



PKM Edukasi dan Konservasi: Pengenalan Ekosistem Mangrove bagi Siswa Sekolah Dasar Berbasis Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif

Ruspeni Daesusi^{1*}, Dedy Wahyudi², Suher³, Ekita Rusdiyanti¹, Amanat Solikah⁴

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia 60113

²Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia 60113

³Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia 60113

⁴College of Education, National Pingtung University, No. 1, Linsen Rd., Pingtung City, Pingtung County 900393, Taiwan (R.O.C.).

*Email koresponden: ruspenidaesusi@um-surabaya.ac.id

ARTIKEL INFO

Article history

Received: 15 Sep 2025

Accepted: 28 Okt 2025

Published: 30 Nov 2025

Kata kunci:

Lingkungan;
Mangrove;
Media Pembelajaran;
Virtual Reality

ABSTRAK

Background: Indonesia sebagai negara pesisir memiliki kekayaan hayati yang melimpah, salah satunya ekosistem mangrove, yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis, melindungi garis pantai, serta menyediakan habitat bagi biota laut. Namun, pemahaman generasi muda terhadap fungsi ekologis mangrove masih terbatas, termasuk di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. Program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) Pendidikan Ekosistem Mangrove berbasis Virtual Reality (VR) dilaksanakan di SD Muhammadiyah 9 Surabaya dengan tujuan meningkatkan literasi lingkungan siswa sekaligus kapasitas guru dalam memanfaatkan media pembelajaran digital. **Metode:** Kegiatan ini diikuti oleh sebanyak 100 siswa dan 3 guru. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan mencakup sosialisasi, pelatihan guru, penerapan media VR, pendampingan, dan evaluasi. Evaluasi keberhasilan program dilakukan melalui observasi dan perbandingan skor pre-test dan post-test. Observasi digunakan untuk menilai tingkat partisipasi dan respons guru maupun siswa terhadap kegiatan, sedangkan analisis perbandingan skor pre-test dan post-test bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa setelah penerapan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR). **Hasil:** Hasil pengabdian menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman siswa tentang ekosistem mangrove, ditandai dengan skor Post-Test yang lebih tinggi dibanding Pre-Test dengan peningkatan rata-rata sebesar 40 poin atau sekitar 100%. Guru juga memperoleh peningkatan kemampuan dari level pemula menjadi level mahir dalam mengoperasikan media VR dan merancang pembelajaran partisipatif. **Kesimpulan:** Kolaborasi antara tim pengabdian dan sekolah mendukung keberhasilan serta keberlanjutan program. Integrasi pembelajaran VR terbukti efektif meningkatkan literasi ekologis siswa, kompetensi guru, dan model pembelajaran berbasis teknologi di wilayah pesisir.

ABSTRACT

Background: Indonesia, as a coastal country, possesses abundant biological resources, including the mangrove ecosystem, which plays a critical role in

Keywords:

Enviromental;
Mangrove;
Learning Media;
Virtual Reality

maintaining ecological balance, protecting coastlines, and providing habitats for marine life. However, students' understanding of mangrove ecological functions remained limited, particularly in Bulak District, Surabaya City. To address this, the Virtual Reality (VR)-based Mangrove Ecosystem Education Community Empowerment Partnership (PKM) programme was implemented at SD Muhammadiyah 9 Surabaya, aiming to enhance students' environmental literacy and teachers' capacity to utilize digital learning media. **Methods:** The programme involved 100 students and 3 teachers. Its implementation stages included socialization, teacher training, VR media application, mentoring, and evaluation. The programme's effectiveness was evaluated through observation and comparison of pre-test and post-test scores. Observations assessed the level of participation and response of teachers and students, while pre-test and post-test comparisons measured the increase in students' understanding after applying VR-based learning media. **Results:** The results showed a significant increase in students' understanding of mangrove ecosystems, as indicated by post-test scores that were higher than pre-test scores, with an average increase of 40 points, or approximately 100%. Teachers also demonstrated improved skills, progressing from beginner to advanced levels in operating VR media and designing participatory learning activities. **Conclusions:** Collaboration between the community service team and schools supported the programme's success and sustainability. The integration of VR learning proved effective in enhancing students' ecological literacy, teacher competence, and the implementation of technology-based learning models in coastal areas.



