



**Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi**  
ISSN 2580-0922 (*online*), ISSN 2460-2612 (*print*)  
Volume 11, Nomor 04, (2025), hlm 176-185  
Available online at:  
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik>



Research Article



## Pengembangan Media *Flashcard Augmented Reality* Keragaman Tumbuhan Paku Terrestrial Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA

*(Development of AR Flashcard Media on The Diversity of Terrestrial Ferns Based on Problem-Based Learning to Improve Senior High School Students' Critical Thinking Skills)*

Novi Apriani Maulida\*, Riya Irianti, Dewi Amelia Widiyastuti

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Banjarmasin, Indonesia

\*Corresponding author: [noviaprianimaulida@gmail.com](mailto:noviaprianimaulida@gmail.com)

Informasi Artikel	ABSTRACT
Submit: 03 – 11 – 2025 Diterima: 27 – 12 – 2025 Dipublikasikan: 28 – 12 – 2025	<p><i>This study aims to: (1) describe the results of the exploration stage; (2) describe the formative evaluation results, including the validity and practicality of the media; and (3) describe the effectiveness of the media in improving senior high school students' critical thinking skills. This research employed a research and development (R&amp;D) method using the 4D model, which consists of the define, design, development, and disseminate stages. The validation subjects included two Biology Education lecturers and one biology teacher, while the practicality and effectiveness tests involved 15 tenth-grade students from class X-2 in the 2024/2025 academic year at SMA Negeri 1 Karang Intan. The results indicated that the AR flashcard media was valid, with an average score of 3.83; practical, with a score of 3.66; and effective, based on an N-Gain score of 0.5 (moderate category). Therefore, this media is feasible to be used as an interactive teaching material to enhance students' critical thinking skills in biology learning.</i></p> <p><b>Keywords:</b> <i>Augmented Reality, Critical Thinking, Flashcards, Problem-Based Learning, Ferns</i></p>
Penerbit	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi- Indonesia	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mendeskripsikan hasil eksplorasi; (2) mendeskripsikan hasil uji formatif meliputi kevalidan dan kepraktisan media; dan (3) mendeskripsikan keefektifan media dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (R&amp;D) dengan model 4D, yang meliputi empat tahapan utama: tahap <i>define, design, development, dan disseminate</i>. Subjek validasi terdiri dari dua dosen Pendidikan Biologi dan satu guru biologi, sedangkan uji kepraktisan dan keefektifan melibatkan 15 peserta didik kelas X-2 tahun ajaran 2024/2025 di SMA Negeri 1 Karang Intan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media <i>flashcard AR</i> dinyatakan valid dengan skor rata-rata 3,83, praktis dengan skor 3,66, dan efektif berdasarkan perolehan skor <i>N-Gain</i> sebesar 0,5 (kategori sedang). Dengan demikian, media ini dapat digunakan secara efektif sebagai alat bantu ajar yang interaktif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.</p> <p><b>Kata kunci:</b> <i>Augmented Reality, Berpikir kritis, Flashcard, Problem Based Learning, Tumbuhan paku</i></p>



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai dengan laju perkembangan yang melaju dengan cepat serta meningkatnya kompleksitas pada berbagai dimensi kehidupan masyarakat global. Perkembangan teknologi, arus globalisasi, dan tantangan baru yang terus bermunculan mendorong perlunya transformasi signifikan dalam dunia pendidikan (Realitawati *et al.*, 2024). Sistem pendidikan di era ini dituntut untuk melakukan pembaruan metode pembelajaran agar mampu membekali pelajar dalam menghadapi berbagai permasalahan dunia yang kompleks dan terus berkembang. Salah satu strategi yang relevan adalah mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 (*21st century skills*) ke dalam kurikulum, yang mencakup empat pilar utama: berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas (4C) (Mardhiyah *et al.*, 2021). Redhana (2019) menekankan bahwa keterampilan seperti berpikir kritis dan kreatif, serta kemampuan berkomunikasi secara efektif, sangat penting dalam membekali generasi muda agar siap menghadapi dinamika sosial dan ekonomi global. Implementasi keterampilan tersebut tidak hanya mendukung pencapaian akademik, tetapi juga memperkuat kapasitas adaptif mengajak peserta didik untuk mengambil peran nyata di masyarakat yang semakin kompleks dan saling terhubung.

