.	Jenis dan ukuran teks dalam E-LKPD dapat dibaca dengan jelas.					✓
12.	Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD jelas dan mudah dipahami oleh anda.					✓
13.	Tampilan dan kombinasi warna yang digunakan dalam E-LKPD menarik dan nyaman dilihat					✓
14.	Fitur dan tombol interaktif dalam E-LKPD dapat berfungsi dengan baik.					✓
15.	E-LKPD dapat anda kerjakan secara mandiri tanpa bantuan guru					✓

Adaptasi dari:

Siti Nur Kholiza. "Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Pengolahan Kakao Pada Materi Biotenologi Kelas X SMP Negeri 4 Jember" Skripsi. Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember, 2025.

III. Kelebihan dan Kekurangan Media Pembelajaran

Kelebihan	Kekurangan
asik dan buat tidak bosan	karna butuh internet

IV. Komentar dan Saran Perbaikan

sudah sangat menarik, karna efektif dan aktual, sudah dengan internet jadi sangat bagus dan gampang dimengerti karna ada kuis + video



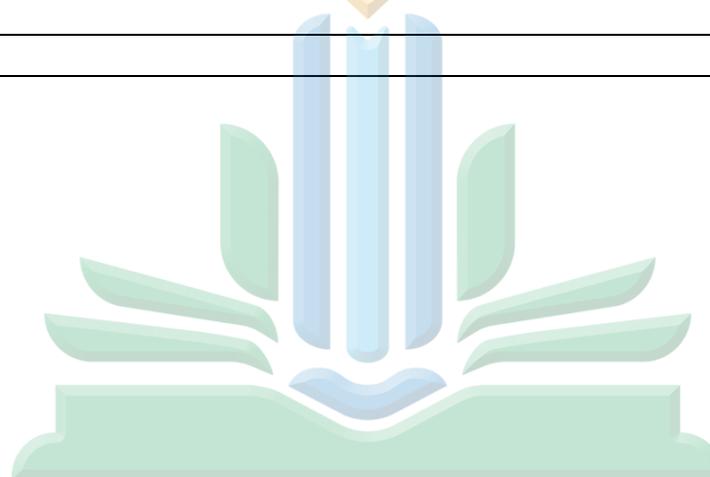
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Lampiran 11

REKAPITULASI HASIL RESPONS PESERTA DIDIK SKALA BESAR

No	Nama	Nomer Soal															Jumlah	Presentase	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	Abdullah kafa	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	72	96,00%	Sangat Menarik
2	Ahmad Farel	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	72	96,00%	Sangat Menarik
3	Ahmet Abas Baedawe	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	71	94,67%	Sangat Menarik
4	Aprilia Venti Nuraini	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
5	Arika Julianti	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
6	As'ad Habibullah	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	72	96,00%	Sangat Menarik
7	Devi Setyawati	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	70	93,33%	Sangat Menarik
8	Devkan Rama Pradiska	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	72	96,00%	Sangat Menarik
9	Diki Hairul Rozakin	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
10	Dwi Ana Febriani	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	74	98,67%	Sangat Menarik
11	Dwi Lestari	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	73	97,33%	Sangat Menarik
12	Ferdiyansyah Herlambang	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	71	94,67%	Sangat Menarik
13	Fito Putra Pratama	4	5	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	66	88,00%	Sangat Menarik
14	Galuh Putri Yandiani	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	74	98,67%	Sangat Menarik
15	M. Alfian Candra Putra	4	5	5	5	5	4	3	5	5	3	5	5	4	5	5	68	90,67%	Sangat Menarik
16	Marvel Cucu Saputra	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
17	Miguel Yonatan Lautang	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	72	96,00%	Sangat Menarik
18	Moch Putra Abiliansyah	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
19	Mohammad Firmansyah	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	69	92,00%	Sangat Menarik
20	Muhammad Hamim Jasuli	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	70	93,33%	Sangat Menarik
21	Muhammad Riyan	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	70	93,33%	Sangat Menarik
22	Muhamnad Abil Qirom	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	71	94,67%	Sangat Menarik
23	Nailafari Awwaliyah K.	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	72	96,00%	Sangat Menarik

No	Nama	Nomor Soal															Jumlah	Presentase	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
24	Nugi Andika Pratama	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	67	89,33%	Sangat Menarik
25	Salsabila	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	69	92,00%	Sangat Menarik
26	Siti Romla	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	69	92,00%	Sangat Menarik
27	Vinesya Margareta A	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	72	96,00%	Sangat Menarik
28	Wasiul Fahmi	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	69	92,00%	Sangat Menarik
																	Jumlah	2640,00%	Sangat Menarik
																	Rata-Rata	94,29%	



