

P-ISSN: 2355 - 8245 E-ISSN: 2614 - 5480	<b>JPIPS : JURNAL PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL</b> Available online : <a href="http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/jpips">http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/jpips</a>	Vol. 10, No. 1, Desember 2023 Halaman: 1-20
--	--	---

## **Pengembangan Media Pembelajaran *Progressive Web App* Berbasis *Environmental Learning* untuk Meningkatkan *Ecoliteracy* Siswa**

**A.Riyan Rahman Hakiki<sup>1\*</sup>, Sumarmi<sup>2</sup>, Syamsul Bachri<sup>3</sup>, Ramadhani Lausi Mkumbachi<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No.5, Sumbersari Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

<sup>4</sup>Department of Geography, Delhi School of Economics, University of Delhi, Benito Juarez Marg, South Campus, South Moti Bagh, New Delhi, Delhi 110021, India

<sup>1</sup>[ariyan.rahman.2107218@students.um.ac.id](mailto:ariyan.rahman.2107218@students.um.ac.id) , <sup>2</sup>[sumarmi.fis@um.ac.id](mailto:sumarmi.fis@um.ac.id),

<sup>3</sup>[syamsul.bachri.fis@um.ac.id](mailto:syamsul.bachri.fis@um.ac.id), <sup>4</sup>[rmkumbachi@geography.du.ac.in](mailto:rmkumbachi@geography.du.ac.in)

*Received: 18-04-2023.; Direvisi: 10-05-2023; Disetujui: 17-05-2023*

*Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15548/20995>*

**Abstract:** *Ecoliteracy* sebagai solusi praktis untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Pada proses pembelajaran di sekolah, masih belum ada media yang mendukung pembelajaran *ecoliteracy*. Penelitian bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *progressive web app* yang layak dan efektif meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan tahapan model ADDIE. Subjek penelitian yakni 70 siswa SMAN 1 Pamekasan terdiri 35 siswa kelas XI F (eksperimen) dan 35 siswa kelas XI E (kontrol). Penentuan subjek penelitian menggunakan teknik *simple random sampling*. Pengumpulan data menggunakan wawancara, angket, dan tes dengan teknik analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Penelitian menghasilkan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* yang layak dan efektif. Hasil implementasi menunjukkan *progressive web app* berbasis *environmental learning* menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan *ecoliteracy* siswa.

**Keywords:** *ecoliteracy; progressive web app; environmental learning*

### **Developing Progressive Web App Learning Media Based on Environmental Learning to Improve Students' Ecoliteracy**

**Abstract:** *Ecoliteracy as a practical solution to environmental problems. In the learning process at school, there is still no media that supports ecoliteracy learning. The research aims to develop a progressive web app learning media that is feasible and effective in improving students' ecoliteracy. This research uses the Research and Development method with the ADDIE model stages. The research subjects were 70 students of SMAN 1 Pamekasan consisting of 35 students of class XI F (experimental) and 35 students of class XI E (control). Determination of research subjects using simple random sampling technique. Data collection used interviews, questionnaires, and tests with qualitative and quantitative descriptive analysis techniques. The research produced a learning media progressive web app based on environmental learning that*

*is feasible and effective. The implementation results show that the progressive web app based on environmental learning is an innovative solution to improve students' ecoliteracy.*

***Keywords: ecoliteracy; progressive web app; environmental learning***

## PENDAHULUAN

Proses pendidikan di Indonesia pada umumnya tidak terlepas dari lingkungan. Tujuan dari pendidikan seharusnya memberikan dampak yang baik untuk lingkungan, akan tetapi saat ini permasalahan lingkungan semakin meningkat yakni pencemaran lingkungan akibat limbah industri, pergeseran pola konsumsi masyarakat yang konsumtif, dan pencemaran oleh limbah rumah tangga atau sampah (Kospa, 2021). Dengan demikian, dapat dilihat bahwa peningkatan jumlah penduduk, perkembangan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan taraf hidup masyarakat telah mempercepat akumulasi sampah (Mujiwati, Paramitha, & Maulana, 2020). Solusi dari permasalahan sampah membutuhkan pengetahuan, perilaku dan sikap yang bijak dan bertanggung jawab dari setiap individu dalam menjaga kualitas lingkungan hidup, sehingga lingkungan hidup mampu menopang segala aktivitas kehidupan (Martini, Rosdiana, Subekti, & Setiawan, 2018). Karena tidak dapat dipungkiri bahwa masalah lingkungan disebabkan oleh perilaku dan sikap individu dalam aktivitas kehidupan sehari-hari (Syamsur Rizal, 2020). Dalam konteks perilaku manusia yang acuh tak acuh terhadap keadaan sumber daya alam dan lingkungan, maka diperlukan kemampuan literasi lingkungan (Kurniasari, 2018). Kepedulian atau kesadaran setiap individu terhadap kondisi lingkungan akan sangat berpengaruh bagi keberlangsungan hidup manusia (Dewi, Kurniawan, Matsumoto, Rachman, & Mulyadi, 2020; Ferdyan, Vauzia, Zulyusuri, Santosa, & Razak, 2021). Pendidikan *ecoliteracy* di sekolah menjadi langkah pemecahan masalah yang dilakukan untuk menumbuhkan literasi lingkungan (Noverita, Darliana, & Darsih, 2022). Dengan adanya pembelajaran *ecoliteracy* dapat menyadarkan siswa untuk peduli terhadap alam dan lingkungan sekitar.

*Ecoliteracy* adalah kecerdasan ekologis yang didasarkan pada aspek kognitif tentang bagaimana lingkungan mendukung kehidupan makhluk hidup. *Ecoliteracy* merupakan kecerdasan yang kompleks meliputi aspek pengetahuan, sikap, emosional, dan spiritual (McBride, Brewer, Berkowitz, & Borrie, 2013; Noverita et al., 2022). Keberhasilan *ecoliteracy* didukung oleh pengetahuan, kesadaran, dan kecakapan hidup yang bersinergi dengan kelestarian lingkungan (Amalia Nurmasitoh & Rahayu, 2021). Sekolah mempunyai tugas tersendiri dalam membangun kesadaran lingkungan, dan meningkatkan kecerdasan ekologis masyarakat (Syah, Hidayat, Yuca, Ardi, & Magistarina, 2021). Sekolah tidak hanya menjadi wadah dalam belajar, akan tetapi juga berperan penting dalam mendidik siswa untuk paham akibat dari tindakan manusia terhadap lingkungan dan tempat tinggal yang berkelanjutan (Nadiroh, Hasanah, & Zulfa, 2019; Nurlaili, 2018). Dalam hal ini, sekolah khususnya guru memiliki tanggung jawab untuk mendidik masyarakat melalui pendidikan *ecoliteracy* dan pengelolaan serta pemanfaatan yang benar (Putri, Japar, & Bagaskorowati, 2019; Tyas, Nurharini, Wulandari, & Isdaryanti, 2021). Model dan media pembelajaran yang dimanfaatkan guru dalam mengajarkan materi sangat berpengaruh terhadap sikap peduli lingkungan siswa (Nurbaeti, Supriatna, & Zulfikar, 2020).