Berpikir kritis menjadi kemampuan krusial yang harus dimiliki siswa untuk menjawab berbagai tantangan pembelajaran abad ke-21. Menurut Facione (1990), keterampilan berpikir kritis mencakup enam jenis kemampuan utama, yaitu: 1) interpretasi (*Interpretation*) adalah kemampuan dalam menangkap serta menyampaikan arti dari beragam kondisi, informasi, keputusan, aturan, tata cara, maupun prinsip; 2) analisis (*Analysis*) adalah kemampuan untuk memahami makna dari suatu hasil serta merumuskan pertanyaan yang sesuai terkait keterkaitan antara data dan konsep; 3) inferensi (*Inference*) merupakan kemampuan individu dalam mengenali elemen-elemen penting yang dibutuhkan untuk membuat keputusan secara logis, dengan cara menelaah informasi yang berhubungan dengan suatu permasalahan serta dampaknya, berdasarkan data yang ada; 4) evaluasi (*Evaluation*) kemampuan dalam mengevaluasi kebenaran suatu pernyataan maupun ungkapan pendapat pribadi, serta mengambil keputusan yang didasarkan pada keterkaitan antara data dan konsep dari permasalahan yang dihadapi; 5) menjelaskan (*Explanation*) adalah kemampuan individu dalam menyampaikan argumen yang mendasari bukti, pendapat, urutan, maupun perhitungan secara logis, dengan berlandaskan pada informasi atau data yang tersedia; dan 6) penilaian diri sendiri (*Self-regulation*) merupakan proses mengenali serta menganalisis dampak dari tindakan seseorang, termasuk faktor-faktor yang memengaruhi tindakan tersebut, dan penerapan keterampilan khusus serta penilaian untuk mengidentifikasi, memastikan, dan menyempurnakan hasil dari pemikiran sebelumnya.

Tingkat kemampuan berpikir kritis siswa masih berada pada kategori rendah. Laporan PISA menyatakan bahwa kemampuan akademik siswa Indonesia masih belum optimal dalam penalaran ilmiah dan pemecahan masalah. Salah satu penyebabnya adalah metode pembelajaran yang masih berfokus pada guru, sehingga partisipasi siswa menjadi rendah dan hanya menghafal tanpa memahami konsep. Untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis diterapkannya model

pembelajaran yang memfasilitasi partisipasi aktif peserta didik mengamati, menganalisis, dan menyimpulkan informasi. PBL merupakan salah satu pendekatan yang terbukti efektif, karena mengajak peserta didik menyelesaikan permasalahan konkret yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga melatih pola pikir logis, sistematis, dan terbuka (Arends, 2012).

Penerapan model PBL tidak hanya mampu meningkatkan kemampuan analitis dan pemecahan masalah siswa, tetapi juga mendorong mereka untuk bekerja sama dalam kelompok, berpikir secara kritis, serta membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi pembelajaran. Keunikan PBL terletak pada kemampuannya dalam membentuk strategi siswa dalam menghadapi permasalahan nyata yang bersifat kompleks dan menantang (Saputra, 2021). Penerapan pendekatan PBL tentu perlu didukung oleh sarana belajar yang sesuai dan efektif dalam membangkitkan ketertarikan siswa. Salah satu inovasi media yang memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik adalah *Augmented Reality (AR)*. Teknologi ini memungkinkan integrasi objek virtual, seperti gambar atau animasi, ke dalam lingkungan nyata melalui perangkat elektronik.. Merujuk pada data angket yang diperoleh dari SMA Negeri 1 Karang Intan, sebagian besar siswa belum pernah menggunakan media AR dalam pembelajaran Biologi. Mereka juga menyampaikan bahwa materi mengenai tumbuhan paku cukup sulit dipahami karena umumnya masih terbatas pada penyajian berupa tulisan dan gambar yang tidak bergerak pada buku pelajaran.