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Lampiran 12

MODUL AJAR
MODUL AJAR IPA
KURIKULUM MERDEKA

Informasi Umum

Hanifatul Hoiroh SMP Negeri 2 Ajung	Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)	Fase D Kelas VII / Ganjil	1 x pertemuan (2 x 40 menit)
Topik Kalor dan Perubahannya (Subtopik: Pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat)			
Kompetensi Awal	Peserta didik telah mengenal berbagai wujud zat dan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari sebagai dasar untuk memahami konsep kalor.		
Profil Pelajar Pancasila	Bernalar kritis, Mandiri, Kreatif, Bergotong royong dalam diskusi dan kerja kelompok		
Sarana dan Prasarana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation https://www.liveworksheets.com/w/id/ilmu-pengetahuan-alam-ipa-smp/8108666  ✓ PhET Simulation: <ul style="list-style-type: none"> • Energy Forms and Changes: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=in  • States of Matter: Basics: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html  ✓ Video pembelajaran ✓ Laptop/HP dan kuota internet ✓ Proyektor dan Sound 		

Target Peserta Didik	Peserta didik reguler (Kelas VII)
Model Pembelajaran	Problem Based Learning (PBL)
Catatan Tambahan	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Materi ini dirancang untuk 1 kali pertemuan (2 x 40 menit). Namun jika waktu tidak mencukupi, guru dapat membagi menjadi dua pertemuan: <ul style="list-style-type: none"> - Pertemuan 1: Pengaruh kalor terhadap suhu - Pertemuan 2: Pengaruh kalor terhadap perubahan wujud zat ✓ Penyesuaian ini bertujuan agar pembelajaran tetap berjalan optimal dan peserta didik dapat memahami materi secara menyeluruh.

Kompetensi Inti

Capaian Pembelajaran	Peserta didik mampu memahami pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan perubahan wujud zat, serta mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari sesuai dengan prinsip energi dan perubahannya pada Fase D.
Tujuan Pembelajaran	<p>Setelah mengikuti pembelajaran, peserta didik dapat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan perubahan wujud zat berdasarkan hasil pengamatan. 2. Menggunakan E-LKPD berbasis PhET Simulation untuk mengeksplorasi konsep perubahan wujud dan suhu. 3. Menyusun laporan hasil eksplorasi dan diskusi dalam kelompok. 4. Mengaitkan konsep kalor dengan kejadian sehari-hari yang melibatkan perubahan suhu dan wujud zat.
Pemahaman Bermakna	Peserta didik menyadari bahwa kalor dapat memengaruhi perubahan suhu dan wujud suatu zat, serta memahami bahwa peristiwa tersebut sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
Pertanyaan Pemantik	<p>Menanyakan beberapa pertanyaan terkait:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apa yang terjadi jika es batu dibiarkan di suhu ruang dalam waktu lama? ✓ Mengapa air yang dipanaskan bisa berubah menjadi uap? ✓ Apakah semua zat akan berubah wujud jika diberi kalor yang sama?
Persiapan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> ✓ E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation ✓ Laptop/HP dan kuota internet ✓ Proyektor dan Sound
Kegiatan Pembelajaran	

<p>Pertemuan 1 (2 x 40 menit)</p>	<p>Kegiatan Pembuka (10 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengucapkan salam, mengajak peserta didik berdoa, menanyakan kabar dan mengecek kehadiran peserta didik. 2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan, serta penilaian yang digunakan. 3. Guru menampilkan fenomena atau gambar peristiwa perubahan wujud zat, seperti es mencair atau air mendidih. 4. Guru mengajukan pertanyaan pemantik untuk membangun rasa ingin tahu: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mengapa es bisa mencair? ✓ Apakah semua zat akan berubah wujud jika dipanaskan? 5. Guru mengaitkan fenomena dengan topik yang akan dipelajari, dan membagi peserta didik dalam kelompok kecil.
	<p>Kegiatan Inti (60 menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengorientasi peserta didik pada masalah <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membimbing peserta didik mengamati permasalahan kontekstual dalam E-LKPD yang berkaitan dengan pengaruh kalor terhadap suhu dan perubahan wujud zat. 2. Peserta didik memahami konteks masalah dan tujuan pembelajaran hari ini. ➤ Mengorganisasi peserta didik untuk belajar <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik untuk membaca dan memahami petunjuk simulasi yang akan digunakan. 2. Peserta didik mengakses simulasi PhET “States of Matter: Basics” melalui tautan di E-LKPD. 3. Peserta didik mulai menjawab soal-soal eksploratif dalam LKPD secara berkelompok. ➤ Membimbing penyelidikan secara berkelompok <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan arahan dan menjawab pertanyaan saat siswa melakukan percobaan digital. 2. Peserta didik mencatat data perubahan suhu dan perubahan wujud zat pada E-LKPD. 3. Guru memantau aktivitas kelompok dan membantu jika diperlukan. ➤ Mengembangkan dan Menyajikan Hasil <ol style="list-style-type: none"> 1. Setiap kelompok menyusun simpulan dari pengamatan dan menjawab soal analisis dalam E-LKPD. 2. Kelompok menyajikan hasil diskusi dan temuan mereka. ➤ Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengajak peserta didik merefleksikan proses belajar dan menyimpulkan pengaruh kalor terhadap suhu dan wujud zat. 2. Peserta didik menjawab kembali pertanyaan awal dengan pemahaman baru. 3. Peserta didik melakukan evaluasi akhir atau penilaian akhir

