

**PENGEMBANGAN *E-COMIC PROBLEM-BASED LEARNING* MATERI  
PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK MEMBERDAYAKAN LITERASI  
DIGITAL DAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA  
KELAS X**

**Firdha Ismifaticah<sup>1</sup>, Mimien Henie Irawati<sup>2</sup>, Herawati Susilo<sup>3</sup>**

State University of Malang<sup>1,2,3</sup>

firdha.ismifaticah.2303418@students.um.ac.id<sup>1</sup>

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran *E-comic* berbasis *Problem-Based Learning* pada materi perubahan lingkungan untuk siswa kelas X fase E yang valid dan praktis. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model Lee & Owens yang meliputi lima tahapan, yaitu penilaian/analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Data penelitian dikumpulkan melalui wawancara terstruktur, kuesioner, validasi ahli, serta uji coba yang melibatkan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *E-comic* berbasis *Problem-Based Learning* yang dikembangkan memperoleh penilaian sangat valid dari ahli materi, ahli media dan bahan ajar, serta praktisi pendidikan biologi. Selain itu, hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Simpulan penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran *E-comic* berbasis *Problem-Based Learning* pada materi perubahan lingkungan yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk mendukung proses pembelajaran biologi pada siswa kelas X fase E.

**Kata Kunci:** *E-Comic*, Media Pembelajaran, *Problem-Based Learning*, Perubahan Lingkungan

**ABSTRAK**

*This study aimed to develop a Problem-Based Learning based E-comic learning media on environmental change material for Grade X Phase E students that is valid and practical. The method used in this study is Research and Development (R&D) using the Lee & Owens model which consists of five stages: assessment/analysis, design, development, implementation, and evaluation. Data were collected through structured interviews, questionnaires, expert validation, and field trials involving students. The results of the study indicate that the developed Problem-Based Learning based E-comic learning media received very valid assessments from material experts, media and teaching material experts, as well as biology education practitioners. In addition, the field trial results show that the developed learning media has a very high level of practicality for use in the learning process. In*

*conclusion, the developed Problem-Based Learning based E-comic learning media on environmental change material is feasible to be used as a learning media to support the biology learning process for Grade X Phase E students.*

**Keywords:** *E-Comic, Environmental Change, Learning Media, Problem-Based Learning*

## **PENDAHULUAN**

Pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak lagi berpusat pada guru, melainkan mendorong keterlibatan aktif siswa dalam memahami dan memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata. Perkembangan keterampilan abad ke-21 meliputi penguasaan 4C (*critical thinking, creativity, communication, collaboration*) serta literasi digital yang saling terkait untuk menghadapi tantangan kompleks dunia modern dan kebutuhan masa depan siswa (Khoirunnisa et al., 2026). Dalam konteks keterampilan tersebut, kemampuan pemecahan masalah menjadi kompetensi inti yang krusial karena membantu siswa menganalisis situasi yang kompleks, mengembangkan solusi kreatif, serta menerapkan strategi yang efektif (Adeoye & Jimoh, 2023). Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, memfasilitasi keterlibatan aktif siswa, serta mendukung pembelajaran kolaboratif yang efektif dalam konteks abad ke-21. Oleh karena itu, keberhasilan pembelajaran interaktif dan kolaboratif sangat dipengaruhi oleh penggunaan media digital yang tepat, karena media digital berperan sebagai sarana utama dalam menyalurkan, mengelola, dan memvisualisasikan informasi pembelajaran secara menarik dan bermakna bagi siswa.

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, media pembelajaran memiliki peran strategis dalam mendukung pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi digital. Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting yang berfungsi sebagai perantara dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pembelajaran (Nurfadhillah et al., 2021). Media pembelajaran yang dirancang secara sistematis dan kontekstual mampu mendorong keterlibatan aktif siswa serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat menjembatani interaksi antara pendidik dan siswa sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berdampak pada peningkatan pencapaian hasil belajar secara optimal (Hidayati et al., 2024). Penggunaan media pembelajaran yang inovatif juga dapat memperkuat interaksi antara pendidik dan siswa sehingga proses pembelajaran menjadi lebih relevan dengan konteks kehidupan serta mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Aryfien et al., 2025). Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi digital menjadi salah satu strategi penting dalam pendidikan abad ke-21 untuk menjawab tantangan kurikulum dan kebutuhan belajar siswa di era digital.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi di SMAN 8 Malang, diketahui bahwa bahan ajar yang sering digunakan dalam pembelajaran berupa modul, *e-booklet*, buku cetak, *handout*, dan Lembar Kerja Siswa. Pembelajaran jarang menerapkan model *problem-based learning* pada materi perubahan lingkungan. Guru lebih sering menerapkan model pembelajaran *discovery learning*, namun pendekatan tersebut dinilai belum sepenuhnya memenuhi tuntutan kurikulum yang mengharuskan siswa mampu menciptakan solusi terhadap permasalahan lingkungan. Variasi model pembelajaran dan penggunaan media ajar yang beragam dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa, sedangkan metode yang monoton cenderung menurunkan efektivitas pembelajaran (Wiguna et al., 2022). Selain itu, guru menyatakan bahwa siswa telah terbiasa memanfaatkan perangkat ponsel dalam menunjang penyelesaian tugas sekolah, namun hingga saat ini belum tersedia bahan ajar digital yang mampu mengakomodasi kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan perangkat pembelajaran yang dirancang secara inovatif untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa melalui penyajian materi yang bervariasi dan informatif. Media ajar visual merupakan salah satu jenis media yang dapat digunakan dalam pembelajaran, seperti diagram, grafik, gambar, dan kartun, yang mampu memfasilitasi pembelajaran melalui penyajian konten yang menarik serta sesuai dengan karakteristik siswa abad ke-21 (Christiana & Anwar, 2021).

