

## **PENGEMBANGAN MEDIA *VIRTUAL FIELD TRIP* BERBASIS WEB DENGAN MODEL PJBL UNTUK LITERASI LINGKUNGAN SISWA MAN**

**Rifqi Khoir Afdan<sup>1</sup>, Syarifah Widya Ulfa<sup>2</sup>**  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara<sup>1,2</sup>  
[rifqikhoir47@gmail.com](mailto:rifqikhoir47@gmail.com)<sup>1</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kelayakan media pembelajaran *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web yang diintegrasikan dengan model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi ekosistem mangrove untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa Madrasah Aliyah Negeri (MAN). Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Subjek penelitian melibatkan siswa kelas X MAN, dengan pengujian kepraktisan dan keefektifan media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media VFT berbasis web memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi berdasarkan respons siswa dan guru, serta efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa. Pembelajaran berbasis proyek melalui eksplorasi virtual membantu siswa memahami konsep ekosistem mangrove secara lebih kontekstual dan menumbuhkan kesadaran terhadap lingkungan. Simpulan penelitian ini menunjukkan bahwa media VFT berbasis web layak digunakan sebagai media pembelajaran Biologi yang inovatif dan kontekstual untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa MAN.

**Kata Kunci:** Literasi Lingkungan, Media Pembelajaran Biologi, *Project Based Learning*, *Virtual Field Trip*

### **ABSTRACT**

*This study aimed to design and examine the feasibility of a web-based Virtual Field Trip (VFT) learning media integrated with the Project Based Learning (PjBL) model on mangrove ecosystem materials to improve environmental literacy of students at Madrasah Aliyah Negeri (MAN). The method used was Research and Development (R&D), which consisted of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The research subjects involved tenth-grade MAN students, with practicality and effectiveness testing conducted. The results showed that the web-based VFT media had a very high level of practicality based on students' and teachers' responses and was effective in improving students' environmental literacy. Project-based learning through virtual exploration helped students understand mangrove ecosystem concepts more contextually and foster environmental awareness. In conclusion, the web-based VFT media is feasible to*

*be used as an innovative and contextual Biology learning media to enhance environmental literacy of MAN students.*

**Keywords:** *Environmental Literacy, Biology Learning Media, Project Based Learning, Virtual Field Trip*

## **PENDAHULUAN**

Pendidikan abad ke-21 menitikberatkan pada penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta komunikasi efektif (4C). Selain itu, literasi digital dan kesadaran lingkungan menjadi unsur strategis dalam membentuk peserta didik yang berdaya saing global sekaligus memiliki kepedulian terhadap isu-isu keberlanjutan. Di Indonesia, urgensi tersebut ditegaskan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang menyatakan bahwa pendidikan perlu mengintegrasikan literasi digital, literasi lingkungan, dan literasi sains sebagai bekal siswa dalam menghadapi era disrupsi (Nining et al., 2025). Sejalan dengan hal tersebut, Mutiani et al. (2022) menyatakan bahwa pembelajaran abad ke-21 harus mengedepankan keterampilan hidup, pemanfaatan teknologi, serta pembentukan karakter peduli lingkungan. Oleh karena itu, paradigma pendidikan saat ini perlu diarahkan pada pengembangan kompetensi yang tidak hanya bersifat akademis, tetapi juga berorientasi pada keberlanjutan dan kecakapan abad modern (Costa & Cipolla, 2025).

Salah satu inovasi pembelajaran yang dapat mendukung tujuan tersebut adalah penggunaan *Virtual Field Trip* (VFT). *Virtual Field Trip* mampu menjadikan proses pembelajaran lebih unik, menarik, dan inovatif karena memberikan pengalaman seolah-olah siswa sedang melakukan kunjungan lapangan meskipun pembelajaran dilakukan secara daring (Makransky & Mayer, 2022). Pemanfaatan VFT sebagai media pembelajaran tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga berpotensi memperkuat kompetensi multikultural siswa yang dibutuhkan dalam menghadapi dinamika masyarakat global yang semakin kompleks (Youhanita & Anjani, 2025). Di samping itu, penerapan VFT memungkinkan siswa untuk melakukan pembelajaran secara mandiri di luar ruang kelas, meningkatkan motivasi belajar dari dalam diri siswa, serta menurunkan tingkat tekanan dalam proses belajar. Perpaduan berbagai faktor ini membuat pembelajaran konsep, terutama dalam mata pelajaran Biologi seperti materi ekosistem mangrove, menjadi lebih optimal (Putra et al., 2022).

Ekosistem mangrove memegang peranan vital dalam mempertahankan kestabilan kawasan pesisir, menghambat terjadinya erosi pantai, menyimpan cadangan karbon biru, menyediakan tempat tinggal bagi beragam spesies, serta menjadi sumber mata pencaharian bagi masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir (Paramadani, 2024). Namun demikian, ekosistem mangrove, terutama di wilayah pulau-pulau kecil, menghadapi berbagai ancaman, baik akibat aktivitas manusia yang bersifat destruktif maupun faktor alam seperti pemanasan global dan bencana

alam (Handy et al., 2021). Upaya pelestarian ekosistem mangrove dapat dilakukan melalui berbagai kegiatan, salah satunya penanaman pohon mangrove di wilayah pesisir. Proses ini diawali dengan pengumpulan buah mangrove yang kemudian dijadikan bibit sebelum dilakukan persemaian (Budiyanto et al., 2022). Kegiatan nyata tersebut sangat relevan untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL), karena siswa dapat belajar melalui pengalaman proyek yang autentik sekaligus menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan (Rachmadtullah et al., 2024).