Model dan media pembelajaran abad 21 lebih banyak memanfaatkan teknologi khususnya internet untuk mendukung proses pembelajaran. Proses pembelajaran siswa

abad 21, guru harus dapat menyesuaikan model dan media pembelajaran berdasarkan karakteristik siswa (Aigul et al., 2022; Supratman & Purwaningtias, 2018). Media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi sudah diterapkan dalam proses pembelajaran di sekolah (Mircea, Stoica, & Ghilic-Micu, 2021). Pemanfaatan teknologi digital menjadi kebutuhan bagi segala usia (Ma & Li, 2021). Siswa pada era digital adalah generasi muda yang hidup di dunia yang penuh dengan perangkat digital dan jaringan *online* (Sulistiyarini & Sabirin, 2020). Proses pembelajaran di kelas, guru bukanlah pusat atau sumber pengetahuan, melainkan sebagai fasilitator (Rahma, Sucipto, Affriyenni, & Widayaswari, 2021; Sulistiyarini & Sabirin, 2020). Oleh sebab itu, diperlukan model dan media pembelajaran berbasis teknologi yang selaras dengan karakteristik dan lingkungan siswa (Abbas, Aman, Nurunnabi, & Bano, 2019; Yurinova, Byrdina, & Dolzhenko, 2022).

Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* merupakan media pembelajaran berbasis aplikasi dan web yang menggunakan bantuan teknologi dan internet (Huber, Demetz, & Felderer, 2021). Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* adalah media pembelajaran dengan teknologi aplikasi web modern yang diintegrasikan dengan model pembelajaran berbasis lingkungan (Biørn-Hansen, Majchrzak, & Grønli, 2017). Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* mempunyai ciri utama yaitu dapat *reliable*, *fast*, dan *attractive*, pengguna dapat menggunakan aplikasi meskipun dalam kondisi koneksi internet yang minim bahkan *offline* (Adi, Akbar, & Khotimah, 2018; Tandel, 2018). Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* adalah kombinasi elemen web dan aplikasi, yang merupakan konsep untuk aplikasi berbasis web yang mengandalkan teknologi web terbaru (Carneiro, 2018; Setiawan & Putro, 2020). Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* berisi materi beserta tahapan pembelajaran yang dapat dilaksanakan oleh guru dan siswa dengan memanfaatkan lingkungan di sekitar siswa. Model pembelajaran *environmental learning* dapat dikemas dengan bantuan Media pembelajaran *progressive web app* untuk memudahkan guru dalam pelaksanaannya (Biørn-Hansen, Majchrzak, & Grønli, 2018).

*Environmental learning* ialah model pembelajaran yang melibatkan siswa dan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar. Pembelajaran menggunakan model *environmental learning* pada dasarnya mendekatkan dan mengintegrasikan siswa dengan lingkungannya, sehingga tercipta rasa peduli, cinta, dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitarnya (Perdiawan, 2021). *Environmental learning* memiliki dua cara pembelajaran, yaitu membawa siswa langsung ke lingkungan, dan membawa sumber daya lingkungan ke dalam kelas untuk belajar (Amalia Nurmasitoh & Rahayu, 2021). Pembelajaran dengan memanfaatkan lingkungan sekitar berarti siswa mendapatkan pengalaman dan pemahaman secara langsung dengan mengamati lingkungan yang ada di sekitar, yakni di rumah maupun di sekolah (Rini & Cholifah, 2020). Lingkungan sekitar merupakan sarana belajar yang dapat didayagunakan dalam mencapai proses pembelajaran dan menghasilkan pendidikan yang berkualitas (Desriana, Amsal, & Husita, 2018). Belajar dengan model *environmental learning* lebih menarik dan terkesan melekat pada diri siswa (Sari, Dwikoranto, & Lestari, 2021). Model ini mampu memperkuat motivasi belajar dan kesadaran lingkungan sehingga dapat meningkatkan literasi lingkungan (*ecoliteracy*).

Berdasarkan penjelasan tersebut, *ecoliteracy* siswa dapat ditingkatkan melalui pendidikan lingkungan yang dilaksanakan oleh guru dengan memanfaatkan media

pembelajaran yang diintegrasikan dengan model *environmental learning*. Sesuai dengan hasil penelitian (Firdausi & Wulandari, 2021) menunjukkan penggunaan media berbasis web berpengaruh positif terhadap pengetahuan *ecoliteracy* siswa. Hasil penelitian (Afifah & Rofiah, 2020) juga menunjukkan bahwa media tersebut layak digunakan dan efektif untuk meningkatkan *ecoliteracy* siswa melalui daur ulang sampah botol plastik. Model *environmental learning* dapat meningkatkan *ecoliteracy* siswa yang ditunjukkan pada hasil penelitian (Ikhsan, Kurnianto, Apriyanto, Nurdin, & Bachtiar, 2019) memperoleh hasil yang positif terhadap pengetahuan, sikap, dan kebiasaan siswa dalam merespons lingkungan.

Berdasarkan analisis kondisi lapangan dan analisis kebutuhan media yang dilakukan di SMAN 1 Pamekasan, diperoleh bahwa pembelajaran berkaitan dengan *ecoliteracy* masih belum maksimal diterapkan di sekolah karena kurangnya media serta model pembelajaran yang mendukung pembelajaran berkaitan dengan *ecoliteracy*. Model yang digunakan di sekolah masih menggunakan model konvensional dengan metode ceramah yang didukung oleh media pembelajaran seperti *powerpoint* saja. Hal tersebut berakibat kurang sadarnya siswa terhadap permasalahan lingkungan yang terjadi di sekitar mereka. Siswa masih memiliki tingkat kesadaran lingkungan rendah yang ditandai dengan masih banyaknya penggunaan plastik tanpa memikirkan dampak yang akan ditimbulkan. Guru dan siswa sangat setuju apabila dikembangkan media pembelajaran berbasis teknologi yaitu media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* sebagai upaya untuk meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Dengan demikian, perlu dikembangkan sebuah media pembelajaran yang mengandalkan teknologi, yaitu media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* yang dapat meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Kemampuan ini sangat penting untuk mempersiapkan generasi masa depan yang sadar dan peduli terhadap lingkungan. Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* dapat digunakan pada semua perangkat digital seperti *handphone* dan laptop dalam pembelajaran (Huber, Demetz, & Felderer, 2022). Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* dapat membantu memudahkan guru dalam proses penyampaian materi atau proyek kepada siswa. Siswa juga dapat mengakses materi pembelajaran dengan mudah berkaitan dengan lingkungan, sesuai dengan karakteristik masing-masing siswa. Pengembangan Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* merupakan solusi dalam meningkatkan *ecoliteracy* siswa.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tahapan pengembangan model ADDIE. Model pengembangan ADDIE tersusun dari 5 tahapan secara terprogram dan sistematis (Mohd Jais, Ishak, & Md Yunus, 2022; Salas-Rueda, Salas-Rueda, & Salas-Rueda, 2020). Pemilihan model ADDIE didasarkan pada fakta bahwa model sistematis dan sesuai dengan landasan teori desain pembelajaran (Wibowo & Xie, 2022). Berikut tabel 1 merupakan prosedur pengembangan model ADDIE dalam penelitian:

Tabel 1. Prosedur Pengembangan

Tahapan ADDIE	Kegiatan
<i>Analysis</i>	a. Analisis kebutuhan lapangan b. Analisis kebutuhan guru dan siswa c. Analisis urgensi media
<i>Design</i>	a. Merancang prototipe b. Merancang materi c. Merancang instrumen
<i>Development</i>	a. Pengembangan produk b. Uji validasi dan kelayakan
<i>Implementation</i>	a. Implementasi produk b. Uji efektivitas terhadap <i>ecoliteracy</i> siswa
<i>Evaluation</i>	a. Evaluasi produk b. Desiminasi produk

Subjek uji coba penelitian yakni 70 siswa kelas XI peminatan geografi SMAN 1 Pamekasan, yang terdiri dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Teknik *simple random sampling* digunakan dalam menentukan subjek penelitian, sehingga dipilih 35 siswa kelas XI E untuk kelompok kontrol dan 35 siswa kelas XI F untuk kelompok eksperimen. Media yang dikembangkan kemudian dilakukan uji kelayakan oleh ahli yakni validator media dan validator materi kemudian dilakukan uji coba kepada siswa. Jenis data yang diperoleh yakni data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari kritik, saran, dan respon dari dua validator, satu guru, dan 35 siswa berdasarkan pengembangan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning*. Data kuantitatif diperoleh dari hasil nilai persentase uji kelayakan media dan uji efektivitas media terhadap *ecoliteracy* siswa.

Teknik yang digunakan pada proses pengumpulan data yakni wawancara, angket, dan tes. Instrumen pengumpulan data menggunakan kombinasi angket terbuka dan tertutup serta pedoman wawancara. Kombinasi angket terbuka dan tertutup akan disebarkan kepada siswa untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Sedangkan instrumen tes berupa soal-soal kemampuan *ecoliteracy*. Nilai *ecoliteracy* siswa diperoleh dengan instrumen penilaian tes (pengetahuan), angket kepedulian lingkungan (sikap), dan lembar portofolio produk (keterampilan).

Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data hasil persentase kemudian dikonversikan ke dalam kalimat deskriptif. Data hasil validasi dari validator dan subjek penelitian dikonversikan ke dalam bentuk persentase untuk melihat kelayakan media dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Perolehan data persentase kelayakan kemudian diklasifikasikan pada kriteria kelayakan yang ditampilkan tabel 2. Sebelum tahap uji efektivitas, dilakukan uji pada instrumen penelitian yang digunakan yakni uji validitas dan uji reliabilitas. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan di kelas XII IPS kelas tiga di SMAN 1 Pamekasan sebanyak 34 orang. Kelas tersebut bukan merupakan sampel dalam penelitian. Sebelum dilakukan uji efektivitas dilakukan uji prasyarat meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

Uji efektivitas diperoleh dari nilai rata-rata *posttest ecoliteracy* siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen yang diperoleh dari nilai pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Hipotesis pada penelitian yakni sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* tidak berpengaruh terhadap *ecoliteracy* siswa

H<sub>1</sub>: Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* berpengaruh terhadap *ecoliteracy* siswa.

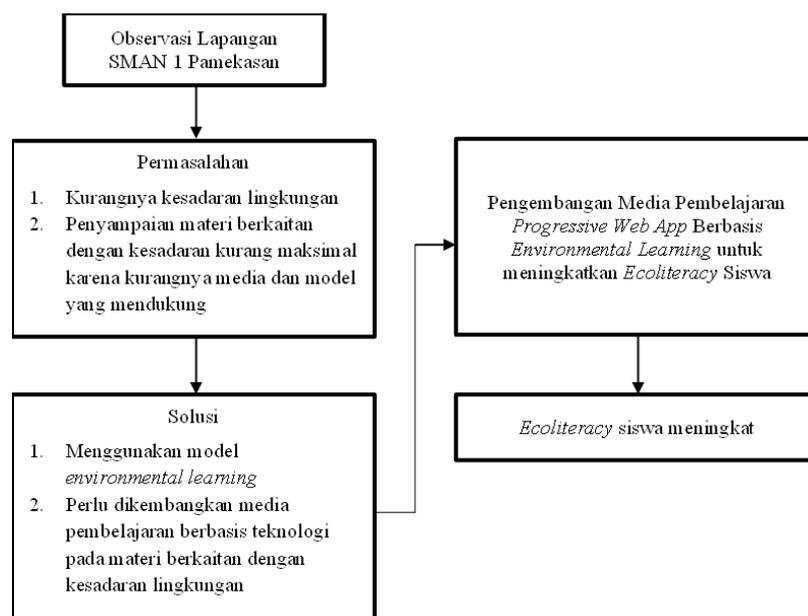
Uji hipotesis atau efektivitas menggunakan *independent sample t test* dengan taraf signifikansi 0,05. Ketentuan keputusan jika nilai signifikansi < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima. Jika nilai signifikansi > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima dan H<sub>1</sub> ditolak.

Tabel 2. Klasifikasi Kelayakan dan Efektivitas Media

Rentang nilai (%)	Kualifikasi
81 – 100	Sangat layak/Sangat efektif
61 – 80	Layak/Efektif
41 – 60	Cukup layak/Cukup efektif
21 – 40	Kurang layak/Kurang efektif
0 – 20	Tidak layak/Tidak efektif

### Tahap Analysis

Tahap analisis dilakukan untuk menentukan kebutuhan pengembangan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning*. Pada tahap analisis dilakukan identifikasi keadaan lingkungan belajar siswa menggunakan wawancara dan angket analisis kebutuhan. Wawancara dilakukan kepada delapan siswa dan satu guru Geografi SMAN 1 Pamekasan. Wawancara dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui kondisi pembelajaran terkait media pembelajaran yang digunakan, pembelajaran literasi lingkungan di SMAN 1 Pamekasan, serta sarana dan prasarana di dalam kelas. Berdasarkan wawancara dan kuesioner kebutuhan dengan guru dan siswa, diketahui bahwa pembelajaran *ecoliteracy* di SMAN 1 Pamekasan masih belum optimal, dan belum ada media berbasis teknologi yang mendukung pembelajaran tersebut. Guru dan siswa sangat setuju untuk mengembangkan media berbasis teknologi untuk pembelajaran *ecoliteracy*. Sehingga peneliti melakukan pengembangan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* untuk *ecoliteracy* siswa.



Gambar 1. Analisis Kebutuhan Produk

### Tahapan *Design*

Tahapan *design* merupakan tahap perencanaan konsep dan prototipe produk yang akan dikembangkan. Konsep dan prototipe produk dirancang sesuai dengan analisis kebutuhan siswa dan guru. Pada tahap ini, peneliti menentukan desain atau prototipe produk sesuai dengan kebutuhan guru dan siswa. Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* merupakan aplikasi web yang berisi berbagai fitur dan media. Pada tahapan desain juga dirancang instrumen penelitian yakni uji kelayakan dan uji efektivitas media terhadap *ecoliteracy* siswa. Instrumen uji kelayakan terdiri dari lembar validasi ahli dan lembar uji coba kelayakan siswa. Instrumen uji efektivitas media diukur dengan nilai rata-rata siswa dalam aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Instrumen tersebut dikembangkan sesuai dengan kompetensi inti *ecoliteracy* dari *The Centre for Ecoliteracy*.