Media pembelajaran sederhana seperti *flashcard* dapat menjadi alternatif menarik apabila dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality (AR)*. *Flashcard* sendiri merupakan kartu belajar yang berisi gambar serta penjelasan singkat, yang dirancang untuk membantu siswa memahami konsep dengan lebih cepat. Ketika dikombinasikan dengan AR, *flashcard* tidak hanya menampilkan gambar statis, tetapi juga memungkinkan siswa mengakses animasi dan visual interaktif melalui perangkat digital. Penelitian oleh Setiawan dan Dani (2021) menunjukkan bahwa pemanfaatan AR dalam media pembelajaran mampu meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep secara signifikan. Namun demikian, hingga saat ini masih terbatas media berbasis AR yang secara khusus dirancang untuk topik keragaman tumbuhan paku dengan pendekatan *Problem-Based Learning (PBL)* secara komprehensif.

Pengembangan media dilakukan secara terstruktur dengan menerapkan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan *et al.* (1974), dan telah banyak digunakan dalam pengembangan media pembelajaran. Pendekatan ini memberikan alur yang jelas dalam merancang, memvalidasi, serta mengevaluasi kepraktisan dan keefektifan media secara bertahap. Keterlibatan guru, dosen, dan peserta didik dalam setiap tahap pengujian memungkinkan pengembangan media yang tidak hanya inovatif dan menarik, tetapi juga relevan dengan kebutuhan di lapangan. Melalui proses ini, media yang dihasilkan diharapkan mampu menjadi solusi praktis dalam meningkatkan keterampilan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui proses pembelajaran biologi yang lebih interaktif dan kontekstual.

## METODE PENELITIAN

Penelitian *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan model pengembangan 4-D yang dikemukakan oleh Thiagarajan pada tahun 1974. Model ini mencakup empat tahap utama, yakni tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebarluasan. Pada tahap awal,

peneliti mengumpulkan data melalui observasi langsung dan penyebaran angket kepada guru serta peserta didik di SMA Negeri 1 Karang Intan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan serta hambatan dalam proses pembelajaran biologi, khususnya pada topik keanekaragaman tumbuhan paku. Data yang diperoleh kemudian dimanfaatkan sebagai landasan dalam merancang media pembelajaran berupa *flashcard Augmented Reality (AR)* yang dikembangkan dengan pendekatan PBL.

Produk awal yang telah berhasil dikembangkan, tahap selanjutnya adalah melakukan proses validasi terhadap media pembelajaran tersebut. Validasi dilakukan oleh dua dosen yang memiliki keahlian dalam bidang materi dan juga seorang guru biologi, dengan fokus penilaian pada aspek isi, tampilan visual, penggunaan bahasa, serta kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran. Selain itu, dilakukan pula uji kepraktisan yang melibatkan 15 siswa kelas X-2 sebagai responden, yang dipilih secara acak untuk memberikan umpan balik terhadap media yang telah dibuat. Penilaian terhadap tingkat validitas dan kepraktisan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Zaini (2019), yang merupakan adaptasi dari model yang dikemukakan oleh Nur (2013), dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = rata-rata skor yang diperoleh

$\sum x$  = Jumlah skor rata-rata yang diperoleh

n = Jumlah banyak aspek kepraktisan isi

Hasil rata-rata kepraktisan isi dicocokkan dengan kategori Arbainsyah (2016) diadaptasi Nur (2013) pada Tabel 1.

**Tabel 1** Kategori hasil uji validitas dan kepraktisan

No	Skor	Keterangan
1	$1 \leq \bar{x} < 2$	Tidak baik
2	$2 \leq \bar{x} < 3$	Cukup baik
3	$3 \leq \bar{x} < 4$	baik
4	4	Sangat baik