Model pembelajaran *Project Based Learning* menggunakan isu-isu nyata sebagai landasan bagi siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, meningkatkan keterampilan *problem solving*, serta menguasai pengetahuan dan konsep inti dari materi pembelajaran. PjBL juga diharapkan mampu memotivasi siswa untuk menciptakan inovasi atau produk sebagai jawaban atas tantangan lingkungan yang ada (Selasmawati & Lidyasari, (2023). Hasil penelitian membuktikan bahwa *Project Based Learning* dapat mengoptimalkan pemahaman konseptual siswa, khususnya pada materi ekosistem dalam pembelajaran IPA (Yuniati & Purwandari, 2025). Melalui model ini, siswa tidak hanya mempelajari teori semata, namun juga terlibat secara aktif dalam proses pengamatan, analisis, dan pencarian solusi terhadap masalah lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu, PjBL berpotensi menunjang peningkatan literasi lingkungan siswa yang mencakup komponen pengetahuan (*knowledge*), keterampilan kognitif (*cognitive skills*), sikap (*attitude*), dan perilaku yang bertanggung jawab terhadap lingkungan (*behavior*) (Agustira et al., 2025).

Penulis telah mengemukakan bahwa penelitian yang mengintegrasikan *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dengan model *Project Based Learning* (PjBL) pada topik ekosistem mangrove di tingkat Madrasah Aliyah masih terbatas. Namun, unsur kebaruan (*novelty*) tersebut sebelumnya masih disampaikan secara implisit. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ditegaskan secara eksplisit bahwa *novelty* penelitian terletak pada pengembangan dan penerapan media VFT berbasis web yang diintegrasikan secara sistematis dengan model PjBL untuk meningkatkan literasi lingkungan dan keterampilan abad ke-21 (4C) siswa pada materi ekosistem mangrove di tingkat Madrasah Aliyah Negeri.

Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya masih menyoroti efektivitas VFT dan PjBL secara terpisah. Beberapa penelitian berfokus pada peningkatan motivasi dan pemahaman konsep ekologi siswa melalui VFT (Chaerani & Fanani, 2024), sementara penelitian lain menekankan peningkatan literasi lingkungan melalui PjBL tanpa memanfaatkan teknologi VFT (Pertiwi et al., 2024). Selain itu, Ariesta et al. (2024) mengungkapkan bahwa VFT efektif dalam meningkatkan minat belajar siswa, namun penerapannya masih terbatas pada penyajian materi visual dan belum diintegrasikan dengan model pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa studi yang secara simultan menggabungkan VFT berbasis web dengan model PjBL pada topik ekosistem

mangrove di tingkat Madrasah Aliyah Negeri masih sangat terbatas, sehingga membuka ruang bagi pengembangan inovasi pembelajaran yang lebih integratif. Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menghadirkan inovasi pembelajaran yang memadukan pengalaman virtual autentik melalui VFT dengan aktivitas pembelajaran berbasis proyek guna mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif siswa dalam konteks konservasi lingkungan. Keterampilan abad ke-21 tersebut belum sepenuhnya terakomodasi dalam pembelajaran Biologi, khususnya pada materi ekosistem mangrove yang sesungguhnya memiliki potensi besar untuk mengembangkan literasi lingkungan siswa.

Berdasarkan kondisi tersebut, fokus penelitian diarahkan pada pengembangan media VFT berbasis web, evaluasi kelayakan media dari aspek konten materi dan desain media, analisis respons siswa terhadap penerapan PjBL, serta pengujian dampak penggunaan VFT berbasis web yang terintegrasi dengan PjBL terhadap peningkatan literasi lingkungan dan keterampilan 4C siswa. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media VFT berbasis web pada materi ekosistem mangrove, menilai tingkat kelayakannya, mengidentifikasi respons siswa, serta menganalisis pengaruhnya terhadap peningkatan literasi lingkungan dan keterampilan abad ke-21 siswa (Fatihul, 2025). Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan media pembelajaran Biologi berbasis teknologi, serta manfaat praktis berupa solusi pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada konservasi lingkungan.

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Medan dengan pertimbangan bahwa keterbatasan biaya, waktu, dan fasilitas menyebabkan siswa jarang memperoleh pengalaman langsung dalam mengamati ekosistem mangrove. Akibatnya, pembelajaran Biologi pada materi ekosistem pesisir masih didominasi oleh penjelasan teoretis tanpa didukung pengalaman empiris. Meskipun kegiatan kunjungan lapangan secara langsung terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ekologi siswa, berbagai kendala sering menghambat pelaksanaannya. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi melalui VFT berbasis web menjadi solusi alternatif yang lebih fleksibel dan efisien. VFT memungkinkan siswa menjelajahi lokasi secara daring dengan visualisasi autentik dan informasi interaktif yang mendekati kondisi nyata, sehingga diharapkan mampu meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, serta kepedulian siswa terhadap pelestarian ekosistem mangrove sejak dini.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch, 2009). Model ADDIE dipilih karena bersifat sistematis dan banyak digunakan dalam

pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. Melalui tahapan ini, media *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dapat dikembangkan secara terstruktur sehingga memenuhi aspek kelayakan isi, desain, teknis, kepraktisan, dan keefektifan dalam pembelajaran Biologi.

