

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) DENGAN APLIKASI *LIVWORKTSHEET* PADA MATERI SISTEM IMUNITAS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS SISWA SMA

Nayla¹, Syarifah Widya Ulfa²
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}
nayla@uinsu.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan tujuan mengembangkan produk pembelajaran E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi platform *Liveworksheet* pada materi sistem imunitas, sebagai upaya untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan mengadaptasi model ADDIE. Model tersebut terdiri atas lima tahap utama, yaitu analisis, desain, pengembangan, penerapan, dan evaluasi, yang dilaksanakan secara sistematis untuk menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Instrumen yang digunakan terdiri atas lembar validasi ahli, angket respons guru dan siswa, serta tes kemampuan pemecahan masalah melalui pretest dan posttest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk E-LKPD yang dihasilkan tergolong sangat valid dengan skor validasi sebesar 91%, memiliki tingkat kepraktisan sangat tinggi dengan perolehan skor 90% dari guru dan 94% dari siswa, serta menunjukkan efektivitas tinggi dengan nilai N-Gain sebesar 0,76. Simpulan, E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan melalui *Liveworksheet* layak digunakan sebagai media pembelajaran biologi pada materi sistem imunitas karena terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, E-LKPD, *Liveworksheet*, PBL, Sistem Imunitas

ABSTRACT

The research was conducted with the aim of developing an E-LKPD learning product based on Problem Based Learning (PBL) integrated with the Liveworksheet platform on the immune system material, as an effort to develop students' critical thinking skills, this research used the Research and Development (R&D) method by adapting the ADDIE model. The model consists of five main stages, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation, which are carried out systematically to produce valid, practical, and effective learning products. The instruments used consisted of expert validation sheets, teacher and student response questionnaires, and problem-solving ability tests through pretest and posttest. The results of the study showed that the resulting E-

LKPD product was classified as very valid with a validation score of 91%, had a very high level of practicality with a score of 90% from teachers and 94% from students, and showed high effectiveness with an N-Gain value of 0.76. In conclusion, E-LKPD based on Problem Based Learning (PBL) developed through Liveworksheet is suitable for use as a biology learning medium for the immune system material because it has been proven to be valid, practical, and effective in improving students' critical thinking skills.

Keywords: *Critical Thinking, E-LKPD, Liveworksheet, PBL, Immune System*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menekankan peserta didik dalam menguasai berbagai kemampuan yang selaras dengan tuntutan dan tantangan masa depan. Karena itu, inovasi dalam proses pengajaran menjadi aspek yang sangat krusial, baik dalam pengembangan bahan ajar, pemilihan strategi penyampaian materi, maupun perancangan aktivitas belajar yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran serta karakteristik siswa (Mamudah et al., 2024; Hurrahma & Sylvia, 2022). Pembelajaran yang kreatif dan aktif diyakini mampu mendorong lahirnya kemampuan berpikir kritis (Rahmawati et al., 2022).

Kemampuan berpikir kritis sendiri merupakan keterampilan esensial dalam menilai ide, mengambil keputusan, dan memecahkan masalah (Yuzan & Jahro, 2022). Namun, hasil PISA 2018 menggambarkan kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih tergolong rendah (Pabri et al., 2022). Salah satu penyebabnya adalah kecenderungan siswa lebih fokus pada hafalan rumus dibanding memahami konsep yang mendasarinya (Sugandi et al., 2024). Padahal, di tengah pesatnya perkembangan teknologi, kemampuan berpikir kritis sangat dibutuhkan agar siswa mampu menganalisis informasi, memecahkan persoalan secara logis, dan mengambil keputusan yang tepat (Basri et al., 2024).

Salah satu produk pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan tersebut adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Seiring perkembangan teknologi, LKPD hadir dalam bentuk digital atau E-LKPD yang lebih interaktif yang dalamnya dapat meliputi gambar, video, hingga animasi (Christina & Kristin, 2024). E-LKPD terbukti membantu siswa memahami konsep sekaligus membuat proses belajar lebih menarik (Nirwana & Andriani, 2024). Agar lebih optimal, media ini dapat dipadukan dengan model *Problem Based Learning* (PBL), sebuah pendekatan dengan fokus terhadap pemecahan masalah nyata sehingga mendorong siswa berpikir kritis, analitis, dan kreatif (Wijaya et al., 2022; Nurrohma & Adistana, 2021; Sinaga, 2024).

Dukungan teknologi pembelajaran juga hadir melalui platform *Liveworksheet s* yang mampu mengubah LKPD konvensional menjadi format digital interaktif dengan fitur suara, gambar, dan video (Putri & Raharjo, 2024; Amelia et al., 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan E-LKPD berbasis

Liveworksheet s yang valid, praktis, dan efektif dapat melatih keterampilan berpikir kritis (Utami et al., 2022; Colid et al., 2024; Basri et al., 2024). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada mata pelajaran fisika dan kimia, serta belum banyak diterapkan pada pembelajaran biologi, khususnya pada materi sistem imun. Selain itu, belum ditemukan penelitian yang mengintegrasikan model PBL dengan E-LKPD berbasis *Liveworksheets* secara spesifik dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada konteks materi sistem imun.

