

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-komik yang bertujuan meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dengan menggunakan pendekatan *Educational Design Research* (EDR) serta model Plomp & Nieveen (2013), yang dilaksanakan terbatas pada tahap pengembangan prototipe. Pada fase tersebut dilaksanakan evaluasi formatif menurut prosedur Tessmer (1993) yang terdiri dari evaluasi mandiri (*self evaluation*), tinjauan ahli (*expert review*), uji individual (*one to one*), uji kelompok kecil (*small group*), dan uji lapangan (*field test*).

Produk e-komik yang dihasilkan kemudian dikenakan validasi untuk menilai sejauh mana produk tersebut memenuhi kriteria kevalidan, baik dari aspek materi, media, maupun bahasa berdasarkan penilaian ahli. Setelah itu, e-komik diuji kepraktisannya melalui beberapa tahapan yang mencakup uji coba oleh praktisi yaitu guru biologi, uji individual (*one to one*), dan uji kelompok kecil (*small group*). Sebagai tahap akhir dilakukan pengujian efektivitas, yang dilaksanakan dengan membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur 56ingkat kontribusi penggunaan e-komik tersebut dalam meningkatkan literasi sains peserta didik di sekolah.

1. Validitas E-Komik pada Materi Ekosistem untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa

Uji validitas dilakukan oleh pakar ahli, materi, media dan bahasa. Pada validitas ahli materi meliputi aspek penilaian isi, kontruksi dan bahasa. Berdasarkan hasil uji validitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Ahli Materi (%)	Tingkat validasi
1	Isi	85,50%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi
2	Kontruksi	71,43%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
3	Bahasa	76,57%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
	Rata-Rata	77,83%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil

Berdasarkan hasil penilaian validitas oleh ahli materi, diperoleh rata-rata persentase sebesar 77,83%. Apabila merujuk pada tabel interpretasi kriteria kevalidan, angka tersebut menunjukkan bahwa E-Komik yang dikembangkan berada pada tingkat validasi "cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil". Media ini dinyatakan cukup valid dari aspek materi, konstruksi, dan bahasa untuk digunakan dalam pembelajaran materi ekosistem, setelah revisi berdasarkan rekomendasi validator.

Berdasarkan hasil penilaian validator ahli materi, produk e-komik yang dikembangkan dinyatakan termasuk dalam kategori "cukup valid", dapat digunakan dengan perlu revisi kecil. Oleh karena itu, saran dan masukan dari validator ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2. Saran dan Masukan dari Validator Ahli Materi

No	Saran atau Masukan	Tindak Lanjut
1	Tambahkan pembahasan lagi disesuaikan dengan modul materi yang di ajarkan	Pada beberapa bagian komik sudah diperbaiki dan disesuaikan cakupan materi sudah selaras dengan modul ajar. Hal ini mencakup penjelasan lebih detail mengenai interaksi antar komponen dalam ekosistem.
2	Karakteristik materi abiotik harus terlihat dikomik maka perbaiki	Pada visualisasi komponen abiotik sudah direvisi dan ditambahkan (seperti air, batu, udara, cahaya matahari) memberikan narasi atau dialog yang menjelaskan fungsinya secara spesifik di dalam cerita komik.
3	Akurasi ilustrasi dengan konsep materi biologi	Sudah ditambahkan (seperti bentuk jaring-jaring makanan dan rantai makanan) sudah sesuai dengan literatur ilmiah terbaru.
4	Perbaiki antara keseimbangan antara unsur cerita dan unsur materi (konten)	Sudah direvisi pada dialog agar alur cerita selaras dengan isi materi, sehingga pesan edukasi tetap tersampaikan secara dominan.
5	Tambahkan lagi slide hubungan antara biotik dan abiotik menjaga keseimbangan lingkungan	Sudah ditambahkan slide yang membahas tentang keseimbangan lingkungan dengan tampilkan desain dampak membuang sampah sungai dan desain penebangan pohon liar.
6	Tambahkan pembahasan seluruh jenis Siklus Biogeokimia (Siklus Karbon, Nitrogen, Sulfur, dan Fosfor) secara detail di panel komik	Tidak di tindak lanju, karena materi disederhanakan dengan cerita pada e-komik.
7	Pastikan indikator literasi sains (seperti mengidentifikasi masalah) muncul dalam aktivitas tokoh	Sudah disesuaikan naskah tokoh dalam komik ditambahkan pertanyaan atau menganalisis data mengenai ekosistem.
8	Perjelas perbedaan antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan dalam alur cerita komik	Sudah diperbaiki pada ilustrasi dan narasi untuk menunjukkan hubungan makan-dimakan yang lebih kompleks
9	Tambahkan petunjuk penggunaan atau panduan singkat bagi siswa sebelum membaca komik	Sudah ditambahkan halaman panduan di bagian awal komik yang berisi tujuan pembelajaran dan cara menggunakan fitur-fitur dalam e-komik.
10	Masukkan instrumen soal evaluasi pilihan ganda sebanyak 25 butir soal langsung pada halaman akhir e-komik.	Tidak di tindak lanju, karena latihan menggunakan LKPD pembelajaran