© 2025 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Indonesia dikenal memiliki kekayaan hayati yang melimpah, salah satunya adalah ekosistem mangrove. Mangrove merupakan ekosistem khas yang tumbuh di wilayah pesisir, terutama di kawasan yang berdekatan dengan pantai dan muara sungai. Keberadaannya dipengaruhi secara langsung oleh dinamika pasang surut air laut, sehingga hanya jenis vegetasi tertentu yang mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrem (Rahmad et al., 2020). Mangrove memiliki sistem perakaran unik, seperti akar napas dan akar tunjang, yang memungkinkannya bertahan di tanah berlumpur dengan kadar garam tinggi serta oksigen rendah. Tanaman tersebut berfungsi penting dalam menjaga keseimbangan ekologis, seperti melindungi garis pantai dari abrasi, menyerap karbon, serta menjadi habitat bagi beragam biota laut. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peranan strategis dan multifungsi. Tidak hanya berfungsi sebagai kawasan penyangga alami pada wilayah peralihan antara daratan dan lautan, mangrove juga berkontribusi besar dalam menjaga stabilitas ekologi, mendukung kehidupan sosial-ekonomi masyarakat pesisir, serta memberikan perlindungan fisik terhadap lingkungan sekitarnya (Mazlan, Fredinan & Yulianda, 2025). Meskipun memiliki peranan strategis, tingkat pemahaman masyarakat, khususnya generasi muda, mengenai pentingnya ekosistem mangrove masih relatif terbatas.

SD Muhammadiyah 9 Surabaya, yang dikenal sebagai sekolah "Bahari" karena lokasinya berdekatan dengan Pantai Kenjeran dan kawasan wisata yang ramai dikunjungi masyarakat dari berbagai daerah, memiliki ciri khas dalam penanaman kedisiplinan serta sikap cinta lingkungan (Asy'ari et al., 2022). Nilai-nilai tersebut diwujudkan melalui keterlibatan langsung warga sekolah

dalam pengelolaan lingkungan, yang sekaligus relevan dengan potensi ekosistem mangrove di sekitar wilayah pesisir sebagai sumber edukasi dan konservasi. Hasil observasi menunjukkan bahwa mayoritas siswa belum memahami fungsi ekologis mangrove, bahkan sekitar 70% siswa belum pernah mengunjungi hutan mangrove meskipun letaknya tidak jauh dari tempat tinggal mereka. Hal ini sejalan dengan pernyataan guru bahwa materi lingkungan hidup dalam kurikulum tematik masih disampaikan secara konvensional, minim praktik lapangan, serta belum memanfaatkan media pembelajaran digital yang interaktif. Permasalahan semakin kompleks dengan keterbatasan sarana pembelajaran di sekolah. Ketersediaan perangkat teknologi masih rendah, media pembelajaran yang mendukung gaya belajar visual dan interaktif belum tersedia, dan sebagian besar guru belum memiliki keterampilan memadai dalam penggunaan media digital (Supriyanto, 2024). Sementara itu, masyarakat sekitar sekolah mayoritas bekerja sebagai nelayan dan buruh harian dengan kondisi sosial ekonomi menengah ke bawah, sehingga akses siswa terhadap sumber belajar digital di luar sekolah juga terbatas. Potensi wilayah pesisir yang masih relatif alami serta kedekatannya dengan ekosistem mangrove menjadikan SD Muhammadiyah 9 Surabaya sangat relevan untuk dijadikan mitra dalam kegiatan edukasi dan konservasi lingkungan berbasis teknologi (Saputri et al., 2019).