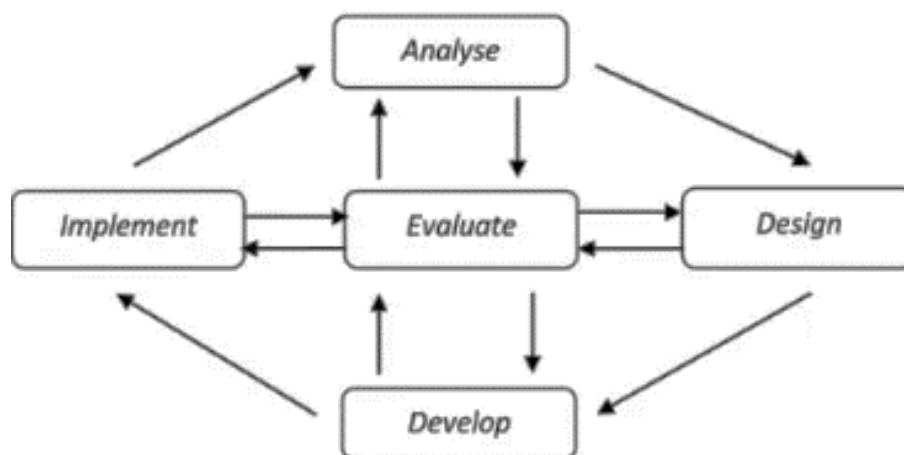
Materi sistem imun sendiri sangat penting karena berkaitan dengan mekanisme pertahanan tubuh terhadap serangan antigen, bakteri, maupun virus (Jayanti et al., 2017; Nurianti et al., 2024; Ilyas et al., 2024). Akan tetapi, data wawancara dengan guru biologi di MAN 3 Medan mengungkapkan bahwa proses pengajaran sistem imun lebih condong menggunakan metode konvensional, yang meliputi ceramah dan presentasi makalah, sehingga siswa cenderung pasif dan kemampuan berpikir kritis mereka kurang berkembang. Guru juga belum memanfaatkan LKPD, E-LKPD, maupun model PBL sebagai sarana pembelajaran.

Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara *das sollen* (apa yang seharusnya)—pembelajaran abad 21 yang idealnya interaktif, kreatif, dan berorientasi pada keterampilan berpikir kritis dengan *das sein* (apa yang sebenarnya terjadi), dimana pembelajaran di kelas yang masih dominan bersifat konvensional dan pasif. Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan pengembangan produk E-LKPD yang terpadu dengan *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan aplikasi *Liveworksheets* pada materi sistem imun. Pengembangan produk ini diharapkan mampu menghasilkan media yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, serta dapat menjadi alternatif inovatif bagi guru biologi dalam melaksanakan pembelajaran yang lebih menarik dan bermakna.

Selain itu, temuan penelitian diharapkan mampu memberikan manfaat secara praktis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, sekaligus memberikan sumbangan teoretis terhadap pengembangan kajian mengenai penerapan integrasi *Problem Based Learning* (PBL) dan teknologi digital dalam pengajaran biologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di MAN 3 Medan dengan melibatkan 30 siswa kelas XI sebagai subjek penelitian. Metode yang digunakan merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D) yang mengadaptasi model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan utama, yakni analisis, perancangan, pengembangan, penerapan, dan evaluasi. Deskripsi singkat mengenai setiap tahap pengembangan dapat dilihat pada sekema berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian dan Pengembangan Model ADDIE

Tahap Analisis

Analisis, dimulai dengan menganalisis permasalahan, yaitu dengan mengadakan wawancara bersama guru mata pelajaran Biologi di MAN 3 Medan. Dalam wawancara tersebut sudah mencakup informasi penting seperti, sumber belajar, media yang sudah digunakan, kurikulum yang digunakan, dan sub materi apa yang sulit. Analisis kebutuhan peserta didik dan guru, pada tahap ini dipergunakan angket yang diberikan untuk peserta didik kelas XI MIPA, dan guru biologi MAN 3 Medan. Dimana angket tersebut terdiri dari 10 soal untuk siswa dan 13 soal untuk guru mata pelajaran biologi. Hasil angket menunjukkan bahwa mereka belum pernah sama sekali menggunakan LKPD dalam proses pembelajaran ini.

Tahap Desain

Tahap desain, peneliti menyusun rencana pengembangan E-LKPD yang mencakup penyusunan cover, kata pengantar, materi, gambar, dan langkah-langkah pembelajaran interaktif, yang diharapkan dapat menarik minat siswa dan mendorong partisipasi aktif dalam diskusi.

Tahap Pengembangan

Pengembangan produk diawali dengan membuat media Sprodruk berdasarkan desain yang telah disusun dengan menggunakan canva untuk membuat LKPD nya. Lalu isi LKPD dikembangkan sesuai dengan materi imunitas dan mengacu pada kurikulum yang berlaku. Setelah isi selesai, LKPD dikonversi menjadi bentuk digital menggunakan aplikasi *Liveworksheet* hingga menjadi E-LKPD. Fitur interaktif yang meliputi soal berpiliihan, isian singkat, dan menjodohkan pasangan jawaban digunakan dalam meningkatkan keaktifan dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Setelah produk E-LKPD selesai dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli materi, ahli media, serta guru mata pelajaran untuk menilai kelayakannya. Peneliti kemudian menindaklanjuti masukan dan saran dari para ahli tersebut sebagai dasar revisi dan penyempurnaan produk.

Setelah melalui tahap perbaikan, E-LKPD yang telah direvisi dinyatakan siap untuk diuji coba secara terbatas.

Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi, E-LKPD berbasis *Liveworksheet* diterapkan kepada siswa kelas XI di MAN 3 Medan. Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data terkait tingkat kelayakan produk serta pengaruhnya terhadap kemampuan berpikir kritis siswa selama proses pembelajaran berlangsung. E-LKPD digunakan guru dalam proses belajar, sedangkan siswa mengakses dan mengerjakannya melalui perangkat masing-masing. Pada tahap ini, peneliti mengamati aktivitas siswa, mencatat respon mereka, serta mengevaluasi bagaimana E-LKPD digunakan dan diterima oleh siswa dan guru. Peneliti dalam hal ini juga memberikan angket kepada siswa dan guru untuk mengetahui kemudahan penggunaan, tampilan media, dan seberapa besar E-LKPD tersebut membantu pembelajaran dan berpikir kritis.

Tahap Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk menilai hasil implementasi dan memperbaiki kelemahan produk, sehingga E-LKPD yang dikembangkan dapat dipakai secara lebih baik dalam konteks pembelajaran biologi, dengan fokus materi sistem imun.