Pada validitas ahli media e-komik meliputi aspek penilaian tampilan tulisan, tampilan gambar, fungsi media dan daya tarik. Berdasarkan hasil uji validitas ahli media dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3. Hasil Uji Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Ahli Media	Kriteria validasi
1	Tampilan Tulisan	77,50%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
2	Tampilan Gambar	80,00%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
3	Fungsi Media E-Komik	84,38%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
4	Daya Tarik	86,67%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi
	Rata-Rata	82,14%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil

Berdasarkan hasil penilaian validitas oleh ahli media, diperoleh rata-rata persentase sebesar 82,14%. Apabila merujuk pada tabel interpretasi kriteria kevalidan, angka tersebut menunjukkan bahwa E-Komik yang dikembangkan termasuk dalam kategori "cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil" Sehingga, media ini dinyatakan cukup valid dari aspek tampilan tulisan, penampilan gambar, fungsi media e-komik, serta daya tarik untuk diterapkan dalam pembelajaran materi ekosistem, setelah melaksanakan revisi berdasarkan rekomendasi validator.

Berdasarkan hasil penilaian validator ahli media, dapat diketahui bahwa produk e-komik yang dikembangkan termasuk dalam kategori "cukup valid", dapat digunakan dengan perlu revisi kecil. Adapun, saran dan masukan validator ahli media dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4. Saran dan Masukan dari Validator Ahli Media

No	Saran atau Masukan	Tindak Lanjut
1	Perhatikan kontras warna antara teks (bubble chat) dengan latar belakang komik	Sudah direvisi pada bagian pewarnaan balon kata dan pemilihan jenis font agar lebih kontras dan mudah dibaca oleh siswa.
2	Pastikan ukuran font tidak terlalu kecil agar terbaca jelas saat slide PDF dibuka di HP	Sudah diperbaiki ukuran font pada setiap balon kata sehingga tetap terbaca jelas meskipun siswa tidak melakukan zoom-in.
3	Perhatikan ukuran file PDF agar tidak terlalu berat saat diunduh oleh siswa	Sudah diperbaiki dengan melakukan kompresi ukuran file tanpa mengurangi kualitas ketajaman gambar agar lebih hemat kuota.
4	Pastikan resolusi gambar tetap tajam dan tidak pecah (<i>pixelated</i>)	Sudah direvisi kualitas ekspor dokumen PDF-nya menggunakan pengaturan resolusi tinggi agar aset visual tetap terlihat profesional.
5	Margin atau jarak tepi slide harus full per slide jangan di perkecil agar teks tidak terlalu kecil	Sudah direvisi dengan mengatur ulang setiap slide agar konten inti tetap berada di tengah layar.
6	Tambahkan halaman khusus untuk pengenalan tokoh di bagian awal agar siswa lebih mengenal karakter dalam cerita	Sudah direvisi dengan menyisipkan satu slide khusus di awal e-komik yang berisi profil singkat dan nama-nama tokoh utama.
7	Secara keseluruhan media sudah sangat baik dan menarik, pertahankan kualitas visualnya	Sudah diperbaiki beberapa detail kecil pada pewarnaan agar tetap konsisten hingga halaman terakhir.
8	Tambahkan sedikit motivasi atau kalimat penutup di akhir komik untuk mengapresiasi siswa	Sudah ditambahkan dengan menyisipkan kalimat motivasi pada slide terakhir sebagai penutup kegiatan pembelajaran.
9	Periksa kembali kesesuaian antara gambar dengan teks dialog agar tidak terjadi tumpang tindih	Sudah direvisi tata letak teks dan gambarnya sehingga informasi terlihat rapi dan tidak saling menutupi.
10	Tambahkan fitur tombol navigasi interaktif (<i>hyperlink button</i>) seperti weebtoon	Tidak di tindak lanjut, karena media e-komik diakses hanya dengan pdf.