Kegiatan ini bertujuan untuk menanamkan pemahaman sejak dini kepada siswa sekolah dasar mengenai pentingnya ekosistem mangrove melalui pendekatan pembelajaran tematik yang lebih kontekstual. Untuk memperkuat proses pembelajaran, media berbasis Virtual Reality (VR) dikembangkan agar siswa dapat merasakan pengalaman belajar yang menyenangkan, interaktif, sekaligus sesuai dengan realitas lingkungan sekitar mereka. Integrasi Virtual Reality (VR) dalam pembelajaran memberikan manfaat yang signifikan, baik dari sisi efektivitas pengajaran maupun pengembangan keterampilan siswa. Melalui pengalaman belajar yang imersif dan interaktif, VR memungkinkan siswa memahami konsep secara lebih mendalam dan aplikatif, sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) (Safarati & Zuhra, 2024). Selain berfokus pada siswa, kegiatan ini juga diarahkan untuk meningkatkan kapasitas guru dalam menyampaikan materi konservasi lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Dengan adanya pelatihan dan pendampingan, guru diharapkan mampu mengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran, sehingga sekolah mitra dapat berkembang sebagai model pembelajaran lingkungan berbasis teknologi di wilayah pesisir.

Tujuan kegiatan ini sejalan dengan agenda global pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Kegiatan ini mendukung SDG 4 dengan meningkatkan literasi ekologis siswa melalui inovasi media pembelajaran (Lia Tasliah et al., 2024) kemudian berkontribusi pada SDG 13, 14, dan 15 terkait pelestarian ekosistem mangrove (Idrus & Usi, 2024). Program pengabdian kepada masyarakat ini juga memperkuat kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi digital, mendukung pengalaman belajar mahasiswa, dan mendorong keterlibatan dosen dalam pemberdayaan masyarakat. Kegiatan ini diharapkan memberikan solusi konkret terhadap permasalahan mitra serta menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan model pembelajaran inovatif di wilayah pesisir.

MASALAH

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, dapat ditentukan permasalahan prioritas yang menjadi prioritas kami sebagai berikut (Khoirul Umam, 2018).

1. Rendahnya Literasi dan Kesadaran Lingkungan Hidup Siswa
2. Terbatasnya Kompetensi Guru dalam Pemanfaatan Teknologi Pembelajaran

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini dirancang secara sistematis dan kolaboratif bersama mitra dengan total 100 siswa dan 3 guru di SD Muhammadiyah 9 Surabaya, untuk menangani permasalahan prioritas melalui tahapan konkret dan pendekatan inovatif berbasis teknologi (Zainal Falah et al., 2025).



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan

a. Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan kepada kepala sekolah dan guru untuk mengetahui tujuan, manfaat, serta rencana kegiatan pengabdian masyarakat. Kegiatan ini dilaksanakan 2 kali yang bertujuan menyamakan persepsi antara tim pelaksana dan pihak sekolah mitra.

b. Pelatihan

Guru kelas IV–VI mendapatkan pelatihan mengenai penggunaan media pembelajaran VR. Kegiatan ini dilakukan selama 2 kali mencakup pengoperasian perangkat VR sederhana serta integrasi media VR ke dalam pembelajaran tematik berbasis konservasi mangrove (Hayati et al., 2025).

c. Penerapan Teknologi

Media VR diperkenalkan dan digunakan sebagai sarana belajar interaktif. Penerapan teknologi VR ini didukung dengan modul tematik berbasis konservasi mangrove, headset VR, dan perangkat pendukung seperti smartphone untuk membuat suasana pembelajaran semakin interaktif.

d. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan meliputi penggunaan media oleh guru dalam kegiatan belajar mengajar serta interaksi siswa dengan konten VR. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test siswa serta observasi keterlibatan siswa dan guru selama pembelajaran (Siregar et al., 2023). Adapun uraian instrument sebagai berikut.

- Penilaian Pre-test dan Post-test meliputi soal yang diberikan merupakan pilihan ganda sebanyak 10 butir dengan skala penilaian jawaban benar diberi skor 10; salah 0; skor maksimum= 100. Peningkatan pemahaman siswa dihitung dengan membandingkan skor rata-rata pre-test dan post-test. Persentase peningkatan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Presentase keberhasilan} = \frac{\bar{X}_{\text{post}} - \bar{X}_{\text{pre}}}{\bar{X}_{\text{post}}} \times 100\%$$

- Observasi keterlibatan siswa dan guru: Siswa dan guru diamati selama pembelajaran berbasis VR berlangsung lalu diberi skor dalam rentang 1-4 berdasarkan tingkat partisipasinya.