#### **Analysis (Analisis)**

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran Biologi di tingkat MAN, khususnya pada materi ekosistem mangrove. Analisis dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi di MAN 1 Medan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran yang dihadapi. Selain itu, identifikasi kebutuhan siswa dan guru dilakukan melalui kuesioner yang diberikan kepada siswa kelas X IPA dan guru mata pelajaran Biologi. Kuesioner terdiri atas 10 item pernyataan untuk siswa dan 10 item pernyataan untuk guru.

Hasil angket menunjukkan bahwa peserta didik belum pernah menggunakan media *Virtual Field Trip* (VFT) dalam proses pembelajaran sebelumnya. Analisis karakteristik siswa juga menunjukkan bahwa mereka memiliki gaya belajar yang beragam serta kemampuan literasi digital yang cukup baik, namun mengalami keterbatasan dalam melakukan kunjungan lapangan secara langsung. Hal ini didukung oleh temuan observasi di sekolah yang mengungkapkan bahwa pembelajaran Biologi masih cenderung menggunakan metode ceramah, sehingga siswa belum mendapatkan pengalaman belajar yang bersifat kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran inovatif berupa VFT berbasis web yang dapat menyediakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, autentik, dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

#### **Design (Perancangan)**

Tahap perancangan dimulai dengan merumuskan tujuan pembelajaran yang merujuk pada Kompetensi Dasar (KD) Biologi MAN untuk materi ekosistem, dengan fokus pada penguatan literasi lingkungan dan kompetensi abad ke-21 (4C). Selanjutnya, dilakukan penyusunan desain media *Virtual Field Trip* (VFT) yang meliputi alur navigasi berbasis web, storyboard materi, rancangan visual, serta skenario eksplorasi virtual pada ekosistem mangrove.

Pada fase ini juga dirancang instrumen penelitian yang terdiri atas lembar validasi ahli media dan ahli materi, kuesioner respons siswa, serta lembar observasi partisipasi siswa dalam pembelajaran. Instrumen menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1–5. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dalam bentuk persentase kelayakan media.

#### **Development (Pengembangan)**

Tahap pengembangan merupakan proses implementasi desain yang telah dirancang menjadi produk media pembelajaran. Media *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dikembangkan dengan mengintegrasikan konten berupa teks, gambar, dan video ekosistem mangrove yang disajikan secara interaktif serta diselaraskan dengan tahapan *Project Based Learning* (PjBL).

Setelah produk awal selesai dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengevaluasi kelayakan konten, tampilan, kebahasaan, dan aspek interaktivitas media. Berdasarkan hasil validasi yang menunjukkan kategori layak dengan beberapa rekomendasi perbaikan, dilakukan revisi untuk menyempurnakan media agar lebih menarik dan mudah dipahami. Produk akhir yang telah diperbaiki kemudian dinyatakan siap untuk diterapkan dalam pembelajaran di kelas X MAN 1 Medan.

### **Implementation (Implementasi)**

Tahap implementasi dilaksanakan dengan mengaplikasikan media *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dalam pembelajaran Biologi di kelas X MAN 1 Medan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL). Siswa diarahkan untuk mengakses media VFT, mengeksplorasi materi ekosistem mangrove, serta melaksanakan kegiatan proyek pembelajaran sesuai dengan tahapan PjBL.

Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing siswa dalam aktivitas pengamatan, diskusi kelompok, serta penyusunan laporan proyek. Selama proses pembelajaran berlangsung, dilakukan pengumpulan data melalui pretest dan posttest literasi lingkungan, serta kuesioner respons siswa dan guru untuk mengukur kepraktisan dan keefektifan media yang diterapkan.

### **Evaluation (Evaluasi)**

Tahap evaluasi bertujuan untuk mengkaji hasil implementasi media serta melakukan perbaikan lanjutan jika diperlukan. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa media VFT berbasis web yang dikembangkan telah memenuhi standar valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan secara berkelanjutan dalam pembelajaran Biologi.

### **Subjek dan Instrumen Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Medan dengan subjek penelitian berjumlah 30 siswa kelas X. Instrumen penelitian mencakup wawancara guru dan siswa untuk analisis kebutuhan, lembar validasi ahli media dan ahli materi untuk mengukur kevalidan media, kuesioner respon siswa dan guru untuk menilai kepraktisan media, serta tes literasi lingkungan berupa pretest dan posttest yang masing-masing terdiri dari 10 soal dan telah divalidasi oleh ahli materi.

### **Teknik Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan tiga jenis pengujian, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

#### **Uji Validitas**

Validitas media ditinjau dari aspek isi, penyajian, dan kebahasaan melalui lembar validasi ahli. Data dianalisis menggunakan rumus pada persamaan (1) berikut:

$$\text{Validitas Media VFT} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

### Uji Validitas Media

Uji validitas media dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan penilaian para ahli. Penilaian validitas ini bertujuan untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan telah sesuai dengan aspek isi materi, bahasa, tampilan, dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran. Kriteria penilaian validitas media disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Kriteria Validitas Media**

Persentase	Kriteria	Keterangan
0%–44%	Tidak valid	Revisi total
45%–64%	Kurang valid	Revisi besar
65%–84%	Valid	Revisi kecil
85%–100%	Sangat valid	Tidak perlu revisi

Berdasarkan Tabel 1, media pembelajaran dinyatakan layak digunakan apabila memperoleh persentase minimal sebesar 65% dengan kategori valid. Semakin tinggi persentase yang diperoleh, maka semakin tinggi pula tingkat kelayakan media, sehingga kebutuhan revisi semakin kecil atau bahkan tidak diperlukan.