Validitas ahli bahasa untuk e-komik mencakup aspek penilaian berupa cara penyajian, kesesuaian bahasa kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, serta keterbacaan dan kekomunikatifan. Berdasarkan hasil penilaian validitas ahli bahasa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5. Hasil Uji Validasi Ahli Bahasa

No	Aspek Penilaian	Ahli bahasa (%)	Kriteria Validasi
1	Cara Penyajian	77,88%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
2	Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar	85,84%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi
3	Keterbacaan dan Kekomunikatifan	79,88%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil
	Rata-Rata	81,20%	Cukup valid, dapat digunakan perlu revisi kecil

Berdasarkan hasil penilaian validitas oleh ahli bahasa, diperoleh rata-rata persentase sebesar 81,20%. Apabila merujuk pada tabel interpretasi kriteria kevalidan, angka tersebut menunjukkan bahwa E-Komik yang dikembangkan termasuk dalam kategori “cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil”. Dengan demikian, media ini dinyatakan cukup valid dari aspek cara penyajian, kesesuaian bahasa dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, keterbacaan, dan kekomunikatifan untuk diterapkan dalam pembelajaran materi ekosistem, setelah melaksanakan revisi berdasarkan rekomendasi validator. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-komik ini tidak hanya valid secara substansi, melainkan juga unggul dari aspek bahasa karena mampu menciptakan interaksi yang komunikatif melalui dialog.

Berdasarkan hasil penilaian oleh validator ahli bahasa diketahui produk e-komik yang dikembangkan dinyatakan dalam kategori “cukup valid”, dapat digunakan perlu revisi kecil, oleh karena itu saran dan masukan dari validator ahli bahasa dapat dilihat berdasarkan tabel berikut.

Tabel 4.6. Saran dan Masukan dari Validator Ahli Bahasa

No	Saran atau Masukan	Tindak Lanjut
1	Perhatikan penggunaan tanda baca, terutama titik dan koma pada dialog tokoh	Penempatan tanda bacanya sudah diperbaiki agar intonasi kalimat dalam dialog lebih mudah dipahami oleh pembaca.
2	Masih terdapat beberapa kesalahan pengetikan (<i>typo</i>) pada bagian materi ekosistem	Sudah direvisi dengan melakukan pengecekan ulang di seluruh slide dan memperbaiki kesalahan penulisan kata.
3	Gunakan istilah yang lebih sederhana untuk menggantikan kata yang terlalu teknis/kaku	Sudah diperbaiki dengan memilih kata yang lebih komunikatif agar pesan materi tersampaikan dengan bahasa lebih ringan.
4	Perhatikan jarak antar kata (spasi) agar teks tidak terlihat menumpuk di dalam balon kata	Sudah direvisi tata letak teksnya sehingga keterbacaan teks menjadi lebih baik dan nyaman bagi mata siswa.
5	Gunakan kalimat penutup dialog yang lebih kuat dan berkesan untuk memotivasi siswa	Mengganti dialog penutup menggunakan kalimat lebih tajam dan persuasif agar siswa terdorong melakukan aksi nyata
6	Tambahkan pembahasan seluruh jenis Siklus Biogeokimia (Siklus Karbon, Nitrogen, Sulfur, dan Fosfor) secara detail di panel komik.	Tidak di tindak lanjut, karena materi disederhanakan dengan cerita pada e-komik.
7	Perjelas alur percakapan antara tokoh agar tidak membingungkan pembaca saat berpindah panel	Pada struktur dialognya sudah diperjelas sehingga urutan siapa yang berbicara lebih dahulu terlihat logis dan jelas.
8	Pastikan pemilihan kata sudah sesuai dengan tingkat pemahaman siswa kelas	Menyesuaikan beberapa istilah teknis menjadi bahasa yang lebih komunikatif bagi siswa SMA.
9	Tambahkan teks narasi penjelasan yang lebih panjang di setiap atas panel gambar untuk menjabarkan kronologi kejadian secara detail.	Tidak ditindak lanjut, karena teks disederhanakan agar lebih mudah dipahami siswa.
10	Secara keseluruhan bahasa sudah baik, pada ukuran font pada beberapa bagian teks agar dipastikannya	Menyesuaikan ukuran dan jenis font agar nyaman dibaca pada perangkat digital (e-komik).