Teknik Pengumpulan Data

Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bagian. Pertama, dilakukan analisis kebutuhan melalui lembar wawancara guru dan siswa untuk memperoleh informasi awal terkait kondisi pembelajaran. Selanjutnya, untuk menilai tingkat validitas media yang dikembangkan, digunakan lembar validasi yang melibatkan dua validator, yakni ahli materi dan ahli media. Proses ini bertujuan untuk menilai kesesuaian isi, tampilan, serta struktur E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Liveworksheet*. Selain itu, guna mengetahui tingkat kepraktisan media, peneliti menggunakan angket respons siswa setelah mereka memanfaatkan E-LKPD dalam kegiatan pembelajaran. Sementara itu, pengukuran efektivitas E-LKPD dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, digunakan tes pemecahan masalah, yang soalnya telah diversifikasi melalui proses validasi oleh ahli materi sebelum diterapkan dalam penelitian.

Uji Kevalidan dan Kepraktisan Media

Dalam menentukan tingkat kevalidan dan kepraktisan media yang telah dikembangkan, dilakukan pengujian menggunakan rumus pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$V = \frac{Sp}{Sm} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

V : Persentase validitas E-LKPD

Sp : Skor yang diperoleh dari hasil penilaian validator

Sm : Skor maksimal yang dapat diperoleh

Kriteria penilaian validitas instrumen penelitian ditentukan berdasarkan persentase hasil validasi yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Validitas

Presentase	Kriteria	Keterangan
0% - 44%	Tidak valid	Revisi total
45% - 64%	Kurang valid	Revisi besar
65% - 84%	Valid	Revisi kecil
85% - 100%	Sangat valid	Tidak ada revisi

(Sumber: Melina & Nina, 2024)

Hasil uji kepraktisan E-LKPD didapat melalui angket respon antara guru dan peserta didik. Persentase kepraktisan dikalkulasikan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2) berikut:

$$P = \frac{Sp}{Sm} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

P : Persentase kepraktisan E-LKPD

Sp : Skor yang diperoleh dari hasil penilaian responden (guru & siswa)

Sm : Skor maksimal yang dapat diperoleh

Tingkat kepraktisan E-LKPD diukur dengan kriteria tertentu yang dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan E-LKPD

Presentase Kepraktisan	Kategori
0% - 20%	Sangat Tidak Praktis
21% - 40%	Tidak Praktis
41% - 60%	Cukup Praktis
61% - 80%	Praktis
81% - 100%	Sangat Praktis

(Sumber: Jannah, 2024)

Uji Keefektifan Media

Keefektifan E-LKPD dinilai berdasarkan nilai pre-test dan post-test peserta didik. Apabila nilai post-test besar daripada pre-test, maka LKPD dianggap efektif. Keefektifan hasil belajar siswa diukur dengan nilai N-Gain, yang dihitung dengan rumus pada persamaan (3) berikut:

$$N - Gain = \frac{Sp_{post} - Sp_{pre}}{S_{max} - Sp_{pre}} \quad (3)$$

Keterangan :

N-Gain : Ukuran peningkatan hasil belajar siswa

Sp_{post} : Skor rata-rata post-test

Sp_{pre} : Skor rata-rata pre-test

S_{max} : Skor maksimum yang mungkin dicapai

Efektivitas E-LKPD ditentukan berdasarkan perhitungan N-Gain, yang kemudian diklasifikasikan sesuai kriteria pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi N-Gain untuk Efektifitas E-LKPD

Skor N-Gain	Klasifikasi	Kriteria
$N\text{-Gain} \geq 0,7$	Tinggi	Efektif
45% - 64%	Sedang	Cukup efektif
65% - 84%	Rendah	Tidak efektif

(Sumber: Kurniawan & Hidayah, 2021)

HASIL PENELITIAN**Analisis (*Analysis*)**

Data awal studi pendahuluan diperoleh lewat wawancara dengan guru Biologi serta pengisian angket kebutuhan kepada siswa kelas XI MAN 3 Medan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual pelaksanaan pembelajaran Biologi di sekolah serta menggali kebutuhan peserta didik pada media pembelajaran yang menarik, interaktif, dan sesuai pada karakteristik mereka.

Tabel 4 berikut menyajikan hasil awal analisis kebutuhan guru dan peserta didik terhadap proses pembelajaran Biologi.

Tabel 4. Hasil Analisis Kebutuhan Guru dan Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi di MAN 3 Medan

Aspek yang Dianalisis	Hasil Wawancara Guru	Hasil Angket Siswa
Pendekatan pembelajaran yang digunakan	Pembelajaran masih berfokus pada hafalan dan penyampaian materi secara verbal	Sebagian besar siswa merasa pembelajaran terlalu teoritis dan kurang melibatkan aktivitas
Keterlibatan aktif peserta didik	Peserta didik masih belum terlibat secara sepenuhnya dalam proses pembelajaran	Siswa mengaku jarang melakukan kegiatan eksploratif atau menemukan konsep sendiri
Media pembelajaran yang digunakan	Guru menggunakan buku teks dan presentasi PowerPoint sederhana	78% siswa menilai sumber belajar yang digunakan masih monoton dan membosankan
Kebutuhan terhadap media pembelajaran baru	Guru menyatakan perlunya inovasi media pembelajaran berbasis digital	85% siswa menginginkan media yang menarik, interaktif, dan mudah dipahami
Dampak pembelajaran terhadap hasil belajar	Hasil belajar masih rendah, terutama dalam aspek pemahaman konsep	Siswa menyebutkan kesulitan memahami konsep abstrak dan banyaknya hafalan
Pengembangan keterampilan berpikir kritis	Belum ada kegiatan yang secara langsung melatih kemampuan berpikir kritis	82% siswa menyatakan ingin pembelajaran yang dapat menantang mereka berpikir analitis

Hasil wawancara mengungkapkan bahwa proses pembelajaran Biologi masih berorientasi pada hafalan dan pengingatan materi, dengan keterlibatan aktif peserta didik yang masih rendah. Proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mendorong peserta didik untuk menemukan konsep secara mandiri maupun mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Kondisi tersebut berimplikasi pada rendahnya capaian hasil belajar siswa.