	LKPD dengan mengerjakan asesmen sumatif: kuis interaktif dalam E-LKPD
	Kegiatan Penutup (10 menit) 1. Guru memberikan penguatan terhadap konsep-konsep utama yang telah dipelajari. 2. Peserta didik menyampaikan refleksi secara lisan mengenai hal yang mereka pelajari. 3. Guru memberikan umpan balik dan informasi kegiatan pembelajaran selanjutnya. 4. Guru menutup pembelajaran dengan membaca hamdalah bersama-sama, kemudian ditutup dengan salam.
Asesmen	✓ Asesmen Sumatif: Kuis Interaktif di dalam E-LKPD ✓ Asesmen Formatif: Unjuk kerja

Remidial dan Pengayaan

Remidi	Pengayaan
Peserta didik yang telah menyelesaikan soal LKPD dengan benar dan tuntas, peserta didik mengerjakan tes sumatif.	Peserta didik yang belum dapat menyelesaikan setiap soal dalam LKPD, maka dilakukan pemberian bimbingan secara individu atau kelompok bagi peserta didik yang belum paham, sehingga dibimbing mengulangi simulasi dan berdiskusi bersama guru.

Refleksi Peserta Didik dan Guru

1. Refleksi Peserta Didik

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah kamu sudah mengikuti proses pembelajaran dengan baik?		
2.	Apakah kamu sudah memahami materi kalor dan perubahannya yang didiskusikan hari ini?		
3.	Apakah kamu mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran?		
4.	Jika iya, pada bagian mana kamu mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran?		

2. Refleksi Guru

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah seluruh peserta didik mengikuti proses pembelajaran dengan baik?		
2.	Apakah peserta didik bisa memahami materi kalor dan perubahannya dalam pembelajaran hari ini?		
3.	Apakah peserta didik terlihat mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran?		

4.	Langkah apa yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses pembelajaran?		
----	---	--	--

Bahan Bacaan Guru dan Peserta Didik

No.	Bahan Bacaan Guru	Bahan Bacaan Peserta Didik
1.	Buku guru IPA Kelas VII Semester 1	Buku siswa IPA Kelas VII Semester 1
2.	Internet	E-LKPD
3.		Internet

Glosarium

Kalor: Energi panas yang berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah akibat perbedaan suhu.

Suhu: Ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda yang mencerminkan energi kinetik rata-rata partikel penyusunnya.

Zat: Segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas.

PhET: Singkatan dari *Physics Education Technology*, yaitu media simulasi interaktif berbasis web yang digunakan untuk mendukung pembelajaran sains secara visual dan eksperiensial.

Perubahan wujud zat: Proses perubahan bentuk fisik zat dari satu keadaan ke keadaan lain (padat, cair, gas) akibat perubahan energi kalor.

Pemuai: Perubahan volume suatu benda (zat) akibat kenaikan suhu yang menyebabkan partikel bergerak lebih cepat dan berjauhan.

Kalor jenis: Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1°C tanpa mengubah wujudnya.

Kalor laten: Kalor yang diserap atau dilepaskan oleh zat saat mengalami perubahan wujud tanpa perubahan suhu.

Energi: Kemampuan untuk melakukan usaha atau menyebabkan perubahan, termasuk dalam bentuk energi panas (kalor).

Termometer: Alat untuk mengukur suhu suatu benda atau lingkungan.

Kapasitas kalor: Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu seluruh massa suatu benda sebesar 1°C .

Titik leleh: Suhu tetap saat zat padat berubah menjadi cair.

Titik didih: Suhu tetap saat zat cair berubah menjadi gas.

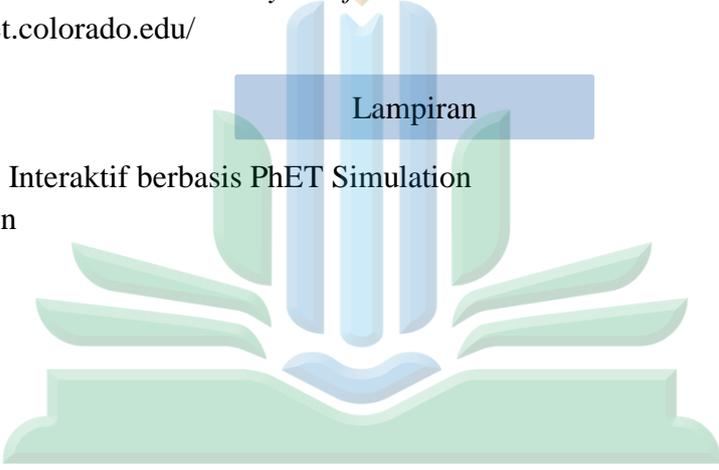
Titik beku: Suhu tetap saat zat cair berubah menjadi padat.