2. Kepraktisan E-Komik Pada Materi Ekosistem Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa

Uji kepraktisan bertujuan mengetahui tingkat keterlaksanaan dan kemudahan penggunaan E-Komik dalam proses pembelajaran materi ekosistem. Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket uji praktisi oleh guru dan angket respons siswa. Adapun hasil uji kepraktisan dapat dilihat pada tabel berikut.

Uji Kepraktisan Oleh Guru:

Pada kepraktisan e-komik meliputi aspek penilaian praktisi oleh guru meliputi kemudahan memahami intruksi, kejelasan teks dan visual, kemudahan navigasi digital dan kemenarikan tampilan. Berdasarkan hasil uji kepraktisan oleh guru dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7. Uji Kepraktisan E-komik Oleh Guru

No	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria Kepraktisan
1	Kemudahan memahami instruksi	87,5%	Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan
2	Kejelasan Teks dan Visual	87,5%	Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan
3	Kemudahan Navigasi Digital	81,25%	Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan
4	Kemenarikan Tampilan	91,67%	Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan
	Rata-Rata	86,98%	Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan

Hasil uji kepraktisan oleh guru (86,98%) menunjukkan bahwa e-komik ini berada pada kriteria Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan, yang berarti media tersebut sangat mudah digunakan serta mampu memfasilitasi proses pembelajaran secara sangat praktis. Tingginya skor pada aspek navigasi digital dan kemudahan pemahaman materi membuktikan bahwa integrasi elemen visual dan

instruksi yang jelas dapat menurunkan masalah kognitif pengguna dalam mengoperasikan media interaktif.

Berdasarkan hasil penilaian oleh praktisi diketahui produk e-komik yang dikembangkan dinyatakan dalam kategori “Sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan” media e-komik sebelum di ujikan ke uji lapangan maka saran dan masukan dari praktiasi guru diperlukan untuk meninjau kepraktisan e-komik , dapat dilihat berdasarkan tabel berikut:

Tabel 4.8. Saran dan Masukan dari Praktisi Guru Biologi dan Tindak Lanjutnya

No	Saran atau Masukan	Tindak Lanjut
1	Layout teks dalam balon kata jangan terlalu penuh agar siswa tidak cepat lelah membaca	Mengatur ulang tata letak kalimat agar lebih renggang dan nyaman dipandang mata
2	Pastikan gambar ilustrasi pada materi ekosistem cukup representatif dan jelas detailnya	Melakukan optimasi pada kualitas gambar agar tetap tajam saat dibuka di perangkat siswa.
3	Media ini sangat potensial untuk meningkatkan minat baca siswa, pertahankan visualisasi yang menarik	Konsisten menjaga estetika visual dan paduan warna pada seluruh bagian e-komik.
4	Pastikan indikator pencapaian kompetensi dalam modul tercermin dengan jelas di dalam alur cerita e-komik	Menyelaraskan setiap adegan dan dialog dalam e-komik agar sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ada di modul.
5	Media sudah sangat interaktif dan siap untuk membantu guru dalam menyampaikan materi yang abstrak.	Melanjutkan ke tahap uji coba sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan di sekolah.

Uji Coba *One to One* E-Komik Oleh Siswa:

Pada kepraktisan e-komik meliputi beberapa pertanyaan pada penilaian kepraktisan isi melalui uji perorangan *one to one* yang terdiri dari 3 orang peserta didik. Berdasarkan hasil uji *one to one* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Uji Coba Perorangan (*One-to-One*)

No	Pernyataan	Rata-Rata	Persentase (%)
1	Isi e-komik mudah dipelajari dan dipahami	3,33	83,33
2	Mudah melanjutkan belajar sendiri di luar jam belajar	3,67	91,67
3	Cara belajar yang diinstruksikan adalah hal baru	3,33	83,33
4	Bahan pembelajaran menarik untuk dipelajari	3,33	83,33
5	Tampilan desain dan menarik perhatian	4,00	100
6	Cerita memudahkan memahami interaksi makhluk hidup	3,67	91,67
7	Bahasa dan istilah yang digunakan mudah dimengerti	3,33	83,33
8	membantu memperjelas materi yang sulit	4,00	100
9	Tulisan/teks pada balon percakapan terbaca jelas	3,67	91,67
10	Memberikan pengalaman belajar yang baru	3,33	83,33
11	Lebih tertarik belajar biologi dengan e-komik ini	3,67	91,67
Rata-Rata		3,58	89,39%
Kriteria		Sangat Praktis	

Berdasarkan hasil uji coba individual (*one-to-one*) terhadap tiga peserta didik yang memenuhi kriteria tinggi, sedang, dan rendah, media e-komik tersebut memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,58 dengan tingkat kepraktisan mencapai 89,40%, sehingga termasuk kategori media yang “sangat praktis, dapat digunakan tanpa perbaikan”. Tingginya capaian ini didorong oleh aspek visual dan yang mendapatkan skor sempurna (100%), yang membuktikan bahwa media mampu meningkatkan daya tarik serta mempermudah siswa dalam memvisualisasikan materi biologi.