Angket kebutuhan siswa memperlihatkan hasil yang sama. Kebanyakan siswa menyatakan bahwa sumber belajar yang implementasikan masih monoton dan kurang menarik. Mereka menginginkan media pembelajaran tambahan yang interaktif, inovatif, dan mampu menampilkan materi secara ringkas, menarik, serta mudah dipahami. Hasil ini sejalan dengan Sari & Harjono (2021) yang mengungkapkan produk media pembelajaran yang menarik dapat menumbuhkan perhatian, minat, dan pemahaman siswa

Perancangan (*Design*)

Tahap ini, media pembelajaran yang dikembangkan mengacu pada kompetensi dasar dan arah pembelajaran Biologi kelas XI terhadap materi sistem imunitas. Penyusunan materi dan tampilan E-LKPD dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, yang diperoleh dari masukan guru Biologi serta tanggapan siswa. Oleh karena itu, E-LKPD dirancang agar mampu menjadi media pembelajaran yang kontekstual, menarik, relevan, dan dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Tahap kedua ini merupakan tahap perancangan (*design*), yang mencakup kegiatan pengumpulan referensi, pemilihan aplikasi pendukung untuk pengembangan E-LKPD, serta penyusunan rancangan desain awal produk.

Perancangan dilakukan dengan memadukan aspek estetika dan pedagogis melalui platform Canva, yang memungkinkan integrasi warna, gambar, font, dan tata letak yang menarik tanpa mengurangi kejelasan materi. Menurut Putra et al. (2025), desain media yang estetik sekaligus fungsional dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran. Materi E-LKPD disusun berdasarkan literatur biologi dan jurnal penelitian, kemudian dituangkan dalam bentuk storyboard sebagai kerangka awal penyajian sebelum mendapat masukan dari ahli media dan ahli materi. Agar lebih ringkas, tanggapan perancangan media ini disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perancangan Media E-LKPD Sistem Imun

Tahap Perancangan	Komponen Desain	Deskripsi Kegiatan	Keterangan
Identifikasi Masalah dan Kebutuhan	Analisis Kebutuhan	1. Mengidentifikasi masalah pembelajaran Biologi yang dihadapi siswa, misalnya kesulitan memahami materi tertentu. Melakukan wawancara atau kuesioner kepada siswa dan guru terkait kebutuhan pengembangan E-LKPD.	Untuk mengetahui kebutuhan dan potensi masalah yang dapat diselesaikan dengan E-LKPD.
Perumusan Tujuan Pembelajaran	Penentuan Capaian Pembelajaran dan Indikator	1. Merumuskan tujuan pembelajaran berdasarkan Kurikulum yang berlaku. 2. Menentukan indikator pencapaian kompetensi, misalnya keterampilan berpikir kritis atau pemecahan masalah.	agar E-LKPD memiliki arah dan fokus yang jelas.

Tahap Perancangan	Komponen Desain	Deskripsi Kegiatan	Keterangan
Desain E-LKPD	1. Penentuan Materi dan Topik	Memilih materi Biologi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, contohnya: Sistem Respirasi, Keanekaragaman Hayati, atau Ekosistem. Membuat peta konsep atau alur materi pembelajaran.	Memastikan materi yang disajikan relevan dan terstruktur.
	2. Pemilihan Model Pembelajaran	1. Menentukan model pembelajaran yang akan dipakai, seperti <i>Problem Based Learning (PBL)</i> atau <i>Discovery Learning</i> . 2. Merancang alur kegiatan sesuai dengan sintaks model pembelajaran terpilih.	Model pembelajaran menjadi dasar perancangan kegiatan di dalam E-LKPD.
	3. Rancangan Konten dan Media	Menyusun naskah konten berupa teks, gambar, yang relevan dengan materi. 2. Mendesain tampilan visual (grafis) agar menarik dan mudah digunakan (UI/UX).	Penggunaan multimedia akan meningkatkan daya tarik dan efektivitas E-LKPD.
	3. Pemilihan Platform Pengembangan	1. Menentukan platform yang akan digunakan, misalnya: <i>Liveworksheets</i> , aplikasi berbasis Android, atau website interaktif. Mempertimbangkan kemudahan akses dan fitur yang tersedia.	Platform akan menentukan cara E-LKPD berinteraksi dengan siswa.

Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* merupakan proses realisasi desain produk menjadi bentuk nyata. Pada tahap ini, E-LKPD diverifikasi dan divalidasi oleh dua ahli, yaitu ahli media dan ahli materi, dengan tujuan menilai kelayakan isi serta kualitas tampilannya. Proses validasi bertujuan agar produk yang dihasilkan tidak hanya akurat secara substansi, tetapi juga menarik dan layak secara teknis.

Menurut Sugiyono (2019), validasi ahli penting dilakukan untuk menilai sejauh mana produk memenuhi standar kualitas. Rindrayani et al. (2025) menambahkan bahwa uji coba terbatas merupakan bagian dari tahap pengembangan untuk memastikan kelayakan dan efektivitas produk sebelum implementasi lebih luas.

Untuk memastikan validitas E-LKPD, dilakukan uji oleh validator ahli. Hasil penilaian mereka dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Kevalidan oleh Validator Ahli

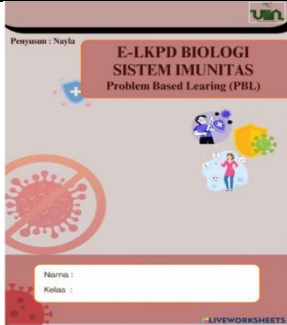
Ahli	Aspek Penilaian	Butir Pernyataan	Skor diperoleh	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
Media	Aspek Grafika	6	27	30	88.33%	Sangat valid
		3	13	15		
		3	13	15		
	Total Skor		53	60		

Materi	Aspek Kelayakan Isi	9	41	45	89.33%	Sangat valid
	Aspek Penyajian Materi	6	26	30		
	Total Skor		67	75		
Soal	Kejelasan, Ketepatan Inti, relevan, kevalidan isi, ketepatan bahasa	5	20	25	80%	Sangat valid
	Rata-rata				85,88%	Sangat valid

Berdasarkan hasil tersebut, aspek media memperoleh rata-rata 88,33% (sangat valid), aspek materi 89,33% (sangat valid), dan aspek soal 80% (sangat valid), dengan rata-rata keseluruhan 85,88% (sangat valid).