Daftar Pustaka

- Inabuy, V., dkk. (2023). *Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi untuk SMP/MTs Kelas VII*. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Kemdikbud. (2022). *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas VII - Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Pusat Perbukuan Kemdikbudristek.
- Kemdikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran IPA Fase D Kurikulum Merdeka*. Diakses dari <https://kurikulum.kemdikbud.go.id>
- Mahardika, I. K., dkk. (2023). "Anatomi Suhu dan Kalor dalam Teori Koefisien Muai pada Logam." *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 1(4), 796–801. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>
- PhET Interactive Simulations. (2023). *Energy Forms and Changes dan States of Matter: Basics*. University of Colorado Boulder. Diakses dari <https://phet.colorado.edu/>

Lampiran

1. E-LKPD Interaktif berbasis PhET Simulation
2. Assesmen

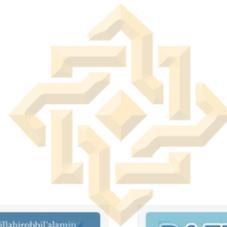


UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

LAMPIRAN E-LKPD

Link Akses: <https://www.liveworksheets.com/w/id/ilmu-pengetahuan-alam-ipa-smp/8108666>

Barcode



E-LKPD
 Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis PHET Simulasi
MATERI
KALOR & PERUBAHANNYA

SMP/MTS KELAS VII

Dijusun oleh:
Hanifah Hairoh
 Dosen Pembimbing:
Laila Khusnah M. Dd

Kelas : _____
 Anggota Kel. : _____

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil alamin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga media ajar Ilmu Pengetahuan Alam berupa elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPD) yang berjudul "KALOR terhadap perubahan suhu & wujud zat" dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan pembuatan media ajar elektronik ini adalah untuk memfasilitasi atau membimbing kegiatan pembelajaran peserta didik terutama pada materi kalor, sehingga nantinya dapat mempermudah proses pembelajaran.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan media ajar ini tentunya memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk proses perbaikan pengembangan media ajar kedepannya sehingga layak dan dapat memberikan manfaat bagi peserta didik maupun pendidik yang terlibat langsung dalam pembelajaran. Semoga E-LKPD ini dapat digunakan dengan sebaik-baiknya.

Jember, 18 Maret 2025
 Penulis

DAFTAR ISI

COVER	1
IDENTITAS PENGGUNA	1
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD	4
CP, TP, PROFIL PELAJAR PANCASILA	5
PETA KONSEP	6
KEGIATAN 1	7
KEGIATAN 2	11
DAFTAR PUSTAKA	17
BIOGRAFI PENULIS	17

PETUNJUK PENGGUNAAN

- Buatlah setiap bagian E-LKPD dengan seksama.
- Pahami tujuan pembelajaran yang tertera dalam E-LKPD.
- Buatlah setiap langkah yang tertera di dalam E-LKPD.
- Diskusikan dengan masing-masing kelompok untuk mengerjakan tugas dalam E-LKPD.
- Lakukan kegiatan pengamatan atau praktikum yang disediakan dalam E-LKPD.
- Simpulkan hasil percobaan berdasarkan data yang diperoleh.
- Agar lebih mengoptimalkan kualitas terhadap pengamatan yang dilakukan, tanyakan kepada guru dan minimalis bertanya.

CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP)

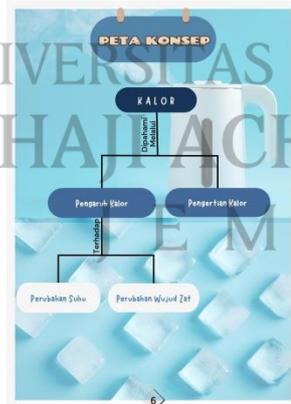
Peserta didik mampu melakukan pengukuran terhadap aspek fisis yang mereka temui dan memanfaatkan ragam gerak dan gaya (force) memahami hubungan konsep usaha dan energi mengaitkan energi yang diakibatkan oleh energi kalor yang diberikan, sekaligus dapat membedakan isolator dan konduktor kalor.

PROFIL PELAJAR PANCASILA

- Beriman & Mandiri
- Bernalar Kritis & Kreatif
- Gotong Royong

TUJUAN PEMBELAJARAN (TP)

- Mengetahui pengertian kalor melalui video pembelajaran.
- Mengidentifikasi konsep kalor dan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat melalui diskusi berbasis masalah.
- Melakukan percobaan terkait kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat menggunakan PHET Simulation.
- Peserta didik dapat menganalisis data hasil percobaan dan mengahubungkannya dengan fenomena kalor dalam kehidupan sehari-hari.
- Peserta didik mampu menyusun kesimpulan berdasarkan hasil percobaan dan menyajikannya dalam bentuk laporan serta diskusi kelompok.