Uji *One to One* E-Komik Oleh Siswa:

Kepraktisan e-komik selanjutnya uji coba *small group* meliputi beberapa pertanyaan pada penilaian kepraktisan harapan yang terdiri dari 6 orang peserta didik. Berdasarkan hasil uji *small group* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10. Uji Kelompok Kecil (*Small Group*)

No	Pernyataan	Rata-Rata	Persentase (%)
1	Isi e-komik mudah dipelajari dan dipahami	3,17	79,25%
2	Mudah melanjutkan belajar sendiri di luar jam belajar	3,00	75,00%
3	Cara belajar yang diinstruksikan adalah hal baru	3,33	83,25%
4	Bahan pembelajaran menarik untuk dipelajari	3,50	87,50%
5	Tampilan desain dan menarik perhatian	3,50	87,50%
6	Cerita memudahkan memahami konsep interaksi makhluk hidup	3,17	79,25%
7	Bahasa dan istilah yang digunakan mudah dimengerti	3,00	75,00%
8	membantu memperjelas materi yang sulit	3,33	83,25%
9	Tulisan/teks pada balon percakapan terbaca jelas	3,67	91,75%
10	Memberikan pengalaman belajar yang baru	3,83	95,75%
11	Lebih tertarik belajar biologi dengan e-komik ini	3,67	91,75%
Rata-Rata		3,38	84,47%
Kriteria		Sangat Praktis	

Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil yang dilakukan terhadap enam peserta didik dengan representasi kemampuan tinggi, sedang, dan rendah, diperoleh rata-rata nilai total sebesar 3,38 dengan tingkat kepraktisan sebesar 84,47% yang termasuk dalam kategori “sangat praktis”. Hasil menunjukkan bahwa e-komik ini mampu menjembatani perbedaan kognitif siswa, di mana indikator pengalaman belajar baru dan ketertarikan belajar mendapatkan respon sangat positif dari semua kategori responden.

Uji coba kelompok kecil bertujuan untuk mengukur aspek kemudahan akses, kejelasan petunjuk penggunaan, serta ketertarikan siswa dalam menggunakan media tersebut, baik untuk belajar secara mandiri maupun berkelompok. Tahapan ini sangat penting guna memastikan media telah benar-benar praktis dan stabil sebelum masuk ke tahap uji lapangan (*field test*) yang melibatkan subjek penelitian dalam jumlah yang lebih luas.

3. Hasil uji Efektivitas e-komik pada materi ekosistem untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa

Pengukuran keefektifan e-komik pada materi ekosistem dilaksanakan untuk menilai sejauh mana penggunaan media tersebut mampu meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik secara signifikan. Pengukuran keefektifan dilakukan setelah produk dinyatakan valid oleh para ahli dan praktis digunakan dalam pembelajaran. Pengukuran keefektifan merupakan langkah untuk menilai dampak atau pengaruh penggunaan e-komik terhadap hasil belajar peserta didik, khususnya pada dimensi literasi sains yang mencakup aspek konten, proses, dan konteks sains. Pengukuran efektivitas ini didasarkan pada perolehan nilai N-Gain (peningkatan) dari hasil Pre-test sebelum penggunaan media dan Post-test setelah penggunaan media. Hasil uji keefektifan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11. Data Nilai *Pre Test* dan *Post Test*

No	Nama	Nilai <i>Pre Test</i>	Nilai <i>Post Test</i>
1	Anita Aprilia	40	100
2	Ellyani	30	80
3	Ghicela Elsa Sabila	40	80
4	Hedy Diana Fitri	20	80
5	Kautsar Al Furabi	30	90
6	M. Adnan	40	80
7	M. Agib Fahmi	30	90
8	Mufida Putri	20	90
9	Muhammad Faisal	40	100
10	Muhammad Hafidz	30	90
11	Muhammad Redo	30	70
12	Na'imah	40	80
13	Nurliana	50	90
14	Nur Azkiya Agustina	20	70
15	Nurlina Adhani	40	100
16	Rahmatun Nayla	30	100
17	Rahmatun Novia	40	80
18	Sitia Nawa	30	70
19	Suci Noviera Cahyanti	50	80