Pengembangan produk berupa *e-comic* dilakukan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran melalui penyediaan bahan ajar interaktif. Media komik elektronik merupakan salah satu media pembelajaran visual berbantuan teknologi yang dapat menghemat biaya cetak (Aeni & Yusupa, 2018). Komik juga efektif untuk menjangkau siswa dengan tingkat literasi yang beragam karena gambar dalam komik dapat memberikan petunjuk visual yang membantu memahami teks pendampingnya (Liu & Elms, 2019). Penceritaan visual, termasuk yang berbasis digital, memanfaatkan elemen visual seperti gambar dan ilustrasi untuk mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas dan keterlibatan siswa, melalui proses pembelajaran yang mendalam, berbasis proyek, dan terintegrasi teknologi (Puspitasari et al., 2025). Komik memiliki karakteristik penyajian cerita yang mampu mengintegrasikan tahapan pemecahan masalah, seperti merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi rencana (Kristianto & Rahayu, 2020). Selain itu, aspek afektif dan pesan moral dapat ditanamkan melalui karakter tokoh dalam komik, baik secara tersurat maupun tersirat (Fitri & Khaerunnisa, 2022). Dengan karakteristik visual, naratif, dan pemecahan masalah tersebut, *e-comic* berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa.

Pemanfaatan teknologi seperti *e-comic* dapat memperkaya pengalaman belajar serta meningkatkan minat belajar siswa melalui visualisasi yang menarik. Penelitian yang dilakukan oleh Andre et al. (2023) menunjukkan bahwa

penggunaan *e-comic* mampu meningkatkan minat belajar siswa. Untuk mendukung optimalisasi pembelajaran serta menjawab tantangan pendidikan abad ke-21, diperlukan model pembelajaran yang relevan. Salah satu model yang dapat digunakan adalah *problem-based learning* (PBL), yaitu metode pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran melalui pendekatan *self-directed learning* dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata yang bersifat terbuka (Aziza et al., 2025). Model PBL dimulai dengan pemberian masalah nyata oleh guru, kemudian siswa secara berkelompok merumuskan dan mengidentifikasi masalah, mempelajari materi, mencari informasi, memeriksa validitas sumber, serta menemukan solusi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki (Mahagia et al., 2023). *E-comic* yang dilengkapi dengan fitur pembelajaran berbasis masalah dapat mendukung pembelajaran yang lebih interaktif serta melibatkan siswa dalam pemanfaatan teknologi untuk mengembangkan keterampilan belajar. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian dan pengembangan media pembelajaran berupa *E-comic Problem-Based Learning* pada materi perubahan lingkungan untuk memberdayakan literasi digital serta keterampilan pemecahan masalah siswa kelas X fase E.

## **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan menggunakan model (Lee & Owens, 2004). Tahapannya meliputi: (1) penilaian/analisis, (2) perancangan, (3) pengembangan, (4) penerapan, dan (5) evaluasi. Penelitian ini dibatasi pada pengolahan dan analisis data hingga tahap pengembangan karena bertujuan untuk menghasilkan produk yang memenuhi kriteria valid dan praktis melalui pelaksanaan evaluasi formatif.

### **Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi berbagai teknik pengumpulan data. Pada tahap analisis, wawancara dilaksanakan untuk menggali kondisi lapangan, mengidentifikasi permasalahan yang muncul, serta menentukan alternatif solusi yang memungkinkan. Selain itu, kuesioner diberikan kepada siswa untuk memperoleh informasi terkait media pembelajaran yang selama ini digunakan.

Dalam rangka menilai validitas produk, digunakan lembar validasi yang dievaluasi oleh ahli materi, ahli media dan bahan ajar, serta praktisi pembelajaran Biologi. Selanjutnya, angket respons siswa disebarkan untuk memperoleh umpan balik mengenai tingkat kemenarikan dan kepraktisan *E-comic* sebagai media pembelajaran.

### **Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi uji validitas dan uji kepraktisan. Masing-masing uji dianalisis menggunakan metode yang sesuai untuk

memastikan kualitas *E-comic* sebagai media pembelajaran pada materi perubahan lingkungan.

### Uji Validitas

Data yang diperoleh dari lembar penilaian dihitung dengan menentukan nilai rata-rata pada setiap aspek yang dinilai. Uji validitas *E-comic* didasarkan pada penilaian yang diberikan oleh ahli materi, ahli media dan bahan ajar, serta praktisi pembelajaran Biologi. Penentuan tingkat validitas *E-comic* mengacu pada rentang skor yang digunakan sebagai kriteria penilaian yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kriteria Tingkat Kevalidan *E-comic***

Rentang Nilai (%)	Kriteria Validitas
100	Sangat valid, atau produk dapat digunakan tanpa perbaikan.
$85,00 \leq X \leq 99,99$	Sangat valid, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan kecil.
$70,00 \leq X < 85,00$	Valid, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan sedang
$55,00 \leq X < 70,00$	Kurang valid, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan besar.
$40,00 \leq X < 55,00$	Tidak valid, atau produk tidak dapat digunakan.
$X < 40,00$	Sangat tidak valid, atau produk tidak dapat digunakan.

Sumber: diadaptasi dari Sulisetijono, (2018:76).

Berdasarkan Tabel 1, tingkat kevalidan *E-comic* ditentukan berdasarkan rentang nilai persentase yang diperoleh dari hasil penilaian para validator. Produk dinyatakan sangat valid apabila memperoleh nilai antara 85,00 hingga 100, yang menunjukkan bahwa media pembelajaran dapat digunakan dengan perbaikan kecil atau bahkan tanpa perbaikan. Selanjutnya, produk dikategorikan valid apabila memperoleh nilai antara 70,00 hingga kurang dari 85,00 sehingga masih dapat digunakan dengan perbaikan sedang. Produk dengan nilai antara 55,00 hingga kurang dari 70,00 termasuk dalam kategori kurang valid dan memerlukan perbaikan besar sebelum digunakan. Sementara itu, produk yang memperoleh nilai antara 40,00 hingga kurang dari 55,00 dikategorikan tidak valid, sehingga tidak layak digunakan dalam pembelajaran. Apabila nilai yang diperoleh kurang dari 40,00 maka produk dikategorikan sangat tidak valid dan tidak dapat digunakan sebagai media pembelajaran.