### Uji Kepraktisan Media

Uji kepraktisan media bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan media pembelajaran oleh siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Kepraktisan media diperoleh melalui angket respons siswa dan guru, kemudian dianalisis menggunakan rumus pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kepraktisan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (2)$$

Adapun kriteria kepraktisan media disajikan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Kriteria Kepraktisan Media**

Persentase	Kategori
0%–20%	Sangat tidak praktis
21%–40%	Tidak praktis
41%–60%	Cukup praktis
61%–80%	Praktis
81%–100%	Sangat praktis

Berdasarkan Tabel 2, media pembelajaran dikatakan praktis apabila memperoleh persentase minimal sebesar 61%. Semakin tinggi nilai kepraktisan, maka semakin mudah media digunakan oleh siswa dan guru dalam kegiatan pembelajaran.

### Uji Keefektifan Media

Uji keefektifan media dilakukan untuk mengetahui sejauh mana media pembelajaran yang dikembangkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Keefektifan media diukur melalui perbandingan nilai pretest dan posttest siswa yang dianalisis menggunakan rumus N-Gain pada persamaan (3) berikut:

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}} \quad (3)$$

Kriteria interpretasi nilai N-Gain disajikan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Kriteria N-Gain**

Nilai N-Gain	Klasifikasi	Kriteria
$\geq 0,7$	Tinggi	Efektif
$0,3 < 0,7$	Sedang	Cukup efektif
$< 0,3$	Rendah	Tidak efektif

Berdasarkan Tabel 3, media pembelajaran dikatakan efektif apabila nilai N-Gain berada pada kategori sedang hingga tinggi ( $\geq 0,3$ ). Nilai N-Gain yang tinggi menunjukkan bahwa media memiliki kontribusi besar dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

### HASIL PENELITIAN

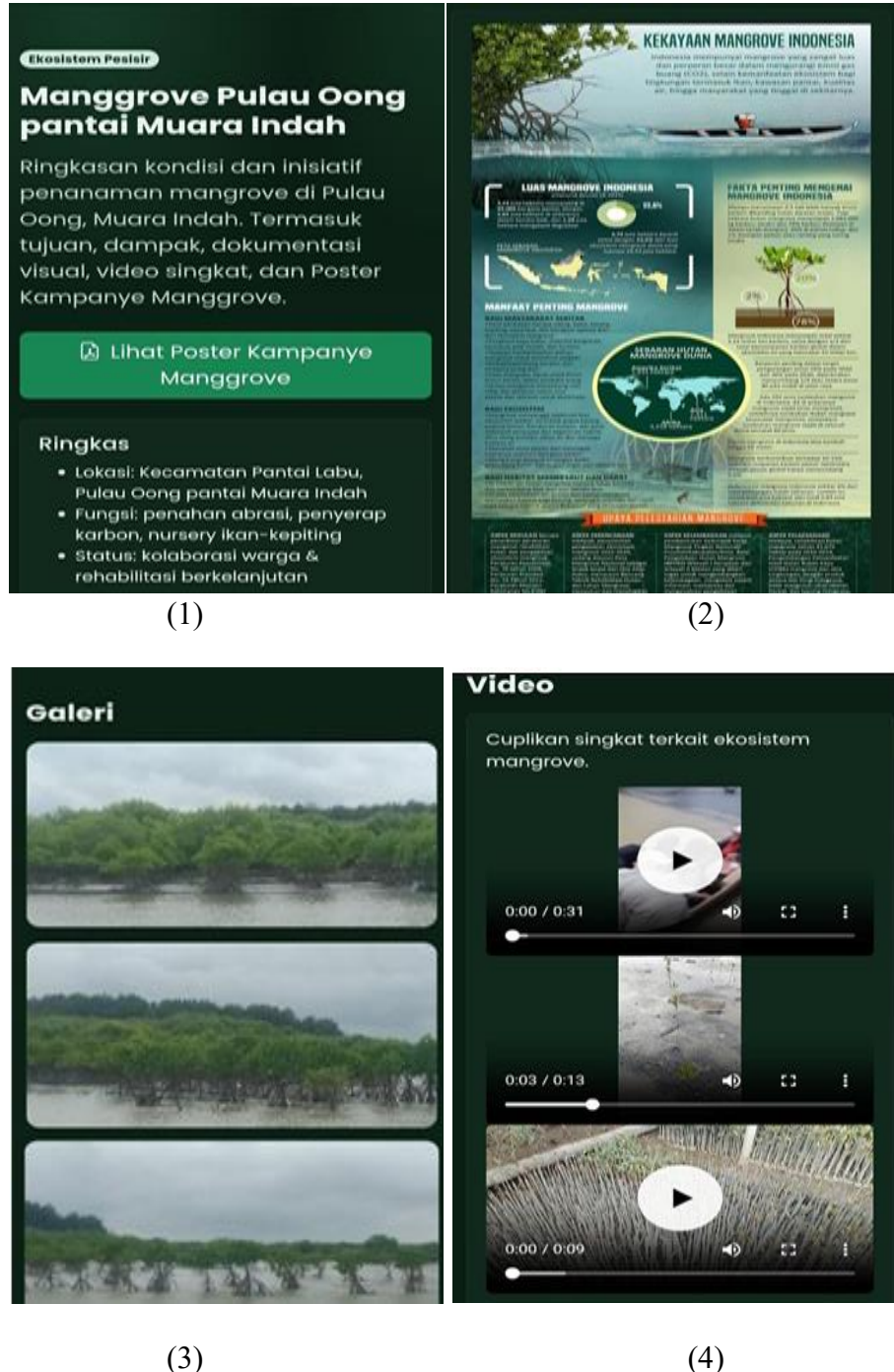
Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran Biologi pada materi ekosistem mangrove di MAN 1 Medan. Hasil wawancara dengan guru Biologi menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan buku teks, sementara keterbatasan waktu, biaya, dan akses lokasi menyebabkan kegiatan kunjungan lapangan jarang dilakukan, sehingga peserta didik kurang memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual.