### Tahapan *Development*

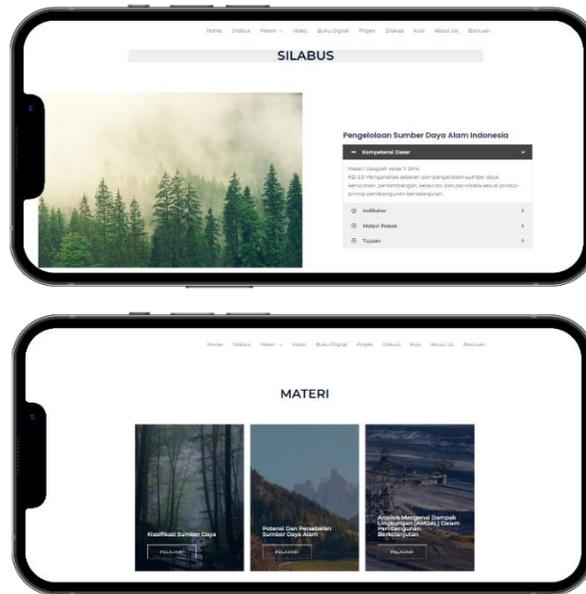
Tahapan pengembangan merupakan kegiatan realisasi produk yang telah dirancang pada tahapan sebelumnya. Hasil dari tahapan pengembangan ini adalah media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* yang diberi nama "LEGO (*Learning Geography*)". Media pembelajaran *progressive web app* dapat digunakan oleh siswa kapanpun dan dimanapun dengan semua perangkat digital. Media pembelajaran *progressive web app* dikembangkan dengan *progressive web app* sehingga dapat digunakan dalam bentuk web atau aplikasi tanpa harus mengunduh, dan dapat dijalankan dalam kondisi internet yang kurang baik sekalipun secara *offline*. Media pembelajaran *progressive web app* diintegrasikan dengan model *environmental learning* yang terdiri dari beberapa langkah atau sintaks yakni 1) guru mengamati kebutuhan lingkungan belajar siswa; 2) guru Menyusun tema dan materi sesuai dengan lingkungan sekitar siswa; 3) siswa mendeskripsikan lingkungan sekitar secara singkat; 4) siswa dan guru melakukan proses pembelajaran di luar kelas; 5) guru memberikan permasalahan lingkungan dan mengajak siswa merenungkan kesalahan yang telah dilakukan terhadap lingkungan; 6) siswa melakukan tes; 7) guru dan siswa melakukan evaluasi pembelajaran. Hal tersebut bertujuan untuk membantu guru dalam penyampaian materi, khususnya terkait *ecoliteracy*.



Gambar 2. Tampilan menu awal

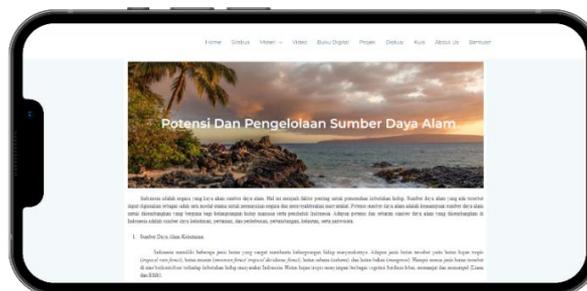
Berdasarkan analisis kebutuhan dan analisis kondisi lapangan, diperoleh hasil bahwa siswa memiliki *ecoliteracy* rendah yang ditandai dengan masih banyaknya sampah terutama penggunaan sampah plastik di sekolah tanpa pengelolaan lebih lanjut. Berdasarkan analisis kebutuhan guru dan siswa bahwa pendidikan lingkungan di SMAN 1 Pamekasan masih belum optimal, begitu juga dengan media yang mendukung proses pembelajaran *ecoliteracy* masih belum ada. Guru dan siswa sangat setuju jika

dikembangkan media berbasis teknologi yang berkaitan dengan *ecoliteracy* siswa. Media pembelajaran *progressive web app* dikembangkan berdasarkan materi pengelolaan sumber daya alam Indonesia yang dilengkapi dengan fitur-fitur digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu menu silabus, materi, video, buku digital, kuis, proyek, dan ruang diskusi.



Gambar 3. Tampilan menu silabus dan materi

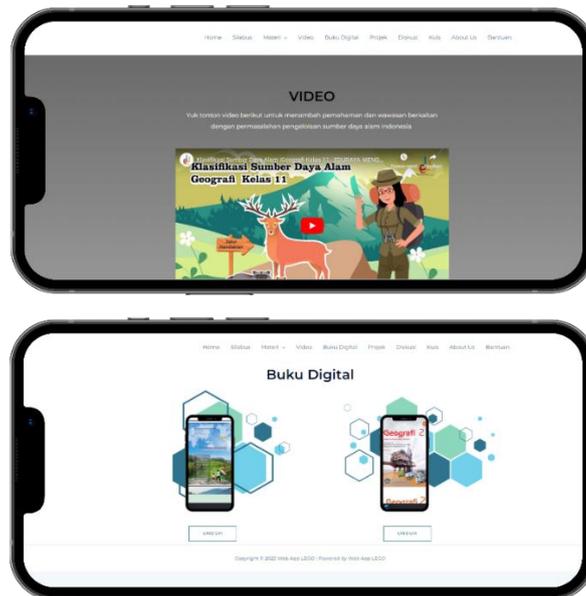
Menu silabus berisi kompetensi dasar, indikator, materi pokok, dan tujuan yang akan dicapai dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran *progressive web app* berisi konten tentang pengelolaan sumber daya alam Indonesia yang terdiri dari pokok bahasan klasifikasi sumber daya, potensi dan persebaran sumber daya alam, dan analisis dampak lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan. Media pembelajaran *progressive web app* terintegrasi dengan model *environmental learning* sehingga siswa dan guru dapat mempelajari materi secara langsung dengan memanfaatkan lingkungan di sekitar siswa.



Gambar 4. Tampilan konten materi

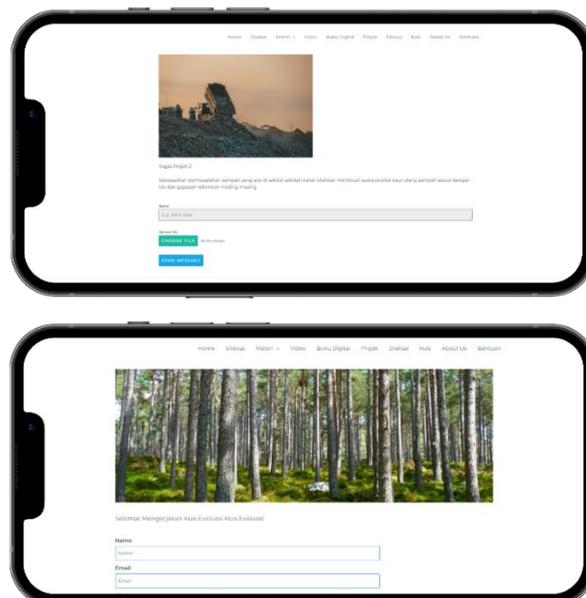
Konten pada media pembelajaran *progressive web app* disajikan dengan teks yang didukung dengan gambar sesuai dengan lingkungan sekitar siswa agar lebih tertarik dan termotivasi untuk belajar. Konten yang disajikan telah diselarasakan dengan kompetensi

dasar dan indikator pencapaian. Pada akhir materi pelajaran terdapat tugas yang harus dikerjakan siswa setelah proses pembelajaran.