KEGIATAN 1

Perhadap Perubahan Suhu Benda

1. Perhatikan gambar 1, perhatikan kaldu membentol. Apa maksud di dapat bantuan mengaduk masakan dengan menggunakan sendok kayu? Apakah kaldu panas banyak atau memperlambat memasak? Apakah kaldu panas? dan mengapa sendok logam lebih cepat panas dibandingkan sendok kayu saat dimasukkan ke dalam masakan panas atau mendidih? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Mengapa bahan termisolasi lebih cepat panas dari pada bahan konduktor? Amatilah gambar 2 antara air dan minyak masak yang lebih cepat panas? Agar dapat memahaminya lebih dalam, apa kira-pengaruh lebih lanjut terkait peristiwa masalah tersebut. Kalian dapat menggali informasi dari video dan link dibawah ini.

VIDEO PEMBELAJARAN

KALOR

1. Berdasarkan permasalahan permasalahan pada bagian tersebut masalah, buatlah laporan berdasarkan materi masalah yang kaldu termis. Cat, lakukan laporan pada kolom di bawah ini.

Jawab:

2. Berdasarkan permasalahan diatas, apa apakah faktor yang mempengaruhi berapanya kalor terhadap perubahan suhu suatu benda?

Jawab:

DAFTAR ISI (DEKORATIF) (HUKUM/REVISI)

Ayo kita lakukan! Ikuti setiap langkah kerja dengan cermat dan teliti!

Alat: Komputer atau laptop atau hp
 2. Alat tulis.

Bahan: Gelas bening, Termometer, Termometer, Termometer.

(Tersebut di dalam PHET Simulation)

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 1: Pengaruh Kalor Pada Perubahan Suhu

Simulasi Energy Forms and Changes (PHE) Simulasi:

- Buka PHE Simulasi "State of Matter and Change" berikut: [CLICK HERE](#)
- Pilih menu "Simulasi" dengan cara klik dua kali dari tabul simulasi di bagian atas.
- Lakukan pengamatan pada air mendidih dengan klik satu kali pada gambar segitiga hitam dan pilih satuan (°C).
- Atur suhu awal sampai 10°C dengan menggeser simbol berwarna biru pada posisi "Taru".
- Amati perubahan yang terjadi dan suhu 10°C - 100°C sesuai yang tertera pada tabul pengamatan!
- Catilah hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan!

FASE 2: MENGENALILAH PERUBAHAN MAELAL

TABEL PENGAMATAN PADA AIR (H2O)

No	Suhu (suhu)	Fase Zat (Padat, Cair, Gas)	Gejala Perilaku (Arak, Serakan, Suhu, Suhu)	Perubahan Fasa (Uraik Arah)
1.	-10	Padat	Partikel beraturan padat, gerak terbatas, jarak antar partikel sangat rapat.	Tidak ada
2.	0			
3.	10			
4.	50			
5.	100			

Apa yang perlu didiskusikan?

- Berdasarkan hasil percobaan, manakah yang suhunya lebih cepat meningkat antara besi dan batu bara? Mengapa? Apa yang dapat menyimpulkan?
- Apakah yang mempengaruhi adanya perubahan besaran suhu yang lebih cepat meningkat diantara kedua perubahan tersebut?
- Bagaimana konsep ini diterapkan dalam kehidupan sehari-hari? Berikan contoh lain yang anda ketahui!

Terhadap Perubahan Wujud Zat

KEGIATAN 2

MATERI

Kalor adalah energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah. Energi ini dapat berpindah melalui tiga cara: konduksi, konveksi, dan radiasi.

FASE 2: ORIENTASI TERHADAP MASALAH

Perhatikan gambar 4 pemilih kalem masak air hingga mendidih dan mengukannya. Apa saja perubahan yang terjadi pada air yang mendidih? Bagaimana konsep ini diterapkan dalam kehidupan sehari-hari? Berikan contoh lain yang anda ketahui!

VIDEO PEMBELAJARAN

PENGARUH KALOR TERHADAP PERUBAHAN SUATU KALAS PERMUKAAN

FASE 2: MENORGANISASIKAN PESEKTA BERSIK

- Berdasarkan permasalahan pada bagian orientasi masalah, buatlah hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang kalian temui. Apa, tuliskan hipotesis pada kolom di bawah ini!
Jawaban:
- Berdasarkan permasalahan diatas, apa saja macam-macam perubahan wujud zat saat terjadinya proses perpendahan kalar?
Jawaban:

FASE 3: MEMBINGKANG PENYELESAIAN

Ayo kita lakukan! ikuti setiap langkah kerja dengan cermat dan teliti!

- Komputer atau laptop atau hp
- Aktif tuntas

(Terselesaikan dalam PHE Simulasi)

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Kegiatan 2: Pengaruh Kalor Pada Perubahan Suhu

Simulasi Energy Forms and Changes (PHE) Simulasi:

- Buka PHE Simulasi "State of Matter Basic" berikut: [CLICK HERE](#)
- Pilih menu "Simulasi" dengan cara klik satu kali.
- Lakukan pengamatan pada air mendidih dengan klik satu kali.
- Pilih bagian "Taru" dan klik satu kali.
- Ubah pengamatan suhu menjadi (°C) dengan cara klik gambar segitiga hitam dan pilih satuan (°C).
- Atur suhu awal sampai 10°C dengan menggeser simbol berwarna biru pada posisi "Taru".
- Amati perubahan yang terjadi dan suhu 10°C - 100°C sesuai yang tertera pada tabul pengamatan!
- Catilah hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan!