Hasil angket kebutuhan peserta didik kelas X IPA dan guru Biologi menunjukkan bahwa seluruh responden belum pernah menggunakan media *Virtual Field Trip* (VFT) dalam pembelajaran. Peserta didik mengalami kesulitan memahami materi ekosistem mangrove karena membutuhkan visualisasi dan pengamatan langsung, sedangkan guru menyatakan perlunya media pembelajaran inovatif yang mampu menyajikan objek ekosistem secara konkret dan mudah diakses.

Berdasarkan hasil observasi, peserta didik memiliki literasi digital yang cukup baik dengan gaya belajar yang beragam, namun terbatas dalam melakukan observasi lapangan secara langsung. Oleh karena itu, pengembangan media *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dinilai sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Tahap desain dalam penelitian ini diawali dengan perumusan tujuan pembelajaran yang mengacu pada Kompetensi Dasar (KD) Biologi MAN pada materi ekosistem, dengan penekanan pada penguatan literasi lingkungan dan keterampilan abad ke-21 (4C). Tujuan tersebut kemudian diwujudkan dalam

rancangan *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web yang meliputi alur navigasi, storyboard konten, desain visual, serta skenario perjalanan virtual pada ekosistem mangrove untuk mendukung pembelajaran kontekstual sesuai Kurikulum Merdeka.



**Gambar 1. Proses *Design* (Perancangan).** (1) halaman pengantar ekosistem mangrove, (2) informasi visual kondisi dan manfaat mangrove, (3) galeri jenis mangrove, dan (4) video perjalanan dan aktivitas penanaman.

Pada Gambar 1 ditunjukkan rancangan tampilan dan struktur konten *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web yang disusun dalam beberapa bagian utama. Konten

awal menyajikan pengantar ekosistem mangrove dan konsep dasar ekosistem, dilanjutkan dengan informasi visual mengenai kondisi dan manfaat mangrove, serta galeri jenis mangrove dan kondisi ekosistem pesisir. Bagian akhir menampilkan cuplikan video perjalanan menuju kawasan mangrove dan aktivitas penanaman bibit sebagai penguatan pengalaman belajar berbasis observasi virtual.

Pada tahap pengembangan, desain *Virtual Field Trip (VFT)* berbasis web yang telah disusun direalisasikan menjadi produk pembelajaran dengan mengintegrasikan teks materi, gambar, dan video ekosistem mangrove ke dalam web. Media dikembangkan dengan tampilan sederhana dan interaktif serta disesuaikan dengan sintaks *Project Based Learning (PjBL)* untuk mendukung pembelajaran kontekstual dan berbasis proyek.

**Tabel 4. Komentar Validator**

Validator	Komen Validator	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Materi	Perubahan pada foto Dan Video yang Ada pada web		
Media	Memiringkan Setiap Kata Latin.		

Berdasarkan Tabel 4 komentar validator, diperoleh masukan untuk penyempurnaan produk. Validator materi menyarankan perbaikan pada foto dan video agar lebih sesuai dengan kondisi ekosistem mangrove yang nyata, sedangkan validator media menyarankan penulisan setiap istilah Latin dengan huruf miring (*italic*) sesuai kaidah ilmiah. Setelah dilakukan revisi terhadap konten visual dan penulisan istilah ilmiah, kualitas media meningkat dan produk akhir *Virtual Field Trip (VFT)* berbasis web dinyatakan layak serta siap untuk diimplementasikan dalam pembelajaran Biologi kelas X di MAN 1 Medan. Hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut:

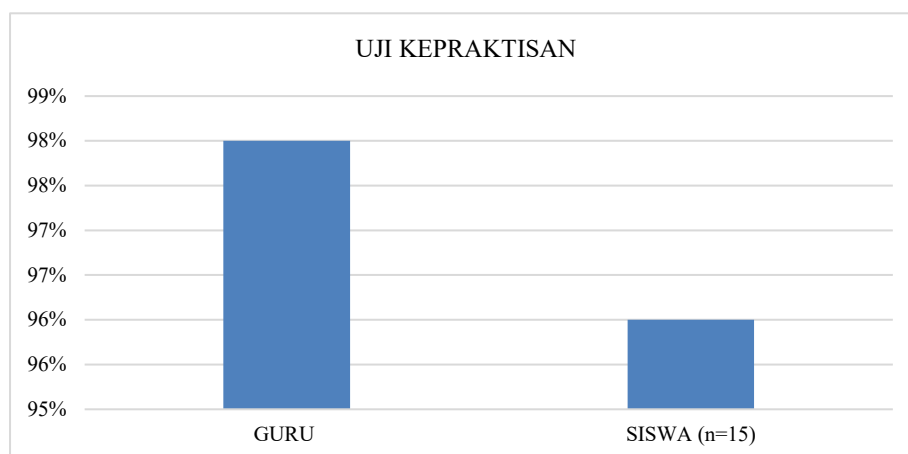
**Tabel 5. Hasil Validasi**

Validator	Aspek Penilaian	Butir Pertanyaan	Score	S Max	Validitas Score	Kriteria
<b>Media</b>	Tampilan Media	3	11	15	<b>80%</b>	<b>Valid</b>
	Interaktivitas	3	11	15		
	Kualitas Isi	2	8	10		
	Kemenarikan	2	9	10		
	Keterpaduan	3	13	15		
<b>Total</b>			<b>52</b>	<b>65</b>		
<b>Materi</b>	Kesesuaian CP, TP, ATP	4	18	20	<b>96%</b>	<b>Sangat Valid</b>
	Keakuratan Materi	5	24	25		
	Pendukung Penyajian	2	9	10		
	Penyajian Pembelajaran	3	15	15		
	Validasi Bahasa	4	20	20		
	Kesesuaian Dengan Kebutuhan	2	10	10		
<b>Total</b>			<b>96</b>	<b>100</b>		