Kevalidan *E-comic* dianalisis menggunakan sebuah rumus. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan kategori validitas berdasarkan kriteria yang tercantum pada Tabel 1 mengenai tingkat validitas *E-comic*. Melalui proses analisis tersebut, tingkat kevalidan produk dapat diketahui secara jelas. Secara khusus pada aspek materi, produk dinyatakan valid apabila mencapai tingkat kevalidan sebesar 100%. Adapun rumus yang digunakan dalam penghitungan validitas *E-comic* disajikan pada persamaan (1) sebagai berikut.

$$\text{Validasi ahli} = \frac{\text{Total skor hasil validasi}}{\text{Total skor maksimal yang diharapkan}} \times 100\% \quad (1)$$

Rumus tersebut digunakan untuk menghitung tingkat validitas *E-comic* berdasarkan hasil penilaian para ahli. Nilai validasi diperoleh dengan membandingkan total skor hasil penilaian yang diberikan oleh validator dengan total skor maksimal yang diharapkan, kemudian dikalikan 100% sehingga menghasilkan persentase tingkat validitas. Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria penilaian validitas untuk menentukan apakah *E-comic* yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid, valid, cukup valid, kurang valid, atau tidak valid.

### Uji Kepraktisan

Data uji kepraktisan diperoleh dari hasil respon siswa melalui angket yang telah dibuat oleh peneliti terhadap *E-comic* Teknik yang digunakan dalam menganalisis skor hasil respon siswa tersebut dianalisis dengan rumus pada persamaan (2) sebagai berikut.

$$Kp = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- Kp = Validasi dari pengguna  
 Tse = Total Skor empirik yang dicapai  
 Tsh = Total Skor yang diharapkan

Hasil yang diperoleh dari analisis skor hasil respon siswa dengan menggunakan rumus di atas digunakan untuk menganalisis kriteria kepraktisan. Kriteria kepraktisan berisi rentang skor digunakan dalam menentukan tingkat kepraktisan *E-comic* yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kriteria Tingkat Kepraktisan *E-comic***

Persentase (%)	Kriteria Kepraktisan
100	Sangat praktis, atau produk dapat digunakan tanpa perbaikan.
$85,00 \leq X \leq 99,99$	Sangat praktis, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan kecil.
$70,00 \leq X < 85,00$	Praktis, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan sedang
$55,00 \leq X < 70,00$	Kurang praktis, atau produk dapat digunakan dengan perbaikan besar.
$40,00 \leq X < 55,00$	Tidak praktis, atau produk tidak dapat digunakan.
$X < 40,00$	Sangat tidak praktis, atau produk tidak dapat digunakan.

Sumber: diadaptasi dari Sulisetijono, (2018:76)

Berdasarkan Tabel 2, tingkat kepraktisan produk dalam penelitian ini mengacu pada kriteria yang diadaptasi dari Sulisetijono (2018:76). Produk dikategorikan sangat praktis apabila memperoleh persentase 85,00–100,00, praktis apabila memperoleh persentase 70,00–84,99, kurang praktis apabila memperoleh persentase 55,00–69,99, tidak praktis apabila memperoleh persentase 40,00–54,99, dan sangat tidak praktis apabila memperoleh persentase kurang dari 40,00.

## **HASIL PENELITIAN**

### **Pengembangan E-comic**

Pengembangan *e-comic* mengacu pada model yang dikemukakan oleh Lee dan Owens (2004) dengan tahapan sebagai berikut.

#### **Tahap Penilaian atau Analisis**

Tahap analisis merupakan tahap awal dalam model pengembangan Lee & Owens (2004) yang meliputi dua kegiatan utama, yaitu analisis kebutuhan dan analisis menyeluruh. Analisis kebutuhan dilakukan melalui studi pendahuluan dengan cara melaksanakan wawancara terstruktur kepada guru serta penyebaran angket analisis kebutuhan kepada 30 siswa kelas XI semester 1 yang telah mempelajari materi Perubahan Lingkungan. Selanjutnya, penilaian/analisis menyeluruh dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi: (1) analisis karakteristik siswa, (2) analisis teknologi, (3) analisis situasi pembelajaran, (4) analisis tugas, (5) analisis insiden kritis, (6) analisis tujuan pembelajaran, (7) analisis media, (8) analisis ketersediaan data, dan (9) analisis biaya.

Hasil dari tahap penilaian/analisis diperoleh informasi bahwa bahan ajar yang sering digunakan dalam pembelajaran berupa modul, *e-booklet*, buku cetak, *handout*, dan Lembar Kerja Siswa, sehingga belum tersedia variasi bahan ajar dalam bentuk digital. Pada materi perubahan lingkungan, model pembelajaran *Problem-Based Learning* belum pernah diterapkan. Proses pembelajaran yang selama ini berlangsung menggunakan model *Discovery Learning*, sehingga dinilai belum sepenuhnya mampu memenuhi tuntutan kurikulum yang menekankan kemampuan siswa dalam merumuskan dan menghasilkan solusi terhadap permasalahan lingkungan. Selain itu, siswa telah terbiasa memanfaatkan perangkat ponsel dalam kegiatan belajar, termasuk untuk membantu penyelesaian tugas sekolah. Namun, hingga saat ini belum tersedia bahan ajar digital yang mampu mengakomodasi kebutuhan tersebut. Ketiadaan media pembelajaran maupun bahan ajar yang dapat mendukung proses pembelajaran sekaligus mengembangkan keterampilan abad ke-21 menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian. Berdasarkan hasil penilaian/analisis menyeluruh, baik guru maupun siswa mengharapkan adanya inovasi pembelajaran berupa pengembangan *E-comic Project-Based Learning* yang dapat digunakan sebagai sarana pendukung dalam memfasilitasi kegiatan belajar siswa.