Berikut disajikan pada Tabel 7 gambaran singkat mengenai media pembelajaran yang dikembangkan:

Tabel 7. Gambaran Media Pembelajaran yang Dikembangkan

Gambar	Keterangan
	Tampilan cover E-LKPD dirancang dengan dominasi warna merah muda untuk melambungkan kreativitas, yang dapat menginspirasi siswa untuk berpikir kreatif dan kritis saat mengerjakan tugas atau menganalisis materi.. Judul ditampilkan secara jelas dengan tambahan ilustrasi pendukung berupa gambar virus dan bakteri, sehingga menghadirkan kesan informatif sekaligus menarik perhatian siswa sejak awal.
	Bagian pembuka terdapat kata pengantar Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk memberikan gambaran umum, menarik minat siswa, dan menyampaikan informasi penting lainnya sebelum mereka mulai mengerjakan tugas.
	Bagian Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator dalam LKPD adalah sebagai acuan utama yang memandu peserta didik untuk memahami dan mencapai tujuan pembelajaran

Gambar	Keterangan
	petunjuk penggunaan pada Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) adalah untuk mengarahkan peserta didik dalam mengerjakan tugas secara mandiri, membantu mereka memahami materi, mengembangkan keterampilan proses, mengaktifkan pembelajaran, dan mencapai tujuan pembelajaran dengan jelas dan terstruktur
	Ringkasan materi system imunitas disusun sesuai dengan tujuan pembelajaran, dalam bentuk paragraph dan dilengkapi gambar yang menarik sebagai panduan belajar mandiri yang mempermudah peserta didik memahami dan memperdalam materi dalam pelajaran
	Bagian Kegiatan siswa pada materi system imunitas yang berbasis <i>Problem Based Learning</i> untuk meningkatkan berfikir kritis siswa. Pada E-LKPD ini terdapat 2 kegiatan siswa yang dilaksanakan dalam 2 pertemuan
	Pertanyaan/butir soal pada akhir kegiatan pembelajaran untuk meninjau sejauh mana siswa memahami materi sistem imunitas
	Biografi penulis pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) memiliki fungsi memperkenalkan penulis LKPD kepada peserta didik dan guru. Hal ini memberikan konteks dan kredibilitas pada materi yang disajikan

Implementasi (*Implementation*)

Produk yang telah dikembangkan dan diperbaiki kemudian diuji cobakan kepada peserta didik. Pelaksanaan uji coba dilakukan dalam situasi pembelajaran nyata di kelas, di mana E-LKPD digunakan oleh siswa selama dua kali pertemuan sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Evaluasi (*Evaluation*)

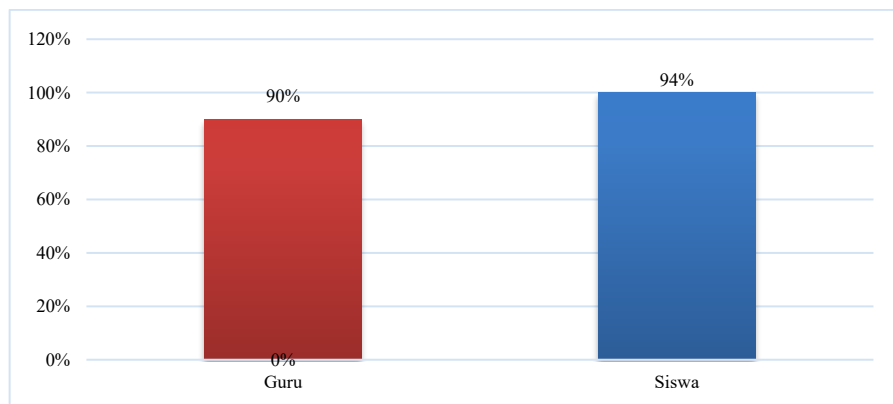
Tahap akhir penelitian ini adalah evaluasi, yang dilakukan pada setiap bagian proses, diawali dari analisis hingga tahap evaluasi akhir. Proses evaluasi memiliki fungsi dalam menilai kualitas dan kelayakan produk yang dibuat atau dihasilkan. Adapun hasil dari proses evaluasi ini dijabarkan pada bagian berikutnya.

Validitas Produk

Rata-rata persentase validitas sebesar 85,88% memperlihatkan bahwa E-LKPD layak dipergunakan dalam pembelajaran. Hasil ini mengindikasikan bahwa aspek visual, isi materi, dan kualitas soal sudah memenuhi kriteria valid dan relevan dengan kurikulum.

Kepraktisan Produk

Kepraktisan media dinilai melalui angket yang telah diberikan kepada responden (guru & siswa), yang meliputi aspek kemudahan penggunaan, daya tarik tampilan, kejelasan materi, serta kebermanfaatannya dalam mendukung kegiatan belajar.



Gambar 2. Diagram Hasil Uji Kepraktisan Respon Guru dan Siswa

Uji kepraktisan menunjukkan bahwa media pembelajaran memperoleh skor 90% dari guru dan 94% dari siswa. Perolehan kedua nilai tersebut tergolong dalam klasifikasi sangat praktis, yang menandakan media layak dipergunakan dalam pembelajaran.

Kefektifan Produk

Tingkat keefektifan E-LKPD diukur berdasarkan hasil penilaian uji pretest dan uji posttest peserta didik. Instrumen yang digunakan adalah 20 butir soal kemampuan berpikir kritis, yang telah disesuaikan terhadap indikator kompetensi berpikir kritis siswa. Hasil penilaian tes tersebut disajikan pada tabel 8 dibawah berikut:

Tabel 8. Hasil Keefektifan E-LKPD Sistem Imunitas

Jumlah Siswa	Total Skor <i>Pretest</i>	Total Skor <i>Posttest</i>	Total Skor <i>N-Gain</i>	Kriteria
29	1805	2640	0,76	Tinggi
Rata-rata	62.24	91.03		
Rata-rata	62.24	91.03		