Hasil validasi menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran. Penilaian oleh ahli media memperoleh skor 80% dengan kategori valid, yang mencakup aspek desain tampilan, kemudahan navigasi, tingkat interaktivitas, kualitas penyajian konten, serta keterpaduan antarfitur dalam media. Hal ini menunjukkan bahwa media telah memenuhi kriteria teknis dan visual sebagai sarana pembelajaran berbasis web.

Sementara itu, hasil penilaian oleh ahli materi mencapai skor 96% dengan kategori sangat valid. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian dengan capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), dan alur tujuan pembelajaran (ATP), ketepatan serta kedalaman materi ekosistem mangrove, sistematika penyajian, ketepatan penggunaan bahasa, serta relevansi materi dengan karakteristik peserta didik. Skor yang tinggi ini menunjukkan bahwa substansi materi telah sesuai dengan kurikulum dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dinyatakan layak baik dari segi media maupun isi materi.

Pada fase implementasi, VFT berbasis web diterapkan dalam pembelajaran Biologi kelas X MAN 1 Medan dengan model *Project Based Learning* (PjBL). Peserta didik mengakses VFT untuk melakukan observasi virtual terhadap ekosistem mangrove, mengidentifikasi permasalahan lingkungan, dan mengumpulkan informasi pendukung. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan diskusi kelompok, perencanaan proyek, serta penyusunan laporan hasil proyek sesuai tahapan PjBL. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing proses diskusi, klarifikasi konsep, dan refleksi hasil pembelajaran, sehingga pembelajaran berlangsung secara aktif, kolaboratif, dan kontekstual.



**Gambar 2. Hasil Uji Kepraktisan**

Hasil implementasi menunjukkan bahwa penggunaan VFT berbasis web dapat diterima dengan sangat baik oleh peserta didik dan guru. Berdasarkan uji praktikalitas pada Gambar 2, respons siswa ( $n = 15$ ) memperoleh persentase kepraktisan sebesar 96% dengan kriteria sangat praktis, sedangkan respons guru mencapai 98% dengan kriteria sangat praktis.

Tahap evaluasi berfungsi untuk menilai dan merevisi hasil implementasi produk yang telah dikembangkan agar dapat digunakan secara lebih efektif dalam pembelajaran. Evaluasi dilakukan setelah penerapan *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web dengan model *Project Based Learning* (PjBL) pada pembelajaran Biologi materi ekosistem mangrove di kelas X MAN 1 Medan yang melibatkan 30 siswa sebagai subjek penelitian.

**Tabel 6. Uji Keefektifan**

Penilaian	Rata-Rata Score	Score Max	N-Gain Score (%)	Kriteria
Pretest	29,3	100	72%	Tinggi/Efektif
Posttest	80,0	100		

Berdasarkan Tabel 6, hasil pretest literasi lingkungan siswa menunjukkan rata-rata skor sebesar 29,3 dari skor maksimum 100, sedangkan hasil posttest meningkat menjadi 80,0. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai sebesar 72% dengan kriteria tinggi/efektif, yang menandakan bahwa penggunaan media VFT berbasis web dengan model PjBL efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa.

## PEMBAHASAN

Temuan pada tahap analisis menunjukkan bahwa pengembangan *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web relevan dengan kebutuhan pembelajaran Biologi, khususnya pada materi ekosistem mangrove yang memiliki keterbatasan akses lapangan. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya di Indonesia yang menyatakan bahwa VFT dan media pembelajaran berbasis web mampu

meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan aktif, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual pada materi ekosistem dan lingkungan (Fahmi et al., 2022). Secara kritis, temuan ini mengindikasikan bahwa permasalahan utama dalam pembelajaran ekologi bukan semata terletak pada konten materi, melainkan pada keterbatasan pengalaman belajar langsung yang bersifat kontekstual dan autentik. Oleh karena itu, VFT berbasis web tidak hanya berperan sebagai media pendukung, tetapi sebagai alternatif strategis untuk menjembatani kesenjangan antara pembelajaran teoretis dan realitas ekologis.

Hasil pada tahap desain menunjukkan bahwa rancangan VFT telah disusun secara sistematis dan selaras dengan karakteristik materi Biologi serta kebutuhan peserta didik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Oktaviana et al. (2022), Zulaiha et al. (2025), dan Nurafiani et al. (2025) yang menyatakan bahwa media virtual berbasis web mampu meningkatkan pemahaman konsep ekosistem dan literasi lingkungan melalui pengalaman belajar yang lebih autentik. Secara lebih mendalam, integrasi sintaks *Project Based Learning* (PjBL) ke dalam struktur VFT memperkuat peran siswa sebagai subjek aktif pembelajaran. Siswa tidak hanya mengamati fenomena ekologis, tetapi juga terlibat dalam proses analisis masalah, pengambilan keputusan, dan perancangan solusi berbasis proyek. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi VFT dan PjBL mampu menggeser paradigma pembelajaran dari *teacher-centered* menuju *student-centered learning* yang lebih konstruktif.