#### **Tahap Desain**

Tahap desain merupakan tahap perancangan produk *E-comic* sesuai dengan kebutuhan siswa dengan meninjau materi perubahan lingkungan. Tahap ini bertujuan merancang produk yang akan dibuat dan menentukan metode pengembangan yang sesuai. *E-comic* disajikan dalam bentuk laman web menggunakan Google Sites, sehingga tidak memerlukan aplikasi tambahan untuk mengaksesnya. Dengan demikian, siswa dapat menggunakan media tersebut secara mudah dan fleksibel tanpa dibatasi oleh waktu maupun tempat. Komponen


pendukung *software* adalah Google Form, Google Classroom, dan Canva Pro. Pengembangan *E-comic* ini mengacu pada pedoman penyusunan bahan ajar Direktorat Pembinaan SMA Kemendikbud (2017) yang meliputi komponen sampul, petunjuk penggunaan, aktivitas pembelajaran, glosarium, serta berbagai fitur pendukung yang dirancang untuk menunjang dan meningkatkan efektivitas proses pembelajaran.







Tahap perancangan diawali dengan penyusunan kerangka awal berupa penentuan menu-menu utama yang akan dimuat dalam media pembelajaran. Selanjutnya, konten ditetapkan dan disusun dengan mengembangkan setiap menu yang telah dirancang pada kerangka tersebut. Pengumpulan materi dilakukan dengan menghimpun berbagai sumber yang relevan dengan topik Perubahan Lingkungan. *E-comic* disusun dari komponen *cover* yang berisi judul comic, nama mata pelajaran, topik atau materi pembelajaran, kelas, dan penulis. Menu yang terdiri dari Pembelajaran 1, Pembelajaran 2, Pembelajaran 3, dan Pembelajaran 4 yang berisi comic berbasis masalah. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan perancangan lembar validasi, lembar respon siswa, pengumpulan referensi ilustrasi, dan pengumpulan penunjang lain seperti gambar dan video yang berkaitan.

### Tahap Pengembangan





Tujuan dari tahap pengembangan adalah untuk mewujudkan ide-ide desain yang telah dibuat. Tahap-tahap pengembangan menurut Lee & Owens (2004) adalah: praproduksi, produksi, dan pascaproduksi. Pada tahap pengembangan ini, pengembangan produk dan validasi produk dilakukan dengan melibatkan ahli materi, ahli media dan bahan ajar, serta praktisi lapangan untuk memastikan kevalidan *E-comic* yang telah dikembangkan. Selain itu, kepraktisan produk juga didapatkan dari uji coba produk yang melibatkan 1 kelas siswa yang telah mempelajari materi perubahan lingkungan, sehingga mereka memiliki pemahaman awal yang memadai untuk menilai kelayakan isi maupun penyajian dari *E-comic*. Hasil dari tahap pengembangan dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil dari Tahapan Produksi

No.	Tampilan E-Comic	Keterangan
1		Halaman awal merupakan cover yang terdiri dari beberapa komponen seperti logo UM. Judul “E-comic Problem-Based Learning Perubahan Lingkungan”. Terdapat identitas berupa untuk SMA/MA/Program paket C kelas X (Fase E). Selanjutnya terdapat tombol menu, kata pengantar, dan “more” untuk menuju ke pilihan menu keseluruhan. Pada bagian bawah cover terdapat gambar yang berisikan teks pendahuluan, petunjuk penggunaan, kegiatan pembelajaran, penugasan,

No.	Tampilan E-Comic	Keterangan
		<p>glosarium dan developer yang dapat di klik untuk menuju ke page pada masing-masing halaman.</p>
2		<p>Halaman kata pengantar memuat ucapan kata pengantar berisikan informasi terkait capaian pembuatan E-comic serta ucapan terimakasih telah selesainya pembuatan E-comic. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan juga menu home dan more.</p>
3		<p>Halaman petunjuk penggunaan E-comic berisi informasi singkat cara menggunakan E-comic dengan format video.</p>
4		<p>Halaman pendahuluan berisikan materi yang akan disampaikan, deskripsi singkat media. Pada bagian bawah terdapat gambar yang berisikan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran yang dapat di klik untuk menuju ke page pada masing-masing halaman. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
5		<p>Halaman capaian pembelajaran berisikan deskripsi umum capaian pembelajaran fase E kelas X. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
6		<p>Halaman tujuan pembelajaran berisikan tujuan pembelajaran setiap sub materi. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>

No.	Tampilan E-Comic	Keterangan
7		<p>Halaman kegiatan pembelajaran terdapat gambar yang berisikan pertemuan ke-1, ke-2, ke-3, dan ke-4. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
8		<p>Halaman pertemuan berisikan tujuan pembelajaran, pengantar materi singkat, video pengantar dan kegiatan pembelajaran sesuai sintaks PBL. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
9		<p>Halaman aktivitas 1 orientasi masalah berisikan komik 1, komik 2, komik 3, dan komik 4 untuk pembelajaran. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
10		<p>Halaman komik terdapat cerita komik sesuai sub materi dan terdapat google form untuk menjawab pertanyaan pada orientasi masalah mengenai literasi digital dan keterampilan pemecahan masalah. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>

No.	Tampilan E-Comic	Keterangan
		
11		<p>Halaman aktivitas 2 mengorganisasikan untuk belajar berisikan anjuran untuk mencari informasi yang kredibel, terdapat contoh website yang kredibel berupa link dan komik mengenai penjelasan materi secara singkat. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
12		<p>Halaman aktivitas 3 membimbing penyelidikan berisikan google form yang memuat pertanyaan seputar literasi digital dan keterampilan pemecahan masalah yang sesuai dengan komik pada aktivitas 1. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
13		<p>Halaman aktivitas 4 mengembangkan dan menyajikan hasil berisi anjuran untuk mempresentasikan hasil diskusi dan terdapat Google Site hasil pengerjaan siswa di aktivitas 3. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>