Gambar 5. Tampilan fitur video dan buku digital

Media pembelajaran *progressive web app* dilengkapi dengan fitur digital seperti menu video dan menu buku digital. Menu video berisi kumpulan video materi dan video permasalahan yang berkaitan dengan lingkungan hidup di Indonesia. Tujuannya adalah agar siswa dapat belajar di luar konten pada menu materi dan dapat menganalisa permasalahan lingkungan yang terjadi di sekitar mereka sehingga dapat mencari solusi dari permasalahan tersebut. Menu buku digital dapat digunakan oleh siswa untuk menambah referensi terkait materi pengelolaan sumber daya alam Indonesia.



Gambar 6. Tampilan menu kuis dan proyek

Dalam proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran *progressive web app* terdapat menu kuis dan project sebagai evaluasi siswa setelah melalui proses pembelajaran. Di akhir proses pembelajaran, siswa diharuskan untuk mengerjakan kuis yang telah tersedia di dalam media pembelajaran *progressive web app*. Kuis tersebut berupa pertanyaan pilihan ganda yang berkaitan dengan materi. Setelah siswa mengerjakan kuis, nilai yang diperoleh siswa langsung masuk ke dalam data guru melalui sistem *online*. media pembelajaran *progressive web app* juga dilengkapi dengan proyek untuk membantu siswa meningkatkan keterampilan *ecoliteracy* mereka. Proyek yang dikerjakan oleh siswa dapat dikumpulkan langsung melalui media pembelajaran *progressive web app*. Sehingga guru dapat menilai hasil proyek tersebut.



Gambar 7. Tampilan menu bantuan

Apabila terdapat kendala saat menggunakan media pembelajaran *progressive web app*, siswa dapat menggunakan menu bantuan yang berisi pertanyaan dan jawaban dalam menggunakan media ini. Tujuannya adalah untuk membantu memudahkan siswa dalam menggunakan media pembelajaran *progressive web app* secara maksimal.

Keuntungan dari media pembelajaran *progressive web app* adalah bahwa siswa dapat mengakses kapan saja dan di mana saja dengan perangkat digital apa pun seperti ponsel dan laptop. Media pembelajaran *progressive web app* menggabungkan unsur web dan aplikasi sehingga dapat digunakan dalam bentuk web atau aplikasi sekaligus tanpa harus mendownload, bahkan ketika internet sedang lemah atau *offline*. Sehingga internet tidak membatasi siswa dalam menggunakan media ini. Media pembelajaran *progressive web app* juga mendukung pembelajaran jarak jauh secara mandiri dengan sistem *online* dan fitur-fitur digital seperti materi, video, kuis, proyek, dan buku digital. Sehingga siswa dapat mengatur gaya belajar dan waktu belajar mereka sendiri. Media pembelajaran *progressive web app* juga terintegrasi dengan model *environmental learning* yang dapat membuat siswa lebih peka dan memahami masalah lingkungan di sekitar mereka. Media pembelajaran *progressive web app* juga memiliki kekurangan, yaitu mengalami *error* pada beberapa perangkat hp dan materi hanya terbatas pada pengelolaan sumber daya alam Indonesia.

Media pembelajaran yang telah dikembangkan kemudian dilakukan uji kelayakan. Kelayakan media pembelajaran *progressive web app* diperoleh dari hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi. Serta uji coba kelayakan oleh guru dan 70 siswa kelas XI peminatan geografi. Berdasarkan hasil validasi oleh validator ahli media menggunakan tiga kriteria penilaian yakni pada kualitas isi dan tujuan, media pembelajaran memperoleh persentase 87%. Pada kriteria penilaian kualitas instruksional media pembelajaran memperoleh persentase 95%. Pada kriteria penilaian kualitas teknis memperoleh persentase 82%. Secara keseluruhan media pembelajaran memperoleh

persentase 85% dengan kualifikasi sangat layak. Sedangkan validasi materi menggunakan empat kriteria penilaian memperoleh hasil pada kriteria penilaian kualitas isi dan tujuan memperoleh persentase 80%. Pada kriteria penilaian kualitas instruksional memperoleh persentase 88%. Pada kriteria penilaian kualitas teknis memperoleh persentase 80%. Pada kriteria penilaian soal latihan memperoleh persentase 87%. Secara keseluruhan validasi materi memperoleh persentase 84% dengan kualifikasi sangat layak. Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* tergolong "Sangat Layak" untuk diujicobakan.

Uji coba kelayakan menggunakan tiga aspek penilaian yang diberikan kepada guru dan siswa. Berdasarkan hasil uji coba diperoleh hasil pada aspek tampilan memperoleh nilai persentase 92%. Pada aspek sajian materi memperoleh nilai persentase 91%. Pada aspek kegunaan memperoleh nilai persentase 88%. Secara keseluruhan media pembelajaran memperoleh nilai persentase 91%. Media pembelajaran *progressive web app* tergolong "Sangat Layak" untuk digunakan. Setelah dilakukan uji kelayakan, maka dilakukan uji efektivitas terhadap kemampuan *ecoliteracy* siswa.

### **Tahapan Implementation**

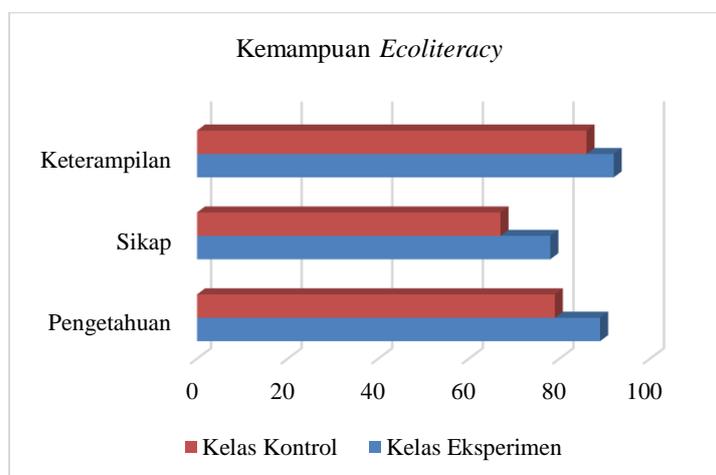
Pada tahapan implementasi, peneliti melakukan uji coba pada 70 siswa peminatan geografi di SMAN 1 Pamekasan. Implementasi ini menggunakan dua kelas, yakni 35 siswa kelas XI E untuk kelompok kontrol dan 35 siswa kelas XI F untuk kelompok eksperimen, tujuannya untuk melihat pengaruh penggunaan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* terhadap *ecoliteracy* siswa. Pada tahap implementasi, kelompok eksperimen menggunakan *treatment* dengan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning*. Kemudian siswa dibagi menjadi 6 kelompok untuk menganalisis permasalahan lingkungan yang ada di lingkungan sekolah. Di akhir pembelajaran, siswa mempresentasikan hasil analisis tersebut. Siswa juga diberikan tugas kelompok untuk membuat produk daur ulang sampah berdasarkan permasalahan lingkungan yang ada di sekolah. Di akhir pertemuan, siswa diberikan kuis untuk melihat pemahaman siswa setelah menggunakan media pembelajaran *progressive web app*, dan diberikan angket kepedulian lingkungan untuk melihat sikap siswa. Sementara itu, kelompok kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan menggunakan *powerpoint*.