Pengumpulan data mengenai keefektifan media dilakukan melalui tes berpikir kritis yang disusun berdasarkan indikator yang dikembangkan oleh Facione. Sebelum digunakan dalam tahap *pretest* dan *posttest*, instrumen tes kemampuan berpikir kritis terlebih dahulu divalidasi oleh dua dosen pendidikan biologi dan satu guru biologi. Validasi dilakukan untuk menilai kesesuaian butir soal dengan indikator berpikir kritis, kejelasan bahasa, serta ketepatan konteks materi. Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid dengan kategori baik, sehingga instrumen layak digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Kemampuan berpikir kritis siswa dianalisis melalui hasil tes yang diberikan pada tahap awal (*pre-test*) dan tahap akhir (*post-test*) setelah penggunaan media. Skor dari kedua tes tersebut kemudian dianalisis dengan menerapkan perhitungan *N-gain*. Analisis ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Perhitungan *N-gain* merujuk pada rumus yang dikemukakan oleh Hake (1998), yaitu sebagai berikut:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan:

<g> = rata-rata skor gain  
Spost = skor *post-test*  
Spre = skor *pre-test*  
Smax = Skor maksimum

Nilai dari rata rata gain (*N-gain*) yang sudah di diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2** Kategori hasil uji keefektifan

No	Skor <g>	Kategori
1	$g \geq 0,7$	Tinggi
2	$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
3	$g < 0,3$	Rendah

Sumber: Hake (1998)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran yang dikembangkan berupa *flashcard Augmented Reality* (AR), menggunakan model 4D yang diperkenalkan oleh Thiagarajan *et al.* (1974). Materi yang dimuat dalam media ini berfokus pada keragaman tumbuhan paku terestrial, dengan sumber utama berasal dari lingkungan sekitar Taman Hutan Raya Sultan Adam di Kalimantan Selatan. *Flashcard* AR ini dirancang sebagai alternatif bahan ajar untuk menunjang kegiatan belajar mengajar biologi, terutama pada submateri keanekaragaman hayati, dengan penekanan pada klasifikasi tumbuhan paku serta relevansinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kombinasi antara media *Augmented Reality* (AR) *Flashcard* dan model *Problem-Based Learning* (PBL) menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan jika keduanya digunakan secara terpisah. Integrasi ini memadukan kekuatan visualisasi interaktif dari AR, yang membantu siswa memahami konsep abstrak secara konkret, dengan pendekatan PBL yang mendorong keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas pemecahan masalah kontekstual. Sinergi keduanya menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna, karena siswa tidak hanya terlibat dalam proses eksplorasi visual, tetapi juga dilatih untuk menganalisis, menilai, dan menyimpulkan informasi secara mandiri. Dengan demikian, penerapan AR *Flashcard* berbasis PBL mampu menghadirkan pembelajaran yang lebih menarik, kontekstual, dan mendalam dalam mengembangkan kemampuan analisis serta penalaran ilmiah peserta didik. Pengembangan media dilakukan secara bertahap dan sistematis melalui tahapan *define, design, develop, dan disseminate*.

Langkah awal dalam proses pengembangan produk dimulai dengan melakukan analisis kebutuhan guru dan siswa, yang dikenal sebagai *Front-End Analysis* dan *Learner Analysis*, pada tahap *define*. Kegiatan ini melibatkan guru biologi serta siswa kelas X di SMA Negeri 1 Karang Intan. Berdasarkan hasil wawancara dan penyebaran angket, teridentifikasi bahwa sebagian besar siswa menghadapi kesulitan dalam memahami materi mengenai tumbuhan paku. Hal ini disebabkan oleh penyajian materi yang kurang menarik dan masih terbatas pada penyampaian melalui teks dalam buku pelajaran. Selain itu, media berbasis teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) belum pernah digunakan dalam pembelajaran di kelas. Temuan tersebut menjadi pijakan dalam merancang media pembelajaran yang lebih relevan dengan kebutuhan siswa, kontekstual, dan mampu menarik minat belajar mereka.

Tahap *task analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai bentuk aktivitas pembelajaran yang melibatkan partisipasi siswa secara langsung selama pembelajaran. Analisis tersebut dilakukan guna memastikan bahwa setiap tugas yang dirancang sejalan dengan tujuan pembelajaran dan mampu mendorong siswa berpikir secara kritis. Setelah itu, dilanjutkan dengan *concept analysis*, yaitu menganalisis materi yang berfokus pada konsep dasar klasifikasi makhluk hidup, khususnya pada kelompok tumbuhan paku. Beberapa konsep penting seperti ciri-ciri umum, struktur tubuh, cara berkembang biak, serta habitat tumbuhan paku dipilih karena sering kali menjadi sumber miskonsepsi bagi siswa. Informasi dari hasil analisis tersebut kemudian dituangkan ke dalam konten visual dan uraian deskriptif dalam bentuk flashcard, yang ditampilkan melalui pemindaian QR code pada aplikasi *Augmented Reality* (AR).