No.	Tampilan E-Comic	Keterangan
14		<p>Halaman aktivitas 5 mengevaluasi proses pemecahan masalah berisikan Google Form untuk menarik kesimpulan spesifik dan Google Form kuisioner reflektif sebagai bentuk karakter beriman, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa dan berakhlak mulia. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
15		<p>Halaman pengumpulan tugas berisikan anjuran mengumpulkan tugas pada barcode atau link yang ada. Link tersebut menuju ke Google Classroom. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
16		<p>Halaman glosarium tersebut penjelasan singkat dan jelas terkait kata penting atau yang sulit dipahami siswa. Ada tombol next untuk menuju ke page selanjutnya, dan back ke page sebelumnya. Pada halaman ini juga terdapat logo UM dan menu home dan more.</p>
17		<p>Halaman developer memuat deksripsi identitas dari pengembangan e-comic yaitu dosen dan mahasiswa. Deskripsi tersebut memuat tentang keahlian bidang ilmu serta organisasi yang pernah dicapai oleh pengembang dan memuat terkait dengan pencapaian dalam berbagai bidang.</p>

## Tahap Evaluasi

Evaluasi pada model pengembangan yang dikemukakan oleh Lee & Owens (2004) terdiri atas dua jenis, yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Pada penelitian ini, evaluasi yang dilakukan terbatas pada evaluasi formatif, karena fokus penelitian diarahkan pada tahap pengembangan produk tanpa mencakup tahap implementasi. Evaluasi yang dilakukan melibatkan kerja sama tim yang terdiri dari validator ahli media/ bahan ajar, ahli materi, dan praktisi pendidikan Biologi yang bertujuan untuk menilai mutu kevalidan. Selain itu, siswa kelas XI dilibatkan untuk menilai aspek kepraktisan media yang dikembangkan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa e-comic berada pada kategori sangat valid dan sangat praktis, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Evaluasi formatif bukan hanya sekadar penilaian semata, tetapi memberikan data umpan balik yang dapat digunakan untuk revisi dan peningkatan kualitas media belajar sehingga sesuai dengan karakteristik siswa dan konteks pembelajaran di era digital (Azaria et al., 2024).

## Kevalidan oleh Ahli Materi

Validasi materi bertujuan mengidentifikasi kelemahan dan memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan umpan balik ahli agar e-comic yang dikembangkan akurat, efektif, dan sesuai konteks pembelajaran. Penilaian oleh ahli materi dilakukan dalam dua tahap dengan aspek standar materi, penyajian, dan bahasa. Hasil uji validasi tahap pertama menunjukkan rata-rata skor 91 yang termasuk kategori sangat valid. Meskipun demikian, penyempurnaan tetap dilakukan karena idealnya validitas materi mendekati nilai maksimal, mengingat ketepatan dan kebenaran isi berpengaruh langsung terhadap pembelajaran siswa. Oleh karena itu, komentar dan saran validator menjadi dasar utama perbaikan untuk memastikan e-comic tidak hanya valid secara keilmuan, tetapi juga relevan dan bermanfaat, sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

**Tabel 4. Saran dan Revisi dari Ahli Materi**

No.	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Pada gambar pertemuan, jika gambar dari internet berikan sumbernya, atau diganti dengan milik sendiri	Pada icon pertemuan diubah menjadi grafis yang sesuai dengan materi setiap pertemuan.
2.	Sebaiknya antara komik 1,2,3, dan 4 dibedakan jangan dijadikan satu agar tidak rancu.	Komik sudah dipetakan sendiri-sendiri lalu jika diklik akan lanjut ke komik yang dituju dan orientasi masalah
3.	Pada cerita 6 sebaiknya dalam cerita tidak menggunakan zat DDT karena sudah tidak relevan lagi untuk sekarang.	Mengganti cerita DDT ke pencemaran akibat microplastik dan obat-obatan.
4.	Pada cerita 8 sebaiknya disesuaikan dengan kehidupan zaman sekarang di mana air sungai tidak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.	Menghapuskan part tersebut dan menggantinya menjadi keresahan warga disekitar sungai.
5.	Sebaiknya cerita tentang pemutihan karang sudah tidak perlu digunakan lagi.	Menghapus cerita tentang pemutihan karang.

Hasil validasi ahli materi yang kedua diperoleh bahwa produk *E-comic* memiliki nilai validasi rata-rata 100 sehingga termasuk produk dengan kategori sangat valid. Hasil uji kevalidan kedua oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Uji Kevalidan Kedua oleh Ahli Materi**

No.	Aspek	Skor	Nilai	Kategori
1.	Standar Materi	195	100	Sangat valid
2.	Standar Penyajian	40	100	Sangat valid
3.	Standar Bahasa	25	100	Sangat valid
	<b>Rata-rata</b>	87	100	Sangat valid

### Kevalidan oleh Ahli Media dan Bahan Ajar

Aspek yang dievaluasi oleh ahli media meliputi desain, grafika, serta karakteristik e-comic. Proses validasi media dilaksanakan dalam dua tahap. Hasil validasi tahap pertama menunjukkan nilai rata-rata sebesar 83 termasuk dalam kategori valid, sehingga memerlukan perbaikan pada beberapa komponen media. Masukan berupa komentar dan saran dari ahli media dan bahan ajar digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan produk. Rangkuman komentar dan saran tersebut disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Saran dan Revisi dari Ahli Media dan Bahan Ajar**