Tabel 1. Indikator keterlibatan

Skor	Keterlibatan Siswa	Keterlibatan Guru
1	Sangat rendah – tidak aktif atau tidak mengikuti kegiatan	Sangat rendah – tidak mampu menggunakan VR, bimbingan minimal
2	Rendah – sesekali berpartisipasi atau kurang fokus	Rendah – mampu menggunakan VR terbatas, bimbingan kurang maksimal
3	Tinggi – cukup aktif, berpartisipasi sebagian kegiatan	Tinggi – cukup mahir menggunakan VR, membimbing siswa efektif
4	Sangat tinggi – sangat aktif, antusias, interaksi penuh dengan konten	Sangat tinggi – mahir menggunakan VR, membimbing siswa dengan baik, integrasi media ke pembelajaran

e. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan dijamin melalui penyusunan SOP penggunaan media VR, penyerahan aset pembelajaran (modul dan perangkat VR), rencana integrasi ke dalam kurikulum, serta monitoring berkala oleh tim pengusul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian Masyarakat ini dilaksanakan pada 1-30 Agustus 2025 di SD Muhammadiyah 9 Surabaya. Sasaran pengabdian pada siswa dan guru SD Muhammadiyah 9 Surabaya. Pengabdian ini berjudul PKM Edukasi dan Konservasi_Pengenalan Ekosistem Mangrove bagi Siswa Sekolah Dasar Berbasis Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif dengan melibatkan siswa kelas IV-VI dan guru sebagai mitra utama. Fokus program adalah peningkatan literasi dan kesadaran lingkungan hidup siswa terkait ekosistem mangrove serta peningkatan kompetensi guru dalam pemanfaatan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) ([Sakila & Suprianto, 2025](#)). Dalam penelitian yang dilakukan oleh [Choirin Attalina et al. \(2024\)](#) hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional dan minimnya penggunaan media pembelajaran berakibat pada rendahnya pemahaman materi sehingga berdampak pada hasil belajar yang diperoleh siswa tidak maksimal. Dengan demikian media pembelajaran dianggap penting agar siswa mampu mendapatkan pemahaman yang lebih konkret ([Mulyawati & Kowiyah, 2018](#)).

Selama pelaksanaan, siswa diperkenalkan pada konten edukatif yang interaktif mengenai fungsi ekologis mangrove, termasuk peranannya dalam melindungi garis pantai, menyediakan habitat biota laut, dan menyerap karbon.



Gambar 2. Edukasi Ekosistem Mangrove

Melalui pengalaman belajar yang imersif, siswa dapat mengeksplorasi simulasi ekosistem mangrove secara langsung, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih mendalam dan aplikatif. Observasi selama kegiatan menunjukkan tingginya antusiasme siswa dalam berinteraksi dengan media VR, terlihat dari partisipasi aktif dalam diskusi dan aktivitas pembelajaran. Perbandingan antara hasil pre-test dan post-test siswa menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang signifikan mengenai konsep dan fungsi ekosistem mangrove. Data ini menegaskan bahwa penggunaan VR mendukung prinsip pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) dan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran serta keterampilan siswa (Buchari & Hidayat, 2021).