Langkah penutup pada tahap *define* adalah merumuskan tujuan pembelajaran atau *specifying instructional objectives*. Tujuan tersebut disusun berdasarkan hasil analisis kurikulum serta kebutuhan peserta didik. Fokus utama dari proses pembelajaran ini yaitu mendorong siswa supaya mampu mengenali berbagai jenis tumbuhan paku terestrial yang ada di lingkungan sekitar, serta dapat menjelaskan ciri-ciri morfologi dan klasifikasinya melalui pendekatan berpikir kritis. Tujuan inilah yang menjadi dasar dalam pengembangan isi media dan penyusunan aktivitas berbasis masalah yang disisipkan pada setiap *flashcard*.

Perumusan tujuan pembelajaran dilakukan secara spesifik dan operasional dengan mengacu pada Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang terdapat dalam Kurikulum Merdeka. Tujuan ini berperan sebagai pedoman dalam pengembangan isi media, penyusunan instrumen evaluasi, serta perancangan aktivitas pembelajaran, sehingga proses pengembangan dapat berjalan secara terarah dan efektif (Arwasih *et al.*, 2025). Seluruh hasil dari tahapan analisis yang telah dilakukan menjadi dasar utama dalam mendesain media *flashcard augmented reality* yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran biologi di kelas X SMA.

Tahapan *design* dimulai dengan merancang instrumen evaluasi dalam bentuk tes kemampuan berpikir kritis yang dirancang mengacu pada indikator dari Facione. Tes ini bertujuan untuk menilai kemampuan keterampilan peserta didik dalam mengolah informasi, membangun argumen, serta menyimpulkan secara rasional. Setiap butir soal dikembangkan dengan mengacu pada konteks materi keanekaragaman hayati, khususnya yang berkaitan dengan tumbuhan paku terestrial. Tahapan berikutnya adalah menentukan jenis media yang akan digunakan. *Flashcard* dipilih karena dinilai efektif dalam menyajikan informasi secara ringkas dan menarik secara visual. Media ini kemudian dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality* (AR), sehingga siswa tidak sekadar membaca teks, melainkan juga dapat berinteraksi langsung dengan representasi visual tumbuhan melalui perangkat digital.

Langkah akhir dalam tahap perancangan adalah menyusun prototipe awal media dengan mengintegrasikan seluruh komponen utama, yaitu teks materi, visualisasi AR, dan pertanyaan berbasis masalah. Desain kartu dibuat menggunakan aplikasi Canva, sementara aplikasi Assembler Edu digunakan sebagai platform untuk menghubungkan *flashcard* dengan tampilan model *Augmented Reality*. Produk awal yang telah dirancang ini selanjutnya dipersiapkan untuk melalui tahap uji coba pada fase pengembangan berikutnya.



Gambar 1. Cover dan Daftar Isi *Flashcard Augmented Reality*

Hasil penilaian validitas, kepraktisan dan keefektifan terhadap media *flashcard augmented reality* yang dikembangkan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Validitas, Kepraktisan dan Keefektifan *Flashcard Augmented Reality*

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata Skor	Kriteria
1	Validitas	3,83	Valid
2	Kepraktisan	3,66	Baik
3	Keefektifan	0,5	Sedang