Berdasarkan data yang tersaji pada tabel 8, dapat dilihat bahwa kemampuan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan setelah menggunakan E-LKPD, yang ditunjukkan melalui kenaikan total skor pada hasil posttest. Skor rata-rata N-Gain yang diperoleh sebesar 0,76, dan termasuk pada kategori tinggi, sehingga memperlihatkan E-LKPD yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Analisis N-Gain dapat dilakukan pada tiap aspek berpikir kritis untuk melihat peningkatan pada masing-masing aspek melalui perbandingan nilai pretest dan posttest. Perhitungan N-Gain tiap indikator disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil N-gain Berdasar Indikator Berfikir Kritis pada Siswa

Kompetensi berfikir kritis	Pre-test	Post-test	Rata-rata N-gain	Kriteriaa
Klarifikasi Dasar (<i>Basic Clarification</i>)	57.14	94.92	0.88	Tinggi
Dukungan Dasar (<i>Basic Support</i>)	44.77	92.85	0.87	Tinggi
Penalaran (<i>Inference</i>)	48.58	85.00	0.74	Sedang
Penjelasan Sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)	49.50	87.00	0.77	Tinggi
Menyusun Strategi dan Taktik	55.00	90.00	0.78	Tinggi

PEMBAHASAN

Kelayakan Produk E-LKPD

Hasil validasi oleh ahli media, yang tertampil pada Tabel 4, menunjukkan bahwa aspek grafis, ilustrasi, dan kualitas tampilan E-LKPD memperoleh persentase penilaian sebesar 88,33%, termasuk pada kategori sangat valid. Temuan ini menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan memenuhi standar kelayakan visual, baik dari segi tata letak, pemilihan warna, kejelasan ilustrasi, maupun konsistensi desain. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa aspek media E-LKPD telah layak digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, penggunaan gambar dan ilustrasi terbukti membantu memvisualisasikan pebelajaran yang bersifat abstrak, sehingga dapat mempermudah siswa dalam memahami materi (Yusuf, Suardana, & Selamet, 2021). Sejalan dengan hasil tersebut, Islamuddin (2023) mengemukakan bahwa mutu suatu media pembelajaran sangat bergantung pada aspek visualnya, meliputi pemilihan warna, jenis huruf, serta keseimbangan

tata letak. Unsur-unsur visual tersebut berperan penting dalam menarik minat serta menjaga konsentrasi peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

Sementara itu, hasil validasi yang diperoleh oleh ahli materi juga menggambarkan hasil yang sangat valid juga, dengan persentase keseluruhan mencapai 89.33%. Aspek kelayakan isi, dan penyajian materi dinilai sesuai dengan kompetensi dasar, mudah dipahami, serta disusun secara sistematis. Data ini menandakan bahwa E-LKPD yang telah dikembangkan relevan dengan kesesuaian kurikulum dan dapat dijadikan sumber belajar tambahan yang valid. Menurut Putri et al. (2021), kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran merupakan indikator utama validitas suatu media pembelajaran.

Hasil validasi soal juga hasil yang sangat valid juga, dengan persentase keseluruhan mencapai 80%. Hal ini membuktikan bahwa kejelasan soal, ketepatan inti, relevan, kevalidan isi, dan ketepatan bahasa yang digunakan pada soal sudah layak dan relevan sesuai dengan yg dibutuhkan siswa. Hasil validasi menunjukkan rata-rata persentase skor keseluruhan mencapai 85,88%, yang tergolong dalam klasifikasi sangat valid. Nilai tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dan dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran. Perolehan ini selaras dengan penelitian Wijaya et al. (2022), yang mengembangkan produk E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) menggunakan *Liveworksheet*, dan memperoleh hasil validasi sebesar 90% dari ahli materi dan 94% dari guru, keduanya berada pada kategori valid. Temuan serupa juga diperoleh oleh Fadhila (2022), yang mengembangkan produk E-LKPD berbasis PBL menggunakan Flip PDF Professional guna meningkatkan literasi sains peserta didik, dengan perolehan rata-rata skor kelayakan sebesar 82,61%, termasuk dalam kategori sangat layak.

Kepraktisan Produk E-LKPD

Berdasarkan hasil uji kepraktisan yang ditampilkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa media pembelajaran memperoleh skor kepraktisan sebesar 90% dari guru dan 94% dari siswa. Kedua nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat praktis, yang menandakan bahwa media mudah digunakan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran serta mendapat tanggapan positif dari peserta Didik. Temuan ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya mempermudah guru dalam menyampaikan materi, tetapi juga mampu menarik minat belajar siswa. Peserta didik menilai media tersebut mudah dipahami, menarik secara visual, dan membantu mereka dalam memahami konsep sistem imunitas secara lebih efektif.

Searah dengan hasil diatas, penelitian yang dilakukan oleh Nadya (dalam Atmojo et al., 2022) menjelaskan penggunaan E-LKPD mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran karena menampilkan konten visual menarik yang dapat digunakan berbagai perangkat digital seperti ponsel, komputer, maupun laptop. Pembelajaran yang mengintegrasikan digital dinilai mampu mengurangi kejenuhan

siswa dan menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif. Pandangan serupa juga dikemukakan oleh Lathifah et al. (dalam Jannah et al., 2024) yang menyebutkan bahwa penggunaan LKPD digital membuat proses belajar menjadi lebih variatif, tidak monoton, serta mendorong keaktifan dan kenyamanan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran.

Keefektifan E-LKPD dalam Meningkatkan Berpikir Kritis

Data pada Tabel 8, terlihat bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat setelah menggunakan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan melalui *Liveworksheet*. Peningkatan tersebut tercermin dari kenaikan skor rata-rata hasil posttest dibandingkan dengan pretest. Nilai rata-rata N-Gain yang diperoleh sebesar 0,76, yang termasuk dalam kategori tinggi, menunjukkan bahwa E-LKPD ini efektif dalam membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya.

Temuan penelitian ini selaras pada hasil studi Saputri (2020), yang mengungkapkan bahwa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Melalui model ini, siswa memperoleh kesempatan untuk menganalisis permasalahan secara mendalam, termotivasi dalam menemukan solusi, serta mampu mengelola kegiatan belajar melalui proses penyelidikan terhadap masalah yang diberikan. Selain itu, pendekatan PBL juga mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi, melakukan eksperimen, dan menghasilkan produk atau karya yang relevan dengan topik pembelajaran, yang selanjutnya dievaluasi oleh guru.