FASE 4: MENGENALILAH PERUBAHAN MAELAL

TABEL PENGAMATAN PADA AIR (H2O)

No	Suhu (suhu)	Fase Zat (Padat, Cair, Gas)	Gejala Perilaku (Arak, Serakan, Suhu, Suhu)	Perubahan Fasa (Uraik Arah)
1.	-10	Padat	Partikel beraturan padat, gerak terbatas, jarak antar partikel sangat rapat.	Tidak ada
2.	0			
3.	10			
4.	50			
5.	100			

Apa yang perlu didiskusikan?

- Bagaimana fase air saat suhunya meningkat dari 10°C hingga 100°C sesuai hasil pengamatan? cantumkan setiap perubahan peristiwanya disertai suhu!
- Apakah suhu diturunkan dari suhu 100°C hingga 10°C apakah air akan berubah wujud? Jelaskan perubahan fase apa yang terjadi!
- Mengapa dalam percobaan ini volume air tetap sama meskipun mengalami perubahan fase?

FASE 3: MENGEVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan percobaan dan hasil diskusi, buatlah kesimpulan pengaruh kalor terhadap perubahan suhu dan wujud zat! rekan jawaban kalian!

Ayo mengerjakan kuis!!!

[CLICK HERE](#) [CLICK HERE](#)

DAFTAR PUSTAKA

Inshory, V. dkk. (2023). Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi untuk SMP/MTs Kelas VII. Jakarta: Pusat Perbukuan.

Kemendikbud (2022). Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs kelas VII - Kurikulum Merdeka. Jakarta: Pusat Perbukuan Kemdikbudristek.

Kemendikbudristek. (2022). Capaian Pembelajaran IPA Fase D Kurikulum Merdeka. Diakses dari <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/>

Stahelika, I. K. dkk. (2022). "Anatomi Suhu dan Kalor dalam Teori Keefektifan Belajar pada Layanan "Konsultasi Journal of Multidisciplinary Science, 1(1), 794-801. <https://jurnal.iaikham.id/index.php/jms>

PHE Energy Forms and Changes dan States of Matter. Basic. University of Colorado Boulder. Diakses dari <https://phet.colorado.edu/>

BIOGRAFI PENULIS

Handafatul Hainah lahir di Bondowoso, 27 November 2001. Pendidik TK ditengah di TK Charma Wanita Pakem Bondowoso. Jenjang pendidikan SD/MI di SDN 1 Pakem Bondowoso. Jenjang SLTP ditengah di STN Negeri 2 Bondowoso. Jenjang SLTA ditengah di SMA Alpa Bondowoso.

Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Universitas Islam Negeri KH. Achmad Siddiq Jember Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis merupakan mahasiswa aktif di Universitas Islam Negeri KH. Achmad Siddiq Jember Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis mengembangkan suatu perangkat atau media pembelajaran yaitu elektronik lembar kerja peserta didik (E-LKPPD) IPA Berbasis PHE Simulasi ini dari E-LKPPD ini yaitu memuat terkait materi kalor pengubahnya terhadap perubahan suhu dan wujud zat. Sebagaimana nantinya peserta didik akan melakukan praktikum virtual menggunakan PHE Simulasi melalui E-LKPPD yang telah dibuat. Sehingga E-LKPPD ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam proses belajarnya.

LAMPIRAN ASESMEN

A. Asesmen Formatif

1) Diskusi

Petunjuk

Lembar ini diisi oleh guru pada saat Diskusi Kelompok. Lembar ini mencatat keefektifan peserta diskusi dalam 3 (tiga) kode nilai akhir, yaitu: A (Baik), B (Cukup), dan C (Kurang). Pada kolom Aspek Penilaian yang terdiri dari sikap, pendapat dan bahasa, tuliskan skor angka 1- 10. Pada kolom penilaian, tuliskan Rata-rata Skor angka dan konversi Kode Nilainya.

No.	Nama	Aspek Penilaian			Penilaian	
		Sikap	Pendapat	Bahasa	Rata-rata Skor Angka	Kode Nilai
1.						
2.						
3.						
4.						

Keterangan:

1. Sikap: Kesopanan, kerjasama, semangat, toleransi meluruskan penyimpangan, dan menunjukkan sikap terpuji.
2. Pendapat: Rasional, teliti, jelas, relevan, sistematis dan keaktifan pendapat
3. Bahasa: Jelas, teliti, tepat, menarik, dan wajar.