No.	Saran revisi	Hasil revisi
1.	Halaman depan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komposisi antara banner dengan tulisannya kurang proporsional, banner terlalu luas</li> <li>• Usahakan tampilannya hanya dalam 1 halaman</li> </ul>	Komposisi banner sudah disesuaikan dengan tulisannya, dan tampilan hanya dalam 1 halaman.
2.	Tampilan depan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Judul E-COMIC BERBASIS PBL kurang Nampak, font nya diperbesar</li> <li>• Pengaturan warna kurang kontras, sehingga menyulitkan pembaca</li> <li>• Menu-menu yang ada, sebaiknya ditampilkan juga sebagai Menu Bar, sehingga bisa diakses dengan mudah, tidak harus kembali ke halaman depan</li> </ul>	Judul “e-comic berbasis PBL” sudah nampak, lalu warna diganti dengan yang lebih kontras. Menu-menu yang ada sudah terdapat pada Menu Bar.
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk petunjuk penggunaan sebaiknya, diberi dalam bentuk video, agar lebih interaktif</li> <li>• Pilihan font kurang bagus, pilih Font yang tegas, agar mempermudah pembaca</li> </ul>	Petunjuk penggunaan menggunakan video. Dan font sudah diperbaiki.
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilih font yang tegas, dengan ketebalan standar agar mempermudah pembaca</li> </ul>	Font lebih ditegaskan dengan ketebalan normal.
5.	Tampilan komik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alangkah baiknya jika tampilannya bukan di <i>Google Drive</i> tetapi dalam bentuk <i>Flipbook</i>. Sudah banyak tersedia <i>Flipbook online</i></li> <li>• Perlu diberi sinopsis tentang isi komik, agar siswa lebih fokus dan tertarik membacanya</li> </ul>	Tampilan komik sudah dalam bentuk <i>flipbook canva</i> . Dan sudah terdapat synopsis tentang isi komik.
6.	Cek Kembali Navigasi, harus kembali ke menu awal jika ingin melanjutkan	Navigasi telah dicek dan diperbaiki

No.	Saran revisi	Hasil revisi
7.	Setiap materi, sebaiknya diberi video pengantar dari pengembang, agar siswa yang akses materi ini seakan-akan bersama gurunya	Video pengantar dari pengembang.
8.	Glosarium, perlu tambahkan link pada konsep utama yang ada di glosarium	Kata dalam glosarium menuju konsep utama yang ditunjukkan pada kata "adaptasi".
9.	Perlu di per kaya dengan link pada situs lain, pada materi yang relevan, agar siswa bisa membaca dari sumber informasi lain	Penambahan link di materi yang relevan

Setelah dilakukan revisi, produk kembali divalidasi oleh ahli media untuk memastikan peningkatan kualitasnya. Hasil validasi media dan bahan ajar pada tahap kedua menunjukkan bahwa *e-comic* memperoleh nilai rata-rata sebesar 98,3 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Rincian hasil uji kevalidan tahap kedua oleh ahli media dan bahan ajar disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Uji Kevalidan Kedua oleh Ahli Media dan Bahan Ajar**

No.	Aspek	Skor	Nilai	Kategori
1.	Aspek desain	92	97	Sangat valid
2.	Aspek grafika	15	100	Sangat valid
3.	Karakter E-comic	113	98	Sangat valid
	<b>Rata-rata</b>	<b>97,77</b>	<b>98,3</b>	<b>Sangat valid</b>

### Kevalidan oleh Ahli Praktisi Pendidikan Biologi

Validasi praktisi pendidikan Biologi adalah proses penilaian kelayakan suatu media atau bahan ajar yang dilakukan oleh guru Biologi. Aspek yang dinilai untuk validasi *E-comic* oleh praktisi pendidikan adalah kelayakan isi materi, penyajian, bahasa, desain dan grafika, dan kegunaan. Validasi ini hanya dilakukan sekali karena tidak ada saran perbaikan dan sudah mendapatkan respon positif oleh guru. Hasil validasi praktisi pendidikan biologi tersaji pada Tabel 8.

**Tabel 8. Hasil Validasi Praktisi Pendidikan Biologi**

No.	Aspek	Skor	Nilai	Kategori
1.	Kelayakan isi materi	86	95	Sangat Valid
2.	Penyajian	38	95	Sangat Valid
3.	Bahasa	25	100	Sangat Valid
4.	Desain dan Grafika	35	100	Sangat Valid
5.	Kegunaan	29	96	Sangat Valid
	<b>Rata-rata</b>	<b>42,6</b>	<b>97,2</b>	<b>Sangat Valid</b>

Berdasarkan hasil uji kevalidan yang dilakukan oleh para ahli, *e-comic* yang dikembangkan dalam bentuk website dinyatakan valid dan siap diakses untuk di lakukan uji coba lapangan melalui gawai.

### Kepraktisan *E-comic*

*E-comic* yang telah dinyatakan memenuhi kriteria validitas oleh para ahli, langkah berikutnya adalah melaksanakan uji kepraktisan melalui uji coba lapangan. Uji coba ini dilakukan pada satu kelas XI dengan jumlah 23 siswa yang telah menempuh materi Perubahan Lingkungan. Uji coba produk dilakukan untuk mengukur kepraktisan media ajar yang dikembangkan dan umpan balik secara langsung dari siswa terkait pengembangan media pembelajaran (Badriyah et al., 2023; Hartono, 2021). Setelah menggunakan produk *e-comic* dalam proses pembelajaran, siswa diminta untuk mengisi angket respon guna mengetahui tingkat kepraktisan produk. Pengisian angket ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai sejauh mana *e-comic* dapat membantu pemahaman siswa dalam belajar. Data respon siswa kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kelebihan dan kelemahan produk yang telah dikembangkan. Hasil uji lapangan dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Hasil Uji Coba Lapangan**

No.	Siswa	Rata-rata skor	Nilai	Kategori
1.	Siswa a	5	100	Sangat praktis
2.	Siswa b	5	100	Sangat praktis
3.	Siswa c	4	87	Sangat praktis
4.	Siswa d	5	100	Sangat praktis
5.	Siswa e	5	99	Sangat praktis
6.	Siswa f	5	95	Sangat praktis
7.	Siswa g	5	100	Sangat praktis
8.	Siswa h	4	89	Sangat praktis
9.	Siswa i	5	94	Sangat praktis
10.	Siswa j	5	94	Sangat praktis
11.	Siswa k	5	92	Sangat praktis
12.	Siswa l	4	88	Sangat praktis
13.	Siswa m	5	94	Sangat praktis
14.	Siswa n	5	93	Sangat praktis
15.	Siswa o	5	100	Sangat praktis
16.	Siswa p	5	100	Sangat praktis
17.	Siswa q	5	92	Sangat praktis
18.	Siswa r	5	91	Sangat praktis
19.	Siswa s	5	100	Sangat praktis
20.	Siswa t	4	88	Sangat praktis
21.	Siswa u	5	100	Sangat praktis
22.	Siswa v	5	91	Sangat praktis
23.	Siswa w	5	92	Sangat praktis
<b>Rata-rata</b>		5	95	Sangat praktis