Gambar 8. Implementasi produk

Uji efektivitas media terhadap *ecoliteracy* siswa dilakukan menggunakan *independent sample t test* dengan melihat hasil nilai *posttest ecoliteracy* kelas kontrol dengan kelas eksperimen. Nilai *ecoliteracy* siswa diperoleh dari hasil nilai rata-rata aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Data nilai *ecoliteracy* kelas kontrol dan kelas eksperimen yang diperoleh, kemudian diuji dengan aplikasi *SPSS 26.0 for Windows*. Akan tetapi sebelum dilakukan uji efektivitas perlu dilakukan uji instrumen yang terdiri dari uji validitas dan uji reliabilitas, serta dilakukan uji prasyarat meliputi

uji normalitas dan uji homogenitas. Pemaparan hasil analisis data penelitian sebagai berikut.



Gambar 9. Nilai *Ecoliteracy* Siswa

Instrumen pada penelitian dapat dikatakan baik apabila memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, sehingga instrumen tersebut harus diuji terlebih dahulu agar layak untuk digunakan. Uji instrumen meliputi uji validitas dan uji reliabilitas pada setiap butir instrumen.

Tabel 3. Hasil uji validitas instrumen

Butir	Sig. (2-tailed)	Keterangan
1	0.001	Valid
2	0.000	Valid
3	0.000	Valid
4	0.000	Valid
5	0.036	Valid
6	0.000	Valid
7	0.000	Valid
8	0.001	Valid
9	0.000	Valid
10	0.000	Valid

Uji validitas menggunakan *Pearson's Product Moment Correlation*. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen yang ditampilkan pada tabel 3 menunjukkan bahwa instrumen terdiri dari 10 butir. Keputusan instrumen valid apabila nilai signifikansi  $< 0,05$ . Hasil validitas menunjukkan bahwa pada seluruh butir instrumen memperoleh nilai  $< 0,05$ . Dengan demikian instrumen penelitian memperoleh hasil kualifikasi valid.

Tabel 4. Hasil uji reliabilitas

<i>N of Items</i>	<i>Cronbach's Alpha</i>
10	0.819

Sedangkan uji reliabilitas menggunakan *Cronbach Alpha*. Berdasarkan hasil uji reliabilitas yang ditampilkan pada tabel 4 memperoleh nilai 0,819. Pengambilan keputusan bahwa instrumen *reliable* apabila nilai  $> 0,6$ . Hasil uji reliabilitas yakni 0,819

$> 0,6$ , sehingga instrumen dapat dikatakan *reliable*. Dengan hasil yang diperoleh maka instrumen layak untuk digunakan.

Uji prasyarat dilakukan untuk menentukan penggunaan statistic parametrik atau non parametrik pada uji hipotesis. Uji prasyarat meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Pengambilan keputusan menggunakan statistic parametrik apabila hasil menunjukkan bahwa data bersifat normal dan homogen. Apabila data tidak bersifat normal dan homogen maka menggunakan statistic non parametrik.

Tabel 5. Hasil uji normalitas

Kelas	<i>Kolmogorov-Smirnov</i> Sig.	Keterangan
Kelas Kontrol	0.086	Normal
Kelas Eksperimen	0.156	Normal

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan *Kolmogorov Smirnov*. Keputusan bahwa data berdistribusi normal apabila nilai signifikansi  $> 0,05$ . Berdasarkan hasil uji normalitas yang ditampilkan pada tabel 5 memperoleh nilai signifikansi pada kelas kontrol  $0,086 > 0,05$  dan pada kelas eksperimen memperoleh nilai signifikansi  $0,156 > 0,05$ . Dengan demikian dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 6. Hasil uji homogenitas

Kelas	<i>Levene Statistic</i> Sig.	Keterangan
Kelas Kontrol dan kelas eksperimen	0.798	Homogen

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data bersifat homogen atau tidak. Uji homogenitas menggunakan *Levene Statistic* karena ingin mengetahui dua varian data dengan jumlah data yang sama. Uji homogenitas dilakukan dengan mencari selisih masing-masing data dengan rata-rata kelompok kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data dikatakan bersifat homogen apabila perolehan nilai signifikansi  $> 0,05$ . Berdasarkan hasil uji homogenitas yang ditampilkan pada tabel 6 diperoleh nilai  $0,798 > 0,05$  sehingga data bersifat homogen.

Berdasarkan uji prasyarat yang telah dilakukan diperoleh bahwa data berdistribusi normal dan bersifat homogen sehingga untuk analisis statistic yang digunakan untuk uji hipotesis menggunakan statistic parametrik yakni dengan uji *independent sample t test*.

Tabel 7. Hasil *independent sample t test*

<i>Independent Samples t Test</i>							
<i>Ecoliteracy Score</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>Std. Error Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
<i>Equal variances assumed</i>	-	69	0.000	-8.856	1.007	-10.865	-6.847
	8.794		0				

Berdasarkan hasil uji *independent sample t test* yang ditunjukkan pada tabel 7, didapatkan nilai *sig. (2 tailed)* yakni 0,000. Taraf kepercayaan yang digunakan ialah

0,05. Berdasarkan ketentuan keputusan, apabila nilai  $sig < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Berdasarkan hasil *independent sample t test* menunjukkan  $0,000 < 0,05$ , dan didukung oleh nilai rata-rata *ecoliteracy* kelas eksperimen menggunakan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* lebih tinggi. Berdasarkan hasil uji efektivitas tersebut memperoleh hasil penolakan  $H_0$  dan penerimaan  $H_1$ . Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* efektif dan berpengaruh positif terhadap *ecoliteracy* siswa.

### Tahapan Evaluation

Tahap Evaluasi berisi kegiatan evaluasi pada produk yang dikembangkan. Tahapan evaluasi dilakukan berdasarkan kegiatan uji coba atau implementasi yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil uji coba tersebut, didapatkan hasil atau tanggapan positif dari siswa mengenai media yang dikembangkan yakni sebagai berikut.

Tabel 8. Komentar Produk

No	Kritik/saran/komentar produk
1	Produk Media Pembelajaran "LEGO" sangat bermanfaat bagi anak-anak pada saat ini yang zamannya digital. Sehingga "LEGO" ini bisa dibuka dimanapun dan kapanpun.
2	Media pembelajaran "LEGO" Sudah sangat baik. Bisa memudahkan siswa dalam Media pembelajaran. Dan juga dengan adanya soal, bisa menjadi tambahan pengetahuan bagi siswa.
3	selebihnya untuk pembelajaran menggunakan media "LEGO" sangat menyenangkan apalagi disertai foto dan video pembelajaran yang dapat mempermudah para siswa dalam memahami materi tersebut, pertahankan dan tingkatkan kualitas media pembelajaran LEGO agar semakin unggul
4	Produk media pembelajaran "LEGO" sangat mendukung aktivitas pembelajaran siswa, media pembelajarannya sangat jelas
5	Overall, aplikasi lego ini menarik untuk saya yang suka kebingungan mencari materi lingkungan. tampilan dan user interfacenya mudah dipahami untuk saya yang gptek, semoga aplikasi ini makin bagus tiap hari