Peserta didik memperoleh nilai:

Skor	Keterangan
3,66 – 4,00	SB (Sangat Baik)
2,66 – 3,33	B (Baik)
1,66 – 2,33	C (Cukup)
< 1,33	K (Kurang)

Rubrik Penilaian

Aspek	1	2	3	4
Sikap	Jika peserta didik tidak baik dalam bersikap, bertutur kata, tidak ikut serta dalam diskusi kelompok dan	Jika peserta didik bertutur kata dengan baik, tapi tidak ikut serta dalam diskusi kelompok dan bercanda	Jika peserta didik bertutur kata dengan baik, ikut dalam diskusi kelompok akan tetapi masih bercanda dengan	Jika peserta didik bertutur kata dengan baik, aktif dalam diskusi kelompok dan tidak bercanda dengan teman

	suka bercanda	sendiri	teman kelompok lain.	
Pendapat	Jika peserta didik sedikit berpendapat dan asal.	Jika peserta didik berpendapat dan kurang tepat	Jika peserta didik berpendapat dan tepat	Jika peserta didik berpendapat dan sangat tepat
Bahasa	Jika bahasa yang digunakan peserta didik belum sesuai	Jika bahasa yang digunakan oleh peserta didik kurang sesuai	Jika bahasa yang digunakan peserta didik baik dan sesuai	Jika bahasa yang digunakan peserta didik sangat baik dan sangat sesuai

2) Unjuk Kerja

No.	Nama Siswa	Penyajian Data		Keterampilan Prestasi		Skor Total
		1	2	1	2	

Rubrik Penilaian

Aspek	Indikator Penilaian	Skor
Penyajian Data	1. Data disajikan dengan lengkap 2. Informasi yang disajikan dapat dibaca dengan jelas	Menunjukkan satu indikator = 1
Keterampilan Prestasi	1. Menyampaikan informasi dengan jelas. 2. Informasi yang disampaikan dapat tersampaikan dengan baik	Menunjukkan satu indikator = 1
Total		$\frac{\text{Nilai diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 = \text{skor akhir}$

B. Asesmen Sumatif

No.	Indikator Soal	Soal	Kunci Jawaban	Bentuk Soal	Skor

***Noted : Soal sumatif ada di dalam E-LKPD bagian kuis interaktif**

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus

$$\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 = \text{Skor akhir}$$

Kriteria Nilai:

$A = 90 - 100 =$ sangat baik

$B = 80 - 89 =$ baik

$C = 70 - 79 =$ cukup

$D = < 70 =$ kurang

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Lampiran 13

SURAT BIMBINGAN SKRIPSI



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBİYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jl. Mataram No. 01 Mangli. Telp.(0331) 428104 Fax. (0331) 427005 Kode Pos: 68136
 Website: [www.http://ftik.uinkhas-jember.ac.id](http://ftik.uinkhas-jember.ac.id) Email: tarbiyah.iainjember@gmail.com

Nomor : B-3753/In.20/3.a/PP.009/10/2024

Sifat : Biasa

Perihal : **Ujian Seminar Proposal**

Yth. Laila Khusnah. M.Pd

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN KHAS Jember

Mengharap kehadiran Laila Khusnah. M.Pd Pembimbing Skripsi dalam pertemuan yang akan diselenggarakan pada:

Hari, Tanggal : Senin, 21 Oktober 2024

Jam : 08:00 WIB - Selesai

Tempat : Ruang Microteaching 6 Lantai 3

Acara : Seminar Proposal Penelitian

Nama : HANIFATUL HOIROH

NIM : 202101100030

Program Studi : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja

Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif

Barbasis PhET Simulation Materi Kalor

SMP Negeri 2 Ajung

Demikian atas kesediaan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 Jember, 22 Oktober 2024

Dekan,

KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
 JEMBER



Wakil Dekan Bidang Akademik,

[Handwritten Signature]

KHOTIBUL UMAM

Lampiran 14

SURAT IZIN PENELITIAN



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jl. Mataram No. 01 Mangli. Telp.(0331) 428104 Fax. (0331) 427005 Kode Pos: 68136
Website: [www.http://ftik.uinkhas-jember.ac.id](http://ftik.uinkhas-jember.ac.id) Email: tarbiyah.iainjember@gmail.com

Nomor : B-11684/In.20/3.a/PP.009/04/2025

Sifat : Biasa

Perihal : **Permohonan Ijin Penelitian**

Yth. Kepala SMP Negeri 2 Ajung

Nusa Indah No. 100, Mangaran Ajung, Jember, Jawa Timur

Dalam rangka menyelesaikan tugas Skripsi pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, maka mohon diijinkan mahasiswa berikut :

NIM : 202101100030

Nama : HANIFATUL HOIROH

Semester : Semester sepuluh

Program Studi : TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM

untuk mengadakan Penelitian/Riset mengenai "PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK

(E-LKPD) INTERAKTIF BERBASIS PHET SIMULATION

MATERI KALOR SMP NEGERI 2 AJUNG

" selama -2 (minus dua) hari di lingkungan lembaga wewenang Bapak/Ibu Ahmad Samanan, S. Pd., M. KPd

Demikian atas perkenan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Jember, 29 April 2025

at Dekan,

Wakil Dekan Bidang Akademik,



KHOTIBUL UMAM

Lampiran 15

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN
PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
SMP NEGERI 2 AJUNG