Tahap *develop* merupakan proses pengembangan lanjutan dari desain awal media yang telah dirancang sebelumnya. Produk awal berupa *flashcard AR*, yang memuat ilustrasi dua dimensi tumbuhan paku terestrial, informasi mengenai morfologinya, *QR code*, serta pertanyaan berbasis masalah, disempurnakan melalui proses validasi oleh tiga orang ahli. Validasi dilakukan oleh tiga orang, yaitu dua dosen dengan latar belakang pendidikan biologi dan satu guru biologi. Berdasarkan hasil analisis, rata-rata skor yang diberikan oleh para validator mencapai 3,83, yang mengindikasikan bahwa media tersebut masuk dalam kategori valid. Hal ini memperkuat bahwa instrumen yang digunakan telah sesuai dengan indikator berpikir kritis dan layak untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan hasil validasi, media *flashcard augmented reality* bertema tumbuhan paku terestrial dinyatakan valid karena telah memenuhi standar kelayakan dari aspek isi, tujuan pembelajaran, dan format penyajian berdasarkan penilaian para ahli. Skor yang diperoleh menunjukkan bahwa media ini telah selaras dengan capaian pembelajaran yang diharapkan. Oleh karena itu, media ini dinilai layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas, karena tidak sekadar menyampaikan materi dengan tepat, tetapi juga interaktif, tetapi juga mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa. Kejelasan dan relevansi tujuan, baik bagi guru maupun peserta didik, memperkuat potensi *flashcard* ini sebagai media pembelajaran yang inovatif dan efektif.

Tahap lanjutan dalam proses pengembangan adalah uji coba terbatas atau *developmental testing*, yang bertujuan untuk menilai tingkat kepraktisan media saat diterapkan oleh peserta didik. Uji coba ini melibatkan 15 siswa kelas X-2 di SMA Negeri 1 Karang Intan yang dipilih secara acak. Melalui kegiatan ini, peneliti dapat mengamati secara langsung bagaimana media digunakan oleh siswa, sekaligus menggali tanggapan mereka terkait aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, desain tampilan, serta keterpaduan antara konten visual dan materi.

Tahap lanjutan dalam proses pengembangan adalah uji coba terbatas atau *developmental testing*, yang bertujuan untuk menilai tingkat kepraktisan media saat diterapkan oleh peserta didik. Uji coba ini melibatkan 15 siswa kelas X-2 di SMA Negeri 1 Karang Intan yang dipilih secara acak. Melalui kegiatan ini, peneliti dapat mengamati secara langsung bagaimana media digunakan oleh siswa, sekaligus menggali tanggapan mereka terkait aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, desain tampilan, serta keterpaduan antara konten visual dan materi.

Tabel 3 menunjukkan bahwa skor kepraktisan isi media *flashcard augmented reality* mencapai angka 3,66, yang menurut kriteria keterbacaan dari Arbainsyah (2016) yang diadaptasi dari Nur (2013), termasuk dalam kategori baik. Meskipun telah dinyatakan praktis, media ini tetap mengalami revisi berdasarkan masukan dari peserta didik untuk penyempurnaan lebih lanjut. Secara keseluruhan, rata-rata skor hasil uji kepraktisan dan keterbacaan media *flashcard AR* tumbuhan paku terestrial berada pada angka 3,66, yang tergolong baik. Wulandari *et al.* (2023) menegaskan bahwa media yang baik perlu menyajikan informasi secara akurat dan mudah dipahami oleh siswa. Di sisi lain, menurut Alfiansyah (2024), media yang praktis dan efisien umumnya mendorong pengguna untuk mengaksesnya kembali tanpa membutuhkan banyak sumber daya.

Tahap *Develop* tidak hanya mencakup proses validasi dan uji kepraktisan, tetapi juga melibatkan uji keefektifan untuk mengevaluasi sejauh mana media berpengaruh dalam menunjang perkembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Evaluasi dilakukan melalui pemberian *pretest* dan *posttest* yang dirancang berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Facione. Skor dari kedua tes tersebut dianalisis menggunakan rumus *normalized gain (n-Gain)* untuk mengukur tingkat peningkatan hasil belajar setelah penggunaan media.

Tabel 3 menampilkan hasil uji keefektifan media pembelajaran *flashcard augmented reality* yang dirancang menggunakan pendekatan *Problem Based Learning (PBL)* dengan topik keragaman tumbuhan paku terestrial. Berdasarkan hasil analisis, penggunaan media ini terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA, dengan nilai *normalized gain (n-Gain)* sebesar 0,5. Mengacu pada klasifikasi efektivitas pembelajaran menurut Hake (1998), skor tersebut berada pada kategori sedang, yang berarti media ini memiliki efektivitas yang cukup dalam mendukung proses belajar siswa. Nilai N-Gain sebesar 0,5 yang termasuk kategori sedang menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa belum mencapai tingkat optimal. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh durasi penerapan yang terbatas, proses adaptasi siswa terhadap media AR, serta tantangan dalam menyelesaikan masalah yang menuntut analisis mendalam.