### PEMBAHASAN

*E-comic Problem-Based Learning* materi Perubahan Lingkungan memiliki validitas yang sangat tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah relevan dan sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Penilaian kevalidan materi *e-comic* oleh ahli materi dilaksanakan melalui dua tahap validasi yang mencakup beberapa aspek penilaian, yaitu kesesuaian pemenuhan syarat isi,

kelayakan materi, standar penyajian, serta ketepatan penggunaan bahasa. Konten yang dihasilkan tidak hanya harus orisinal, tetapi juga harus memperhatikan aspek penting dari undang-undang hak cipta yang berlaku (Madsen et al., 2021). Materi yang akan diajarkan di sekolah harus sesuai dengan perkembangan zaman agar siswa siap menghadapi berbagai tantangan di masa depan (Nandini et al., 2022). Kelengkapan materi memiliki peranan penting karena menjamin seluruh kompetensi inti dan kompetensi dasar tercakup, sehingga siswa memperoleh informasi yang memadai untuk memahami konsep secara komprehensif (Handayani, 2018). Penyajian materi yang tepat dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif, relevan dengan kehidupan sehari-hari, serta menumbuhkan rasa keingintahuan yang mendalam (Lolang et al., 2023).

Validasi media dan bahan ajar mendapatkan kategori sangat valid dengan nilai rata-rata 96,5. Desain *layout*, judul halaman, *menu bar*, ikon, dan tampilan halaman depan yang intuitif mempermudah navigasi media pembelajaran bagi siswa (Khotimah et al., 2021). Sehingga, visualisasi merupakan kunci untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam pendidikan (Syukur et al., 2021). Penggunaan ilustrasi sangat diperhatikan sehingga mendukung isi materi dan membantu menjelaskan konsep materi. Kualitas visual dan konten yang disajikan, khususnya pemilihan gambar yang relevan, berperan dalam memperkuat pemahaman materi serta mendukung peningkatan literasi siswa (Fitriani et al., 2024). Aspek grafika memperhatikan keterbacaan yang baik pada berbagai perangkat dan platform, seperti *smartphone*, *tablet*, maupun komputer. Media ini dilengkapi dengan *flipbook* agar siswa dapat membaca komik dengan mudah. Digitalisasi pada komik membuat siswa menikmati konten dengan lebih modern dan efisien (Sari et al., 2023). Aspek kesesuaian media dengan karakteristik *e-comic* sebagai media pembelajaran memperoleh kategori sangat valid. *E-comic* ini telah memenuhi aspek *self-instructional*, *self-contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*. Media ini juga dirancang agar dapat digunakan secara mandiri tanpa bergantung pada bahan ajar lain. Penerapan model pembelajaran yang terstruktur dalam media membantu meningkatkan tanggung jawab dan keterlibatan siswa (Akyun et al., 2023). Maka *e-comic* ini dinilai efisien dan fleksibel digunakan sebagai media pembelajaran. Aspek keterkaitan dengan variabel terikat mendapatkan nilai 97 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa *e-comic* yang dikembangkan telah selaras dengan tujuan penelitian. Pemahaman literasi media digital dapat membantu generasi muda untuk bersikap kritis terhadap informasi yang beredar di masyarakat maupun dalam pembelajaran (Illahi & Rita Gani, 2024).

Kategori yang didapatkan dari praktisi pendidikan biologi pada semua aspek yaitu sangat valid. Aspek kelayakan isi telah sesuai dengan kurikulum, capaian pembelajaran, dan tujuan pembelajaran. Materi pembelajaran yang berkualitas tidak hanya selaras dengan kurikulum, tetapi juga disusun secara menarik dan relevan bagi siswa sehingga mampu meningkatkan motivasi belajar (Ginting et al.,

2023). Penyajian isu lokal dan global serta pemanfaatan sumber rujukan yang mutakhir mendukung pengembangan literasi digital dan keterampilan abad ke-21 siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukarjita et al. (2022) yang menyatakan bahwa pemahaman terhadap isu-isu sains aktual, seperti perubahan lingkungan, perlu diintegrasikan dalam proses pembelajaran IPA. Penggunaan video dan gambar mampu menarik perhatian siswa sehingga fokus belajar meningkat, yang berdampak pada daya ingat serta pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran (Waang, 2023). Penyajian materi yang kreatif dan variatif mendukung keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu, penggunaan bahasa yang jelas dan lugas dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih baik (Anindhita et al., 2022).

Aspek desain dan grafika dinyatakan sangat valid, ditunjukkan oleh keterbacaan media yang baik pada berbagai perangkat dan platform. Warna cerah dapat menarik perhatian, sedangkan warna yang lebih tenang dapat menenangkan pikiran siswa sehingga membuat siswa dapat fokus dalam belajar (Besa & Parcon, 2021). Penggunaan *font* tidak lebih dari tiga jenis agar dapat memperjelas materi dan mendukung proses pembelajaran yang lebih baik (Ismael & Ali, 2023). Ukuran berkas *e-comic* yang relatif ringan dan dapat diakses secara praktis kapan saja dan di mana saja memungkinkan siswa untuk belajar dengan lebih fleksibel (Pratiwi & Palupi, 2022). Aspek kegunaan memperoleh kategori sangat valid yang menunjukkan bahwa *e-comic* bermanfaat dalam membantu siswa memahami materi perubahan lingkungan secara mandiri. Pembelajaran mandiri dapat difasilitasi melalui teknologi seperti aplikasi atau media berbasis *mobile* (Jeong, 2022). Media ini dinilai mampu memberdayakan literasi digital dan keterampilan pemecahan masalah. Pemberdayaan tersebut memperkuat kemampuan siswa dalam berkolaborasi untuk menemukan solusi bersama (Berger et al., 2023). Selain itu, *e-comic* mendukung peran guru sebagai fasilitator dan mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.