 Jln. Nusa Indah No. 100 Mangaran, Ajung, Jember, Jawa Timur 68175
 e-mail : smpnegeri2ajung@gmail.com
**SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN**

NOMOR: 400.3.5.3/083/35.09.310.01.20549893/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AHMAD SAMANAN, S.Pd., M.KPd.
 NIP : 19680425 200501 1 007
 Pangkat/Gol. : Pembina / IV.a
 Jabatan : Kepala UPTD Satuan Pendidikan SMPN 2 Ajung

Menerangkan bahwa :

Nama : Hanifatul Hoiroh
 N I M : 202101100030
 Program Studi : Tardis Ilmu Pengetahuan Alam
 Perguruan Tinggi : UIN KHAS JEMBER

Telah melaksanakan penelitian di SMPN 2 Ajung dengan Judul Penelitian
 "PENGEMBANGAN ELEKTRONIK LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (E-LKPD)
 INTERAKTIF BERBASIS *PHET SIMULATION* MATERI KALOR SMP NEGERI 2
 AJUNG" mulai tanggal 29 April s.d. 02 Mei Dan yang bersangkutan telah
 menyerahkan *softcopy* hasil penelitian, dan bersedia akan menyerahkan
hardcopy (bendel hasil penelitian) kepada SMPN 2 Ajung

Demikian Surat ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

 Tanggal, 16 Mei 2025
 Kepala Sekolah

 AHMAD SAMANAN, S.Pd., M.KPd.
 NIP. 19680425-200501 1 007

*Lampiran 16***SURAT PERMOHONAN MENJADI VALIDATOR****A. VALIDATOR AHLI MATERI**

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBİYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jl. Mataram No. 01 Mangli. Telp.(0331) 428104 Fax. (0331) 427005 Kode Pos: 68136
 Website: [www.http://ftik.uinkhas-jember.ac.id](http://ftik.uinkhas-jember.ac.id) Email: tarbiyah.iainjember@gmail.com

Nomor : B-3185/In.20/3.a/PP.009/04/2025

Sifat : Biasa

Perihal : **Permohonan Menjadi Validator**

Yth. Drs. Joko Suroso, M.Pd.

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Jember

Bahwa dalam rangka menyelesaikan program S1 pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan mahasiswa dipersyaratkan untuk menyusun skripsi sebagai tugas akhir. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon kepada Saudara Drs. Joko Suroso, M.Pd. untuk menjadi Validator Ahli Media, mahasiswa atas nama :

NIM : 202101100030
 Nama : HANIFATUL HOIROH
 Semester : Semester dua belas
 Program Studi : TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
 Judul Skripsi : Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung

Demikian atas kesediaan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Jember, 17 April 2025

an. Dekan,

Wakil Dekan Bidang Akademik,



KHOTIBUL UMAM

B. VALIDATOR AHLI MEDIA



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jl. Mataram No. 01 Mangli. Telp.(0331) 428104 Fax. (0331) 427005 Kode Pos: 68136
Website:www.http://ftik.uinkhas-jember.ac.id Email: tarbiyah.iainjember@gmail.com

Nomor : B-3186/In.20/3.a/PP.009/04/2025

Sifat : Biasa

Perihal : **Permohonan Menjadi Validator**

Yth. Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si.

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Jember

Bahwa dalam rangka menyelesaikan program S1 pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan mahasiswa dipersyaratkan untuk menyusun skripsi sebagai tugas akhir. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon kepada Saudara Laily Yunita Susanti, S. Pd., M. Si. untuk menjadi Validator Ahli Media, mahasiswa atas nama :

NIM	: 202101100030
Nama	: HANIFATUL HOIROH
Semester	: Semester dua belas
Program Studi	: TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
Judul Skripsi	: Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis PhET Simulation Materi Kalor SMP Negeri 2 Ajung

Demikian atas kesediaan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Jember, 17 April 2025

an. Dekan,

Makil Dekan Bidang Akademik,

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER



MOTILUL UMAM

*Lampiran 18***DOKUMENTASI UJI RESPONS SKALA KECIL**

Uji coba produk E-LKPD Skala Kecil



Pengisian angket respons peserta didik

Lampiran 19

DOKUMENTASI UJI RESPONS SKALA BESAR



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Uji coba produk E-LKPD Skala Besar



Pengisian Angket Respons Peserta Didik

Lampiran 20

RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama : Hanifatul Hoiroh
NIM : 202101100030
Tempat, Tanggal Lahir : Bondowoso, 27 November 2001
Alamat Rumah : Desa Pakem Krajan RT 02/RW 01, Kecamatan Pakem, Kabupaten Bondowoso
No. HP : 085852612643
Jurusan : Pendidikan Sains
Program Studi : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Email : hanifatulhoiroh01@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
TK	TK Dharma Wanita Pakem	2006-2008
SD	SDN 1 Pakem	2008-2014
SMP	MTsN 2 Bondowoso	2014-2017
SMA	MA Atqia Bondowoso	2017-2020
S1	UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember	2020-2025