Hasil ini diperkuat oleh penelitian Herzon et al. (dalam Fitriyah et al., 2021), yang menemukan bahwa penerapan model PBL memberikan dampak positif terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Dalam proses pembelajaran berbasis masalah, siswa menunjukkan keterlibatan dan keseriusan yang tinggi saat berdiskusi dalam kelompok untuk memecahkan persoalan, sehingga dapat meningkatkan motivasi serta memperkaya pengalaman belajar mereka.

Selanjutnya, hasil analisis pada Tabel 9 menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada setiap indikator setelah penerapan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) melalui *Liveworksheet*. Indikator Klarifikasi Dasar (*Basic Clarification*) memperoleh peningkatan tertinggi dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,88 (kategori tinggi), diikuti oleh Dukungan Dasar (*Basic Support*) dengan nilai 0,87 (kategori tinggi). Indikator Menyusun Strategi dan Taktik serta Penjelasan Sederhana (*Elementary Clarification*) masing-masing mencapai 0,78 dan 0,77, keduanya termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, indikator Penalaran (*Inference*) dan Penalaran Lanjut (*Supposition and Integration*) menunjukkan nilai 0,74 dan 0,71, yang tergolong kategori sedang.

Peningkatan tersebut memperlihatkan bahwa E-LKPD berbasis PBL efektif dalam menumbuhkan kebiasaan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran yang menekankan pada analisis masalah nyata. Media ini memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa bukan hanya menerima informasi, tetapi juga aktif mencari, mengolah, dan menarik sebuah kesimpulan berdasarkan situasi yang dikaji. Dan ciri khas dari penelitian ini terlihat pada pemanfaatan platform *Liveworksheet* yang membuat E-LKPD dapat digunakan secara digital dan interaktif, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya masih menggunakan media cetak atau bentuk digital sederhana. Adanya fitur otomatis dan tampilan visual yang menarik menjadikan media ini lebih sesuai dengan karakter pembelajaran masa kini. Selain itu, penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam bentuk digital memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, aktif, dan melibatkan siswa secara langsung dalam proses pemecahan masalah.

Selain itu, penggunaan *Liveworksheet* sebagai platform digital memberikan pengalaman belajar yang lebih bervariasi dan interaktif. Siswa menunjukkan antusiasme yang lebih tinggi karena proses pembelajaran menjadi lebih menarik, tidak monoton, dan dapat diakses dengan fleksibel kapan pun dibutuhkan. Temuan ini sejalan dengan pendapat Prastika dan Masniladevi (2021) yang menjelaskan bahwa LKPD interaktif mampu meningkatkan partisipasi serta kenyamanan belajar peserta didik. Dalam penerapan model PBL di kelas, siswa berperan aktif dalam kegiatan diskusi, menyampaikan gagasan, serta mencari berbagai alternatif solusi dari permasalahan yang diajukan (Alatas & Fauziah, 2020). Selanjutnya, menurut Pramita et al. (2023), pembelajaran berbasis masalah juga mendorong terbentuknya interaksi yang lebih bermakna antara guru, siswa, dan lingkungan belajar, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) ini dinilai layak digunakan dan memperoleh tanggapan yang sangat positif dari guru maupun peserta didik. Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MAN 3 Medan, tetapi juga mampu menciptakan keadaan belajar biologi yang lebih menarik, relevan terhadap kehidupan sehari-hari, serta sejalan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

SIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) melalui aplikasi *Liveworksheet* pada materi sistem imunitas efektif guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MAN 3 Medan. Produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, dilihat dari aspek materi, media, dan instrumen penilaian yang memperoleh hasil valid, serta dinilai mudah digunakan oleh guru

dan menarik bagi siswa. Selain itu, penggunaan E-LKPD ini menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif, mendorong partisipasi aktif peserta didik, dan membantu mereka dalam menganalisis serta menyelesaikan permasalahan secara kritis. Dan dapat disimpulkan, E-LKPD berbasis PBL ini dapat direkomendasikan sebagai media pembelajaran biologi yang layak digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, F., & Fauziah, L. (2020). Model *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains pada konsep pemanasan global. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 4(2), 102–113. https://www.researchgate.net/publication/346276999_Model_problem_based_learning_untuk_meningkatkan_kemampuan_literasi_sains_pada_konsep_pemanasan_global
- Amelia, N., & Rusliah, N. (2025). Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi bentuk aljabar menggunakan aplikasi *Liveworksheet*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 266–277. <https://www.jurnalp4i.com/index.php/science/article/view/4491>
- Atmojo, I. R. W., Matsuri, M., Adi, F. P., Ardiansyah, R., & Saputri, D. Y. (2022). Pemanfaatan LKPD interaktif berbasis *Liveworksheet* untuk meningkatkan hasil belajar kognitif muatan IPA peserta didik kelas V di SD Negeri Jajar Kota Surakarta. *Jurnal Pengabdian Undikma*, 3(2), 241–249. <https://ejournal3.undikma.ac.id/index.php/jpu/article/view/5514>
- Basri, Y., Irhasyuarna, Y., Khairunnisa, Y., Lambung, U., Banjarmasin, M., Selatan, K., & Kritis, K. B. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis *Liveworksheet* s untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 4(1), 54–65. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v6i2.952
- Christina, V. B., & Kristin, F. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis *Liveworksheet* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran IPAS materi letak geografis wilayah Indonesia kelas V SD. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(9), 10677–10682. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i9.5473>
- Fadhila, A. N. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis PBL menggunakan Flip PDF Professional untuk meningkatkan literasi sains pada materi medan magnet. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(1), 53–70. <https://doi.org/10.14421/njpi.2022.v2i1-4>
- Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis Android dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 1957–1970. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jep/article/view/41224>