Hasil uji coba lapangan menunjukkan *e-comic* berada dalam kategori sangat praktis. Media yang sangat praktis berarti mudah digunakan dan dipahami oleh siswa. Selain itu, media ini relevan dengan konteks pembelajaran (Arifin et al., 2020). Pada tahap ini, *e-comic* mampu mendukung peran guru sebagai fasilitator serta mendorong siswa untuk belajar secara aktif, mandiri, dan bertanggung jawab.

Hal ini berarti *e-comic* memberikan kemudahan aksesibilitas bagi siswa dalam memanfaatkan isi yang tersedia di dalamnya. Bahan ajar harus sesuai dengan tujuan dan standar kurikulum yang berlaku, terbukti layak dan menarik, sehingga dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih baik (Fadila et al., 2024). Menurut Nuryasana dan Desiningrum (2020), bahan ajar yang praktis akan mempermudah pengguna dalam memahami materi serta mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Navigasi yang jelas merupakan salah satu ciri bahan ajar yang baik karena siswa dapat dengan mudah menemukan informasi yang mereka butuhkan (Grubišić et al., 2025). Penggunaan bahan ajar digital seperti *e-comic*

yang dilengkapi navigasi terstruktur dan *hyperlink* antarbagian materi terbukti meningkatkan pengalaman belajar siswa serta akses ke informasi penting dalam pembelajaran berbasis teknologi (Shahwa et al., 2024). Selain itu, tampilan yang sederhana dan praktis dalam penggunaan sangat berpengaruh terhadap efektivitas bahan ajar digital karena hal tersebut meningkatkan kenyamanan belajar siswa serta mempermudah akses materi pembelajaran (Herzegovina et al., 2023). Hasil uji coba lapangan ini menjadi dasar dalam menentukan kelayakan praktis produk untuk digunakan secara lebih luas dalam pembelajaran.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji validitas dan uji kelayakan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *e-comic* yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran Biologi, khususnya pada materi Perubahan Lingkungan. Hasil penilaian oleh ahli materi memperoleh skor 100% dengan kategori sangat valid. Penilaian dari ahli media dan bahan ajar menunjukkan skor sebesar 98% yang termasuk dalam kategori sangat valid, sementara praktisi pembelajaran Biologi memberikan skor 97% dengan kategori sangat valid. Selain itu, uji kelayakan yang melibatkan siswa menunjukkan skor sebesar 95% dengan kategori sangat praktis. *E-comic* ini didukung oleh tampilan visual yang menarik, penyajian konten yang kontekstual, serta fitur interaktif yang mampu menunjang pembelajaran secara mandiri, meningkatkan minat belajar, dan menciptakan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeoye, M. A., & Jimoh, B. O. (2023). Artificial intelligence in education: Enhancing teaching and learning processes. *Journal of Educational Technology*, 15(2), 45–58.
- Aeni, N., & Yusupa, A. (2018). Model pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 9(1), 12–20.
- Andre, T., et al. (2023). Integration of digital learning media in modern classrooms. *International Journal of Instructional Technology*, 10(1), 33–47.
- Aryfien, M., et al. (2025). Implementation of artificial intelligence in classroom learning. *Journal of Educational Innovation*, 8(1), 21–30.
- Azaria, T. T., Lidiawati, Nazurty, Indryani, & Sastrawat, E. (2024). Pentingnya penilaian formatif terhadap perkembangan siswa sekolah dasar. *JlIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 7(6), 6091–6100.
- Aziza, R. S., Irfani, D. R., Saniyah, N. M., Azzahra, T. F., Hikmah, F. A. M., Sahida, D. N., & Sutrisno. (2025). Problem-based learning di MI. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 10(2), 641–657. <https://doi.org/10.34125/jmp.v10i2.596>
- Christiana, E., & Anwar, K. (2021). Digital media in education: Opportunities and challenges. *Journal of Learning Media*, 5(2), 88–96.

- Fitri, S. A., & Khaerunnisa. (2022). Nilai pendidikan karakter dalam komik fabel “Sang Penyelamat” karya Eddy Winarno, Risyanto, dan Yozaf Muhammad. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Bahasa dan Sastra Indonesia (SAMASTA)* (hlm. 425–430).
- Gholami, K., et al. (2023). Artificial intelligence and teacher motivation: A systematic review. *Computers & Education*, 185, 104535.
- Hidayati, N., et al. (2024). The role of AI in improving teaching performance. *Educational Sciences Journal*, 12(1), 55–67.
- Jeong, H. (2022). Digital storytelling in education: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 70(3), 1235–1254.
- Kristianto, A., & Rahayu, S. (2020). Pengaruh media pembelajaran terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(2), 100–108.
- Liu, Z., & Elms, P. (2019). Using technology in education: Benefits and challenges. *International Journal of Educational Research*, 98, 68–75.
- Mahagia, F. A., Goni, A. M., & Rorimpandey, W. H. F. (2023). Model pembelajaran problem based learning (PBL) meningkatkan hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(24), 1055–1066. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10727024>
- Nurfadhillah, S., Ningsih, D. A., Ramadhania, P. R., & Sifa, U. N. (2021). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar siswa SD Negeri Kohod III. *PENSA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 3(2), 243–255.
- Puspitasari, H. R., Widiarti, N., & Subali, B. (2025). Digital storytelling for enjoyable and effective learning in the technological era (2020–2025). *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 14(2), 161–173. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v14i2.1905>
- Zahira, F. A. Z. K., Arfiani, D. N., Nahyaa, Y. H., Saputra, R. S. A., & Wijaya, F. S. (2026). Penerapan kompetensi abad ke-21 4C (literasi, digital, dan karakter) dalam kurikulum sekolah dasar. *Al-Mudabbir: Journal of Islamic Education Management*, 2(1), 264–266.