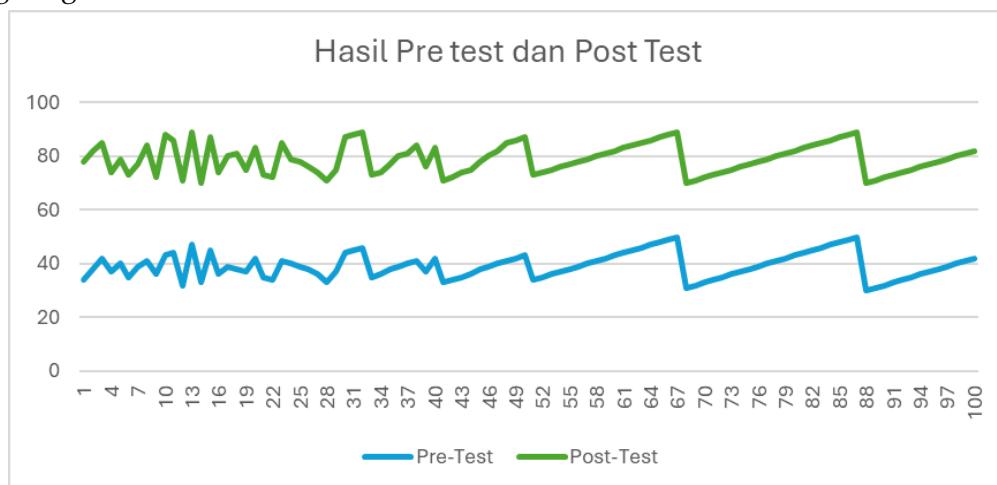
Gambar 3. Tampilan Pembelajaran Ekosistem Mangrove

Selain itu, pelatihan dan pendampingan terhadap guru memungkinkan mereka menguasai pengoperasian perangkat VR, mengintegrasikan media VR ke dalam pembelajaran tematik, serta merancang kegiatan belajar yang lebih interaktif (Siahaya et al., 2024). Umpam balik dari guru menunjukkan bahwa mereka merasa lebih percaya diri dalam menggunakan teknologi digital sebagai media pembelajaran, serta mampu memfasilitasi interaksi siswa secara lebih partisipatif. Keberhasilan ini menegaskan pentingnya pemberdayaan guru sebagai bagian dari strategi keberlanjutan program, sehingga penggunaan media VR dapat terus diterapkan di sekolah mitra (Azmi, M., N., Mansur, H & Utama, A., 2024).



Gambar 4. Penggunaan Virtual Reality (VR) Dalam Pembelajaran Ekosistem Mengrove

Keberhasilan kegiatan ini juga tidak lepas dari partisipasi aktif pihak sekolah, termasuk kepala sekolah dan guru. Kolaborasi ini membantu menyamakan persepsi mengenai tujuan program, mendukung pelaksanaan pelatihan dan penggunaan media VR, serta memfasilitasi pendampingan siswa selama pembelajaran. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan motivasi belajar siswa, kepedulian terhadap lingkungan, dan penguasaan media pembelajaran digital oleh guru (Suhardi et al., 2025). Penyusunan SOP penggunaan media VR, penyerahan modul serta perangkat pendukung, dan rekomendasi integrasi ke dalam kurikulum memastikan bahwa program dapat berlanjut secara berkelanjutan dan memberikan manfaat jangka panjang bagi literasi lingkungan di sekolah.



Gambar 5. Hasil Pre-test dan Post-test Siswa

Berdasarkan grafik di atas, dapat terlihat gambaran jelas mengenai dampak penggunaan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) terhadap pemahaman siswa tentang ekosistem mangrove. Grafik tersebut memperlihatkan perbandingan antara skor Pre-Test dan Post-Test dari 100 siswa, dengan sumbu horizontal menunjukkan nomor siswa dan sumbu vertikal menunjukkan skor tes. Garis biru merupakan skor Pre-Test, sementara garis hijau menunjukkan skor Post-Test. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa skor Post-Test secara konsisten lebih tinggi dibandingkan skor Pre-Test pada hampir seluruh siswa. Skor Pre-Test berada pada kisaran 30 hingga 50 dengan nilai rata-rata 40, sedangkan skor Post-Test meningkat signifikan hingga berada di kisaran 70 hingga 90 dengan nilai rata-rata 80. Dengan demikian, terdapat peningkatan rata-rata sebesar 40 atau sekitar 100% dari nilai awal (pre-test). Peningkatan ini menunjukkan bahwa

pembelajaran menggunakan media VR memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman siswa mengenai ekosistem mangrove.