Masukan dari validator menegaskan pentingnya kesesuaian konten visual dengan kondisi nyata ekosistem mangrove serta kepatuhan terhadap kaidah penulisan ilmiah. Revisi yang dilakukan berdasarkan saran validator terbukti meningkatkan kualitas media baik dari aspek substansi maupun tampilan. Secara kritis, hal ini menunjukkan bahwa validasi ahli tidak hanya berfungsi sebagai prosedur administratif, tetapi sebagai mekanisme akademik yang menentukan kredibilitas ilmiah suatu media pembelajaran.

Tingginya persentase kelayakan dari hasil validasi ahli materi dan media mengindikasikan bahwa VFT yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas secara konseptual dan teknis. Validitas yang baik menjadi prasyarat penting agar media dapat digunakan secara efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan dan keterampilan abad ke-21 siswa. Namun secara kritis, validitas media tidak secara otomatis menjamin efektivitas pembelajaran apabila tidak diiringi dengan strategi implementasi yang tepat. Oleh karena itu, peran guru sebagai fasilitator tetap menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan pemanfaatan media ini di kelas.

Pada tahap implementasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa VFT berbasis web mudah digunakan, mendukung pelaksanaan PjBL, serta membantu siswa memahami konsep ekosistem mangrove secara lebih konkret. Respon positif dari siswa dan guru mengindikasikan bahwa media ini tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga adaptif terhadap kondisi pembelajaran nyata di sekolah (Anggraini & Susanti, 2025). Implikasi praktis dari temuan ini adalah bahwa guru

Biologi dapat memanfaatkan VFT berbasis web sebagai alternatif pembelajaran kontekstual ketika kegiatan kunjungan lapangan tidak memungkinkan, baik karena keterbatasan waktu, biaya, maupun faktor geografis.

Peningkatan literasi lingkungan siswa yang tercermin dari nilai N-Gain menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman melalui eksplorasi virtual dan kegiatan proyek mampu mendorong pemahaman konseptual sekaligus kesadaran ekologis siswa. Temuan ini sejalan dengan Rahmawati et al. (2025) yang menyatakan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan melalui keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah nyata. Secara kritis, hasil ini menguatkan bahwa literasi lingkungan tidak dapat dikembangkan secara optimal melalui pembelajaran yang bersifat informatif semata, melainkan membutuhkan pengalaman belajar yang bersifat eksploratif, reflektif, dan aplikatif.

Integrasi VFT dalam sintaks PjBL juga terbukti efektif dalam mendorong keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan komunikatif siswa. Aktivitas eksplorasi virtual berfungsi sebagai *trigger experience* yang menstimulasi siswa untuk mengidentifikasi permasalahan lingkungan, menganalisis dampaknya, serta merancang solusi berbasis proyek. Temuan ini memperkuat pendapat Adawiyah dan Mahmuddin (2023) bahwa pembelajaran berbasis proyek yang didukung media virtual mampu meningkatkan kepedulian lingkungan dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Implikasi praktisnya, model ini dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan pembelajaran Biologi yang berorientasi pada penguatan kompetensi abad ke-21.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah, sehingga generalisasi hasil masih terbatas pada konteks MAN 1 Medan. Kedua, durasi implementasi relatif singkat, sehingga belum dapat menggambarkan dampak jangka panjang penggunaan VFT terhadap perubahan sikap dan perilaku ekologis siswa. Ketiga, pengukuran efektivitas masih berfokus pada aspek kognitif dan literasi lingkungan, sementara aspek afektif dan psikomotor belum dianalisis secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas, durasi pembelajaran yang lebih panjang, serta mengkaji dampak penggunaan VFT terhadap dimensi sikap dan perilaku pro-lingkungan siswa secara longitudinal.

## **SIMPULAN**

Simpulan pada penelitian ini, media pembelajaran *Virtual Field Trip* (VFT) berbasis web yang dikembangkan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi ekosistem mangrove terbukti valid, praktis, dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi kelas X di MAN 1 Medan. Hasil validasi mengindikasikan bahwa media memenuhi standar kelayakan dari segi materi dan media, dengan predikat sangat valid dan valid, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Uji kepraktisan menunjukkan tanggapan yang sangat positif dari siswa dan guru, yang mengindikasikan bahwa media mudah dioperasikan,