Setelah dilakukan evaluasi tidak terdapat perubahan yang perlu dilakukan karena berdasarkan tanggapan dari siswa bahwa media sudah layak untuk digunakan. Maka dilakukan diseminasi produk dengan cara menyebarluaskan link media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* kepada guru geografi agar dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran

### Pembahasan

Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* "LEGO" merupakan media pembelajaran yang dikembangkan untuk menunjang pembelajaran geografi yang berkaitan dengan kesadaran lingkungan guna meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Pembelajaran dengan memanfaatkan media *progressive web app* berbasis *environmental learning* dilakukan sebagai upaya untuk meminimalisir kerusakan lingkungan yang dapat ditimbulkan akibat perilaku manusia. Media pembelajaran *progressive web app* berisi materi tentang pengelolaan sumber daya alam Indonesia yang terintegrasi dengan model pembelajaran *environmental learning*. Guru dan siswa dapat melaksanakan pembelajaran dengan mengikuti langkah-langkah model *environmental learning* mengaitkan materi dengan lingkungan di sekitar siswa sebagai

sumber belajar, bertujuan agar siswa dapat lebih peduli terhadap lingkungan di sekitarnya.

Media *progressive web app* berbasis *environmental learning* sangat efektif dalam meningkatkan *ecoliteracy* siswa karena aksesibilitas yang sangat mudah siswa tidak perlu mengunduh untuk memulai pembelajaran, sehingga memudahkan siswa untuk belajar kapan saja dan dimana saja. Hal tersebut dapat membantu siswa untuk menambah pengetahuan berkaitan dengan kesadaran lingkungan. Media *progressive web app* dirancang dengan berbagai macam fitur digital seperti materi, buku digital, video, kuis, tugas proyek kelompok yang membuat siswa tertarik dan memungkinkan untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing. Konten visual yang menarik juga dapat membantu siswa untuk lebih memahami materi utamanya tentang permasalahan lingkungan yang sangat kompleks. Media *progressive web app* berbasis *environmental learning* dapat meningkatkan *ecoliteracy* siswa dengan memberikan kemampuan untuk melakukan pembelajaran mandiri dan berkelanjutan, hal ini dapat memungkinkan siswa untuk memperdalam pemahaman lingkungan secara terus menerus.

Pada proses implementasi menggunakan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* terdiri dari beberapa tahapan. Pada tahap pertama dilakukan penjelasan mengenai materi pengelolaan sumber daya alam Indonesia menggunakan media pembelajaran LEGO. Siswa diberikan tugas untuk mengidentifikasi sumber daya alam yang ada di sekitar mereka, bertujuan untuk menambah wawasan berkaitan dengan sumber daya alam yang terdapat di lingkungan mereka. Pada tahap kedua dilakukan pembelajaran di luar kelas mengaitkan materi dengan permasalahan lingkungan di sekolah, siswa dituntut untuk menganalisis permasalahan lingkungan di sekolah dan memberikan solusi dari masalah tersebut. Pada tahap ketiga siswa membuat proyek kelompok untuk mengatasi permasalahan lingkungan, bertujuan untuk menumbuhkan keterampilan dengan membuat daur ulang sampah plastik. Pada tahap keempat dilakukan evaluasi dengan mengerjakan soal. Kegiatan pembelajaran dengan media *progressive web app* berbasis *environmental learning* secara tidak langsung menumbuhkan *ecoliteracy* siswa melalui aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* efektif meningkatkan *ecoliteracy* siswa, terbukti dengan hasil uji efektivitas yang telah dilakukan. Berdasarkan uji efektivitas media terhadap *ecoliteracy* siswa yang dilakukan menggunakan uji *independent sample t test* memperoleh hasil nilai signifikansi yakni 0,000 dan taraf signifikansi yang digunakan ialah 0,05. Berdasarkan taraf signifikansi yang digunakan dan pengambilan keputusan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* berpengaruh terhadap *ecoliteracy* siswa.

## KESIMPULAN

Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* merupakan media pembelajaran yang menggabungkan web dan aplikasi menjadi satu. Media pembelajaran *progressive web app* diintegrasikan dengan model *environmental learning* yang bertujuan agar siswa lebih peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup di sekitarnya. Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* berisi materi pengelolaan sumber daya alam Indonesia yang dilengkapi dengan fitur-fitur digital untuk memudahkan siswa dalam memahami materi. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* layak dan efektif meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Dengan demikian, media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* dapat menjadi solusi inovatif sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan *ecoliteracy* siswa. Kelemahan yang terdapat pada media dapat diminimalisir dengan pengembangan media lebih lanjut.

Media pembelajaran *progressive web app* berbasis *environmental learning* mempunyai beberapa kekurangan. Kekurangan ini dapat dijadikan acuan oleh peneliti selanjutnya dalam mengembangkan produk yang lebih baik lagi. Adapun kekurangannya antara lain 1) media hanya berisi materi pengelolaan sumber daya alam Indonesia; 2) media menggunakan sistem *hosting*, hanya berlaku satu tahun, sehingga perlu memperpanjang waktu *hosting* agar dapat diakses kembali; 3) terjadi eror pada beberapa perangkat. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media sejenis dengan materi yang lebih luas dan dapat digunakan secara maksimal pada semua perangkat digital.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih banyak kepada pembimbing dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang yang telah membantu dalam proses penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada guru pengampu geografi dan siswa serta berbagai pihak di SMAN 1 Pamekasan atas kerja samanya sehingga dapat terselesaikan penelitian ini. Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada orang tua dan semua yang telah mendukung sehingga terselesaikannya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, J., Aman, J., Nurunnabi, M., & Bano, S. (2019). The impact of social media on learning behavior for sustainable education: Evidence of students from selected universities in Pakistan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/su11061683>
- Adi, L., Akbar, R. J., & Khotimah, W. N. (2018). Platform e-Learning untuk Pembelajaran Pemrograman Web Menggunakan Konsep Progressive Web Apps. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2–6. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24291>
- Afifah, S. N., & Rofiah, L. (2020). Pengembangan Sumber Dan Media Pembelajaran Ips Untuk Meningkatkan Ecoliteracy Peserta Didik. *Jipsindo*, 7(2), 136–161. <https://doi.org/10.21831/jipsindo.v7i2.34938>
- Aigul, A., Perizat, S., Tol kyn, Z., Zhanar, A., Sabira, A., & Bagdat, A. (2022). Adaptation of students to professional-oriented activities based on media technologies. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(1). <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i1.6717>
- Amalia Nurmasitoh, Q., & Rahayu, R. (2021). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Lingkungan Terhadap Sikap Pelestarian Lingkungan Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 8(1), 1–7. <https://doi.org/10.22202/jrfes.2021.v8i1.4570>