Sebagian peserta didik juga masih memerlukan bimbingan untuk mengaitkan hasil visualisasi AR dengan langkah pemecahan masalah. Meski demikian, capaian ini tetap menggambarkan adanya perkembangan positif yang sejalan dengan pendapat Hake (1998), bahwa nilai N-Gain pada rentang 0,3–0,7 mencerminkan peningkatan moderat yang umum ditemukan dalam pembelajaran inovatif. Dengan demikian, penggunaan media *Augmented Reality (AR)* berbasis *Problem-Based Learning (PBL)* dapat dikatakan cukup efektif dalam membantu siswa memahami konsep secara visual, kontekstual, dan melatih kemampuan berpikir kritis melalui proses pemecahan masalah. Tahap akhir dalam proses pengembangan adalah tahap *disseminate*, yaitu penyebaran produk setelah melalui serangkaian uji coba dan revisi. Pada tahap ini, penyebaran dilakukan secara terbatas, dengan sasaran guru Biologi dan siswa kelas X di SMA Negeri 1 Karang Intan. Produk yang dikembangkan

dijadikan untuk memfasilitasi interaksi belajar antara guru dan siswa pada materi keanekaragaman hayati, khususnya pada submateri tumbuhan paku terestrial.

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media *flashcard augmented reality* bertema keragaman tumbuhan paku terestrial dengan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) layak untuk dikembangkan dan digunakan dalam pembelajaran. Proses perancangan media didasarkan pada hasil analisis kebutuhan guru, karakteristik peserta didik, materi ajar, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Hasil uji formatif menunjukkan bahwa media memperoleh skor validitas sebesar 3,83 (kategori valid) dan skor kepraktisan 3,66 (kategori praktis), yang mengindikasikan bahwa media ini mudah diimplementasikan dalam kegiatan belajar. Selain itu, hasil uji keefektifan menunjukkan Peningkatan dalam kemampuan berpikir kritis ditunjukkan melalui skor *n-Gain* sebesar 0,5, yang berada pada kategori sedang. Dengan demikian, media ini dinilai efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi pada kelas X SMA.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi selama proses penelitian hingga penulisan laporan ini.

## RUJUKAN

- Alfiansyah, A. (2024). Perancangan dan implementasi media pembelajaran teknologi layanan jaringan berbasis mobile: Sebuah pendekatan inovatif untuk pendidikan. *Journal Creativity*, 2(1), 121-132.
- Arends, R. (2012). *Learning to teach (9th ed.)*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. ASCD.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. The Delphi Report. Millbrae, CA: The California Academic Press.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Mardhiyah, R., Aldriani, S., Chitta, F., & Zulfikar, M. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 71(1), 63–71.
- Nur, S. (2023). Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal Matematika, Sains dan Pembelajarannya*, 9(1).
- Realitawati, R., Ikrom, F. D., Herawan, E., & Kadarsah, D. (2024). Penerapan 4C skills dalam pembelajaran abad 21 di sekolah dasar. *Muallimuna: Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 10(1), 22-32.
- Redhana, W. I. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239-2253.
- Saputra, H. (2021). Pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 5(3), 1-9.

- Setiawan, A. H & Dani, H. (2021). Studi Terhadap Media Augmented Reality (AR) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada KD Memahami Jenis-Jenis Alat Berat. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan 7*, no. 1: 1–5. hlm.2
- Setiawan, T., & Hasanah, F. N. (2025). *Microteaching: Konsep, Praktik, dan Penilaian*. Penerbit NEM.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington, IN: Center for Innovation in Teaching the Handicapped, Indiana University.
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. *Journal on Education*, 5(2), 3928-3936.
- Wulandari, O. A., & Wardhani, I. S. (2024). Media dan Gaya Belajar Siswa: Strategi dalam Pembelajaran Efektif. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(11).