menarik, dan mendukung pembelajaran berbasis proyek. Selain itu, uji keefektifan menunjukkan peningkatan signifikan pada literasi lingkungan siswa yang terlihat dari nilai N-Gain berkategori tinggi, sehingga penggunaan VFT berbasis web dengan model PjBL terbukti mampu meningkatkan penguasaan konsep ekosistem mangrove, menumbuhkan kesadaran lingkungan, serta mendukung pengembangan kompetensi abad ke-21 (4C) siswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., & Mahmuddin, M. (2023). Effectiveness of project-based learning in improving critical thinking skills and environmental concern attitude in vocational students. *Journal of Education Method and Learning Strategy*, 2(1), 92–102. <https://doi.org/10.59653/jemls.v2i01.390>
- Agustira, D., Al-Muhdhar, M. H. I., Lestari, S. R., & Pratiwi, R. T. (2025). Development of a project-based learning model with multiliteracy pedagogic content to improve critical thinking skills, problem-solving skills, decision-making skills, and environmental literacy. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(3), 2402–2412. <https://doi.org/10.55214/25768484.v9i3.5812>
- Anggraini, N. T., & Susanti. (2025). Pengembangan e-modul berbasis pembelajaran berdiferensiasi ditinjau dari gaya belajar siswa pada elemen perpajakan fase F. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 8(2), 1188–1200. <https://doi.org/10.30605/jsgp.8.2.2025.6555>
- Ariesta, F. W., Maftuh, B., Sapriya, & Syaodih, E. (2024). The effectiveness of virtual tour museums on student engagement in social studies learning in elementary schools. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 8(1), 45–53. <https://doi.org/10.23887/jisd.v8i1.67726>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Budiyanto, F., Alhomaidi, E. A., Mohammed, A. E., Ghandourah, M. A., Alorfi, H. S., Bawakid, N. O., & Alarif, W. M. (2022). Exploring the mangrove fruit: From the phytochemicals to functional food development and the current progress in the Middle East. *Marine Drugs*, 20(5), 303. <https://doi.org/10.3390/md20050303>
- Chaerani, A. F., & Fanani, A. (2024). Efektivitas metode *Virtual Field Trip* pada pembelajaran IPAS kelas IV. *Variable Research Journal (VRJ)*, 1(2), 670–676. <https://variablejournal.my.id/index.php/VRJ/article/view/93>
- Costa, M. F. B., & Cipolla, C. M. (2025). Critical soft skills for sustainability in higher education: A multi-phase qualitative study. *Sustainability*, 17(2), 377. <https://doi.org/10.3390/su17020377>
- Fahmi, M. R., Kurnia Putra, A., Handoyo, B., & Sumarni. (2022). Development of web-based virtual reality as media learning for Baluran Conservation Area. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Social Knowledge*

- Sciences and Education* (pp. 332–346). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/978-2-494069-63-3>
- Fajri, S., Rai, A. S., Suma, I., & Suardana, N. (2023). Meta-analysis: Improving biodiversity literacy skills based on learning models and education levels. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1764–1774.
- Fatihul, A. F. (2025). Bringing nature closer: A systematic review of virtual reality's impact on students' environmental attitudes and behavior. *Journal of Innovative and Creativity (JoECy)*, 5(2), 10064–10074. <https://doi.org/10.31004/joecy.v5i2.1725>
- Handy, M. R. N., Mutiani, M., Putra, M. A. H., Syaharuddin, S., & Putro, H. P. N. (2021). Adaptation of riverbanks community to urban green open space development. *The Innovation of Social Studies Journal*, 2(2), 127. <https://doi.org/10.20527/iis.v2i2.3074>
- Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a *Virtual Field Trip* in immersive virtual reality: Evidence for the immersion principle in multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1771–1798. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4>
- Mutiani, M., Abbas, E. W., Syaharuddin, S., & Susanto, H. (2020). Membangun komunitas belajar melalui lesson study model *transcript based learning analysis* (TBLA) dalam pembelajaran sejarah. *Historia Jurnal Pendidik dan Peneliti Sejarah*, 3(2), 113–122. <https://doi.org/10.17509/historia.v3i2.23440>
- Nining, N., Hartati, S., & Maspupah, M. (2025). Profil kemampuan literasi sains siswa pada materi perubahan lingkungan melalui model pembelajaran Learning Cycle berbantu media Padlet. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(9), 4387–4396. <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i9.8588>
- Oktaviana, R., Supriatno, B., & Riandi, R. (2022). Penggunaan metode *Virtual Field Trip* berbantuan augmented reality terhadap kemampuan literasi biodiversitas siswa. *EduNaturalia: Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.26418/edunaturalia.v3i1.54275>
- Paramadani, A. S. (2024). Peran penting karbon biru dalam mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir Indonesia. *Jurnal Relasi Publik*, 2(4), 23–36. <https://doi.org/10.59581/jrp-widyakarya.v2i4.4129>
- Pertiwi, T. U., Oetomo, D., & Sugiharto, B. (2024). The effectiveness of STEM project-based learning in improving students' environmental literacy abilities. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 476–485. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.33562>
- Putra, A. K., Purwanto, P., Islam, M. N., Hidayat, W. N., & Fahmi, M. R. (2022). Development of mobile virtual field trips in Ijen Crater geosites based on 360° autostereoscopic and geospatial technology. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 41(2), 456–463. <https://doi.org/10.30892/GTG.41216-850>

- Rachmadtullah, R., Rasmitadila, Aliyyah, R. R., Samsudin, A., & Syaodih, E. (2024). Project-based learning in environmental education to enhance students' environmental awareness and critical thinking skills. *Journal of Education and Learning Research*, 5(1), 45–56.
- Selasmawati & Lidyasari, A. T. (2023). Project-Based Learning (PjBL) learning model in improving critical thinking abilities in elementary schools to support 21st century learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 1165–1170. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4776>
- Youhanita, E., & Anjani, A. R. (2025). Virtual Field Trip sebagai media pembelajaran berbasis multikultural untuk meningkatkan kualitas pendidikan. *Jurnal Edu Research*, 6(2), 1143–1150. <https://doi.org/10.47827/jer.v6i2.919>
- Yuniati, Y., & Purwandari, R. D. (2025). Implementation of project-based learning (pjbl) model in science subject for grade v at SDN 2 sered on ecosystem material. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 25, 90–92. <https://conferenceproceedings.ump.ac.id/pssh/article/view/1675>
- Zulaiha, Z., Hartono, H., & Siahaan, S. M. (2025). Needs analysis for the development of web-based learning multimedia on climate change issues to support junior high school students' literacy. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(3), 1481–1490. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i3.1596>