Selain peningkatan yang signifikan, grafik juga menunjukkan variasi antar siswa. Beberapa siswa mengalami peningkatan yang sangat drastis, sementara yang lain menunjukkan peningkatan lebih moderat. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan dalam cara masing-masing siswa menyerap informasi melalui media VR; sebagian lebih cepat memahami konsep yang disajikan secara visual dan interaktif, sedangkan sebagian lain mungkin membutuhkan waktu tambahan atau metode pendukung lainnya. Kenaikan skor yang terlihat pada garis hijau juga menegaskan efektivitas media VR dalam menyampaikan konsep-konsep ekosistem mangrove, termasuk interaksi antara flora dan fauna, fungsi ekologi mangrove, serta urgensi konservasi. Dengan pengalaman belajar yang imersif, siswa tidak hanya menerima informasi teoretis, tetapi juga dapat merasakan simulasi lingkungan mangrove secara nyata, sehingga meningkatkan retensi dan minat belajar mereka (Arukah et al., 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Azizah & Marisa (2024) menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam pembelajaran IPA (eksplorasi materi Tata Surya) meningkatkan daya tarik siswa dalam belajar hingga 60% dibandingkan metode konvensional.

Secara keseluruhan, kegiatan ini membuktikan bahwa penerapan media VR dalam pendidikan lingkungan dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan pemahaman ekologis siswa sekaligus memperkuat kapasitas guru (Aini et al., 2023). Aspek keberlanjutan program dilakukan melalui penyusunan SOP penggunaan media VR, penyerahan aset pembelajaran (modul dan perangkat VR), serta rencana integrasi ke dalam kurikulum sekolah. Selain itu, tim pengusul melakukan monitoring berkala dan menyediakan forum komunikasi dengan guru untuk berbagi praktik baik dan pembaruan materi secara berkala.

KESIMPULAN

Penggunaan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) terbukti efektif meningkatkan pemahaman dan literasi lingkungan siswa tentang ekosistem mangrove. Pembelajaran yang imersif dan interaktif membuat konsep ekologis lebih mudah dipahami, sementara pelatihan guru memperkuat kemampuan mereka mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran tematik. Kolaborasi antara tim pengabdian dan pihak sekolah menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan dan keberlanjutan program. Ke depannya, pembelajaran berbasis VR ini direkomendasikan untuk diintegrasikan ke dalam kurikulum tematik agar dapat memperkuat pendidikan ekologis di tingkat dasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada; SD Muhammadiyah 9 Surabaya sebagai mitra utama program PKM, DPPM BIMA Kemendiktisaintek, LRIPM UM Surabaya, Rektor UM Surabaya, semua guru, siswa, dan pihak lain yang telah memberikan dukungan dan berperan aktif dalam terselenggaranya kegiatan PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. N., Azizah, M., Bekt, R. S., & Thohir, M. A. (2023). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Reality terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran IPA di SD. *Caruban: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dasar*, 6(2), 267. <https://doi.org/10.33603/caruban.v6i2.8611>
- Arukah, D. W., Fathurohman, I., & Kuryanto, M. S. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Siswa dengan Menggunakan Media Ledu. *JPD: Jurnal Pendidikan Dasar*, 1–9. <https://doi.org/10.62383/realisasi.v1i4.277>
- Asy'ari, A., Daesusi, R., & Suharti, P. (2022). Budaya Sekolah Berwawasan Lingkungan: Upaya Pembentukan Karakter Literasi Lingkungan SD Sekolah Adiwiyata. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 6(2), 419. <https://doi.org/10.30651/else.v6i2.13019>
- Azizah, N. F., & Marisa. (2024). Pemanfaatan Virtual Reality dalam Mata Pelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Journal of Science and Social Research*, VII(1), 378–383. <https://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR/article/view/1767JSSR>
- Azmi, M., N. Mansur, H & Utama, A., H. (2024). Potensi Pemanfaatan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 12(1). <https://doi.org/10.24269/dpp.v12i1.9746>
- Buchari, W., & Hidayat, M. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Kontekstual pada Tumbuhan Mangrove di Sofifi Kota Tidore Kepulauan Maluku Utara terhadap Hasil Belajar Peserta Didik SMP Negeri 11 Kota Ternate. *Jurnal JBES*, 1(1), 22–34.
- Choirin Attalina, S. N., Efendi, A., Niswah, N., & Nugroho, V. A. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Virtual Reality (VR) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Materi pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Tunas Bangsa*, 11(1), 31–43. <https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v11i1.2599>
- Hayati, R., Muamar, M. R., Zurraini, Z., Fachrurazi, F., & Karim, A. (2025). Transformasi Pengajaran dengan Virtual Reality: Pelatihan Guru sebagai Katalisator Inovasi Pembelajaran. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 1632–1639. <https://doi.org/10.31004/cdj.v6i2.43256>
- Idrus, M. R. H., & Usi, U. A. N. (2024). Realisasi Penanganan Perubahan Iklim Di Indonesia Melalui Implementasi Sustainable Development Goals (SDGs): TUJUAN-13.1.3. *Indonesian Journal of International Relations*, 8(1), 77–100. <https://doi.org/10.32787/ijir.v8i1.509>
- Khoirul Umam. (2018). *Implementasi Pendidikan Lingkungan Hidup pada Sekolah Adiwiyata Mandiri SDN Dinoyo 2 Kota Malang*. 3(32), 1–44.
- Lia Tasliah, A., Nuraeni, A., & Fauzi Rachman, I. (2024). Literasi Digital: Kunci Menuju Pendidikan Berkualitas Melalui Perspektif Sdgs 2030. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(3), 154–165. <https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1385>
- Mazlan, FredinanYulianda, G. Y. dan D. R. (2025). Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berdasarkan Management of Mangrove Ecosystem Based on Value. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 17, 11–22. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.17.1.2025.11-22>
- Mulyawati, I., & Kowiyah, K. (2018). Pembelajaran Matematika dan IPA Guru SD melalui Media Pembelajaran Visual. *Jurnal SOLMA*, 7(2), 247. <https://doi.org/10.29405/solma.v7i2.1652>