- Biørn-Hansen, A., Majchrzak, T. A., & Grønli, T. M. (2017). Progressive web apps: The possible web-native unifier for mobile development. *WEBIST 2017 - Proceedings of the 13th International Conference on Web Information Systems and Technologies*. <https://doi.org/10.5220/0006353703440351>
- Biørn-Hansen, A., Majchrzak, T. A., & Grønli, T. M. (2018). Progressive web apps for the unified development of mobile applications. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 322. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93527-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93527-0_4)
- Carneiro, J. (2018). *Progressive Web Apps : Concepts and Features* Palavras-chave : I . Introduction III . Performance. 7–10.
- Desriana, D., Amsal, A., & Husita, D. (2018). Perbandingan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Lingkungan Dengan Media Internet Dalam Pembelajaran Asam Basa di MAN Indrapuri. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 2(1), 50–55. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i1.10729>
- Dewi, L., Kurniawan, D., Matsumoto, T., Rachman, I., & Mulyadi, D. (2020). Pendidikan Lingkungan Hidup Mengenai Pengelolaan Dan Pengolahan Sampah: Perspektif Peserta Didik. *Edutech*, 1(2).
- Ferdyan, R., Vauzia, Zulyusuri, Santosa, T. A., & Razak, A. (2021). Model Pendidikan Lingkungan Hidup: Kegiatan Pembelajaran pada Siswa Sebagai Bagian dari Lingkungan di Era New Normal. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 7(1).
- Firdausi, A., & Wulandari, F. E. (2021). Development of Web-Based Science Learning Module in Improving the Students' Understanding of Eco-Literacy. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 5(3), 241–252. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v5i3.426>
- Huber, S., Demetz, L., & Felderer, M. (2021). PWA vs the Others: A Comparative Study on the UI Energy-Efficiency of Progressive Web Apps. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12706 LNCS. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74296-6\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74296-6_35)
- Huber, S., Demetz, L., & Felderer, M. (2022). A comparative study on the energy consumption of Progressive Web Apps. *Information Systems*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.is.2022.102017>
- Ikhsan, F. A., Kurnianto, F. A., Apriyanto, B., Nurdin, E. A., & Bachtiar, R. W. (2019). The effectivity of environmental education in scaffolding students' ecological literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3). <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.14522>
- Kospa, H. S. D. (2021). Kajian Pendidikan Lingkungan Hidup Di Indonesia. *Jurnal Tekno Global*, 10(01).

- Kurniasari, R. (2018). Peningkatan Ecoliteracy Siswa Terhadap Sampah Organik Dan Anorganik Melalui Group Investigation Pada Pembelajaran Ips. *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 10(2), 133. <https://doi.org/10.17509/eh.v10i2.10869>
- Ma, H., & Li, J. (2021). An Innovative Method for Digital Media Education Based on Mobile Internet Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(13). <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i13.24037>
- Martini, Rosdiana, L., Subekti, H., & Setiawan, B. (2018). Strengthening students' characters and ecopreneurship through science, environment, technology, and society course. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 162–171. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i2.14338>
- McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R., & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? *Ecosphere*, 4(5). <https://doi.org/10.1890/ES13-00075.1>
- Mircea, M., Stoica, M., & Ghilic-Micu, B. (2021). Investigating the Impact of the Internet of Things in Higher Education Environment. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060964>
- Mohd Jais, N. F., Ishak, S. A., & Md Yunus, M. (2022). Developing the Self-Learning Interactive Module using ADDIE Model for Year 5 Primary School Students. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(1). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v11-i1/11919>
- Mujiwati, Y., Paramitha, M., & Maulana, M. Z. A. S. (2020). Menumbuhkan Rasa Kepedulian Siswa Terhadap Kebersihan Lingkungan Di Sekolah Ma Al Masyhur Bugul Kidul Kota Pasuruan. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 157–164. <https://doi.org/10.31004/cdj.v1i2.852>
- Nadiroh, N., Hasanah, U., & Zulfa, V. (2019). Behavioral geography: An ecoliteracy perspective and critical thinking skills in men and women. *Indonesian Journal of Geography*, 51(2). <https://doi.org/10.22146/ijg.36784>
- Noverita, A., Darliana, E., & Darsih, T. K. (2022). Pendidikan Lingkungan Hidup Untuk Meningkatkan Ecoliteracy Siswa. *Jurnal Sintaksis*, 4(04).
- Nurbaeti, I., Supriatna, N., & Zulfikar, H. A. (2020). Improvement of Student Ecoliteracy through Contextual Teaching and Learning Based on Outdoor Study in Elementary Social Studies Learning. *The 2nd International Conference on Elementary Education*, 2.
- Nurlaili, S. (2018). Pengenalan Eco-literacy Melalui Media Pembelajaran Dari Sampah di Sekolah Dasar. *Journal AL-MUDARRIS*, 1(2), 76. <https://doi.org/10.32478/al-mudarris.v1i2.171>

- Perdiawan, Z. & K. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Environmental Learning Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa. *Binomia*, 4(2), 109–124.
- Putri, S. S., Japar, M., & Bagaskorowati, R. (2019). Increasing ecoliteracy and student creativity in waste utilization. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2). <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i2.18901>
- Rahma, R. A., Sucipto, Affriyenni, Y., & Widyaswari, M. (2021). Cybergogy as a digital media to facilitate the learning style of millennial college students. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 13(2). <https://doi.org/10.18844/wjet.v13i2.5691>
- Rini, T. A., & Cholifah, P. S. (2020). *Edcomtech*. 155–161.
- Salas-Rueda, R. A., Salas-Rueda, É. P., & Salas-Rueda, R. D. (2020). Analysis and design of the web game on descriptive statistics through the addie model, data science and machine learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3). <https://doi.org/10.46328/IJEMST.V8I3.759>
- Sari, P., Dwikoranto, D., & Lestari, N. A. (2021). Analisis Respon dan Ketertarikan Peserta Didik Terhadap Pelaksanaan Pembelajaran Fisika Berbasis Environmental Learning di SMA. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 337–344. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.3.337-344>
- Setiawan, A., & Putro, A. W. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Progressive Web Apps Materi Pemrograman Dasar di SMK Muhammadiyah 1 Sukoharjo. *Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*.
- Sulistiyarini, D., & Sabirin, F. (2020). 21st Century Literacy Skill of Information Technology and Computer Education Students. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(4). <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i4.24432>
- Supratman, E., & Purwaningtias, F. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Schoology. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(3), 310–315. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i3.958>
- Syah, N., Hidayat, H., Yuca, V., Ardi, Z., & Magistarina, E. (2021). Examining the Effects of Ecoliteracy on Knowledge, Attitudes, and Behavior through Adiwiyata Environmental Education for Indonesian Students. *Journal of Social Studies Education Research*, 12(4).
- Syamsur Rizal, S. M. (2020). Membangun Kepedulian Lingkungan Peserta Didik MI Melalui Literasi Sains. *Jurnal Pendidika Dan Dakwah*, 2(2), 378–387.
- Tandel, S. J. A. (2018). Impact of progressive web apps on web app development. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 7(9).

- Tyas, D. N., Nurharini, A., Wulandari, D., & Isdaryanti, B. (2021). Peningkatan Kemampuan Ecoliteracy Melalui Inovasi Media Pembelajaran Berbasis Kahoot Games Subtema Pemanfaatan SDA Hayati dan Nonhayati Untuk Siswa SD. *Joyful Learning Journal*, 2(10).
- Wibowo, T., & Xie, F. (2022). An RPG Game Design for English Learning using ADDIE Methods. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 8(1). <https://doi.org/10.30738/st.vol8.no1.a11990>
- Yurinova, E. A., Byrdina, O. G., & Dolzhenko, S. G. (2022). Transprofessional competences of school teachers in the digital environment: education employers' perspective. *Education and Information Technologies*, 27(2). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10687-w>