- Herzon, H. H., Budijanto, & Utomo, D. H. (2018). Pengaruh problem-based learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(1), 42–46. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp>
- Hurrahma, M., & Sylvia, I. (2022). Efektivitas E-LKPD berbasis *Liveworksheet* dalam meningkatkan hasil belajar sosiologi peserta didik di kelas XI IPS SMA N 5 Padang. *Jurnal Sikola: Jurnal Kajian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1), 14–22. <https://doi.org/10.24036/sikola.v4i1.193>
- Islamuddin, A. M. (2023). *Strategi pengembangan kecerdasan visual spasial peserta didik melalui kegiatan pembelajaran khat di Sekolah Kaligrafi Al-Qur'an (SAKAL) Jombang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim). <http://etheses.uin-malang.ac.id/59629/>
- Jannah, S. A., Kusasi, M., & Khairunnisa, Y. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis PBL menggunakan *Liveworksheet* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SMP. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(4), 1503–1512. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jep/article/view/41224>
- Jayanti, P., Hariani, D., & Kuswanti, N. (2017). Validitas dan efektivitas LKS berbasis pembelajaran aktif dengan metode bermain peran pada materi sistem imun. *BioEdu*, 6(1), 1–8. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/18838>
- Lathifah, M. F., & Hidayati, B. N. (2021). Efektivitas LKPD elektronik sebagai media pembelajaran pada masa pandemi COVID-19 untuk guru di YPI Bidayatul Jidayah Ampenan. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 1(1), 1–6. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppmpi/article/view/668>
- Mamudah, A. H., Fitriyati, D., Putra, F. P., Faridha, G., Sinambela, P. N., Wiyandika, R., Engol, S., & Wahyuni, S. (2024). Pelatihan pembuatan E-LKPD *Liveworksheet* s terintegrasi bagi guru untuk berpikir kreatif dan inovatif. *Jurnal Pengabdian Pendidikan*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.30872/jppmpg.v1i1.3595>
- Nirwana, N. I., & Andriani, A. (2024). Pengembangan E-LKPD interaktif berbantuan *Liveworksheet* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(3), 1210–1225.
- Nurianti, M., Ekaningtias, M., & Nurmiati. (2024). Pengembangan e-modul materi sistem imun sebagai bahan ajar biologi siswa kelas XI IPA di SMAN 1 Pringgasela. *Otus Education: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(2), 77–88. <https://doi.org/10.62588/otusedu.2024.v2i2.0146>
- Nurrohma, R. I., & Adistana, G. A. Y. P. (2021). Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan media e-learning melalui aplikasi Edmodo pada mekanika teknik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1199–1209.
- Pabri, M., Medriati, R., & Risdianto, E. (2022). Uji kelayakan E-LKPD berbasis kontekstual berbantuan *Liveworksheet* untuk melatih kemampuan berpikir

- kritis di SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 637–645.
<https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.6812>
- Prastika, Y., & Masniladevi. (2021). Pengembangan E-LKPD interaktif segi banyak beraturan dan tidak beraturan berbasis *Liveworksheet* s terhadap hasil belajar peserta didik kelas IV sekolah dasar. *Journal of Basic Education Studies*, 4(1), 2601–2614.
- Putra, F. H. R., Pranata, R. T. H., & Cholagi, F. F. (2025). Penerapan cognitive load theory dalam pengelolaan konten edukasi digital di Instagram PPSDM ANRI. *Journal Media Public Relations*, 5(1), 183–193.
- Putri, M., & Raharjo, M. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis website *Liveworksheet* s dengan model discovery learning pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar. *SITTAH: Journal of Primary Education*, 5(1), 17–32.
<https://doi.org/10.30762/sittah.v5i1.2653>
- Rahmawati, E., Kaspul, K., & Zaini, M. (2022). Pengembangan LKPD elektronik berbasis *Liveworksheet* konsep sistem sirkulasi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis SMA. *Practice of the Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1(1), 16–22.
<https://doi.org/10.58362/hafecspost.v1i1.6>
- Rindrayani, S. R., Rustiyana, R., Judijanto, L., Abdullah, G., & Ardiyanti, A. D. (2025). *Metode penelitian dan pengembangan: R&D (Research and Development)*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
<https://www.etdci.org/journal/kognitif/article/view/2137>
- Saputri, M. A. (2020). Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 2(1), 92–98.
<https://www.neliti.com/publications/437118/penerapan-model-pembelajaran-problem-based-learning-untuk-meningkatkan-kemampuan>
- Sari, R. K., & Harjono, N. (2021). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Articulate Storyline tematik terhadap minat belajar siswa kelas IV SD. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 4(1), 122–130.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JP2/article/view/33356>
- Sinaga, R. A. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *Liveworksheet* pada pembelajaran IPAS materi hidup dan bertumbuh di SDN 106161 Laut Dendang. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, 22(1), 238. <https://doi.org/10.24114/jkss.v22i1.61355>
- Sugandi, A. I., Sofyan, D., Bernard, M., & Widiyanti, D. L. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis PBL berbantuan web *Liveworksheet* untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis. *Aksioma: Jurnal Studi Pendidikan Matematika*, 13(4), 1215–1227.
<https://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/matematika/article/view/9364>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.

- Utami, K. L. S., Suastra, I. W., & Suarni, N. K. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis *Liveworksheet* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran IPA tema sumber energi kelas IV SD. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(2), 46–55.
https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v6i2.952
- Wijaya, F. M., Nuraini, N. L. S., & Mas'ula, S. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* menggunakan Live Worksheets pada materi perbandingan di kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan*, 2(4), 368–379.
<https://doi.org/10.17977/um065v2i42022p368-379>
- Yusuf, A., Suardana, I. N., & Selamat, K. (2021). Pengembangan media pembelajaran flashcard IPA SMP materi tata surya. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 4(1), 1–10.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPPSI/article/view/33181>
- Yuzan, I. F., & Jahro, I. S. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis inkuiri terbimbing pada pokok bahasan ikatan kimia untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa. *Ensiklopedia: Jurnal Pendidikan dan Inovasi Pembelajaran Saburai*, 2(1), 54–65.
<https://doi.org/10.24967/esp.v2i01.1598>