- Rahmad, Y., Albian Mubarak, Elfrida, & Mawardi. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Mangrove di Desa Alur Dua Tahun 2019. *Jurnal Jeumpa*, 7(1), 341–348. <https://doi.org/10.33059/jj.v7i1.2976>
- Safarati, N., & Zuhra, F. (2024). Media Digital Berbasis Virtual Reality dalam Pembelajaran. *Fatma Zuhra INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 8717–8725. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i6.16596>
- Sakila, R., & Suprianto, S. (2025). Media Informasi Virtual Tour 3D Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 11(1), 104–115. <https://doi.org/10.33506/insect.v11i1.4285>
- Saputri, D. N., Winarni, E. W., & Gunawan, A. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Sumber Belajar IPA terhadap Sikap Peduli Lingkungan Siswa Kelas IV SD Kota Bengkulu. *Jurnal PGSD*, 12(2), 150–158. <https://doi.org/10.33369/pgsd.12.2.150-158>
- Siahaya, S. R., Komputer, F. I., Informatika, T., Pamulang, U., Raya, J., & No, P. (2024). *Literatur Review : Penerapan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif*. 2(2), 313–319.
- Siregar, N. A., Harahap, N. R., & Harahap, H. S. (2023). Hubungan Antara Pretest dan Posttest dengan Hasil Belajar Siswa Kelas VII B di MTs Alwashliyah Pantai Cermin. *Edunomika*, 07(01), 1–13. <https://doi.org/10.29040/jie.v7i1.8307>
- Suhardi, M., Isbullah, I., Pernanda, Y. A., & Ariyanti, L. (2025). Efektivitas Teknologi Virtual Reality dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar: Kajian Literatur. *NATURAL: Jurnal Ilmu Sains dan Terapan*, 1(1), 1–11.
- Supriyanto, D. (2024). Implementasi Teknologi Digital untuk Peningkatan Keterampilan Digital Guru di Sekolah Menengah. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4), 16232–16242. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i4.37469>
- Zainal Falah, Syahlarriyadi, & Anna Ropitasari. (2025). Strategi Pembelajaran Inovatif Berbasis Teknologi Digital. *SYAIKHONA: Jurnal Magister Pendidikan Agama Islam*, 3(1), 16–31. <https://doi.org/10.59166/syaikhona.v3i1.284>