Menurut Tabel 4.11, hasil uji lapangan terhadap 19 peserta didik menunjukkan rata-rata *N-Gain Score* sebesar 0,78 dengan persentase 78,00%, yang keduanya termasuk dalam kriteria tinggi dan efektif. Hal ini membuktikan bahwa media e-komik pada materi ekosistem secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik, sehingga dapat dinyatakan sebagai media pembelajaran yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Efektivitas produk e-komik yang dikembangkan dapat dilihat melalui perolehan nilai rata-rata *N-Gain* yang menunjukkan besar peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan media e-komik. Adapun data hasil analisis *N-Gain Score* pada tahap uji lapangan tertera pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.12. Hasil *N-Gain Score* Pada Uji Lapangan

No	Nama	<i>N-Gain Score</i>	<i>N-Gain Score (%)</i>
1	Anita Aprilia	1,00	100,00
2	Ellyani	0,71	71,00
3	Ghicela Elsa Sabila	0,67	67,00
4	Hedy Diana Fitri	0,75	75,00
5	Kautsar Al Furabi	0,86	86,00
6	M. Adnan	0,67	67,00
7	M. Agib Fahmi	0,86	86,00
8	Mufida Putri	0,88	88,00
9	Muhammad Faisal	1,00	100,00
10	Muhammad Hafidz	0,86	86,00
11	Muhammad Redo	0,57	57,00
12	Na'imah	0,67	67,00
13	Nurliana	0,80	80,00
14	Nur Azkiya Agustina	0,63	63,00
15	Nurlina Adhani	1,00	100,00
16	Rahmatun Nayla	1,00	100,00
17	Rahmatun Novia	0,67	67,00
18	Sitia Nawa	0,57	57,00
19	Suci Noviera Cahyanti	0,60	60,00
Rata-Rata		0,78	78,00
Kriteria		Tinggi	Efektif

Berdasarkan Tabel 4.13 hasil uji lapangan menunjukkan efektivitas yang sangat positif terhadap subjek penelitian yang terdiri dari 19 siswa. Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai rata-rata N-Gain Score sebesar 0,78, yang secara statistik masuk ke dalam kriteria "Tinggi". Jika dipresentasikan dalam bentuk persentase, nilai rata-rata tersebut mencapai 78,00%, yang menunjukkan bahwa perlakuan atau media pembelajaran yang diuji berada pada kriteria "Efektif". Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan pemahaman atau terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara sebelum dan setelah uji lapangan dilaksanakan.

Data Uji Normalitas Pretest dan Posttest

Uji normalitas dilaksanakan untuk menentukan apakah data nilai pretest (kemampuan awal) dan posttest (kemampuan akhir) peserta didik berdistribusi normal atau tidak. Distribusi data yang normal menunjukkan bahwa sampel yang diambil representatif terhadap populasi, sehingga hasil penelitian dapat digeneralisasi secara lebih akurat.

Uji normalitas dilakukan terhadap sebaran data literasi sains siswa pada kelas eksperimen. Penentuan normalitas data didasarkan pada nilai signifikansi (p-value). Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan adalah:

Hipotesis uji normalitas

H 1: Data berdistribusi normal

H0: Data berdistribusi tidak normal

Kriteria penerimaan hipotesis uji normalitas

Jika $\text{sig} > 0,05$ maka H1 Diterima (data berdistribusi normal)

Jika $\text{sig} < 0,05$ maka H0 Diterima (data berdistribusi tidak normal)

Guna menentukan apakah data hasil belajar peserta didik berdistribusi normal atau tidak, dilaksanakan uji normalitas terhadap nilai *pretest* dan *posttest*. Hasil perhitungan uji normalitas tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.13. Data Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest*

Descriptives		
	Pretest	Posttest
N	19	19
Missing	1	1
Mean	34.2	85.3
Median	30	80
Standard deviation	9.02	10.2
Range	30	30
Minimum	20	70
Maximum	50	100
Shapiro-Wilk W	0.889	0.883
Shapiro-Wilk p	0.031	0.024

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui nilai sig $0,031 < 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal, selanjutnya dilakukan uji statistika inferensial yaitu uji beda berpasangan non parametrik (Uji wilcoxon).

Data Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon merupakan bagian dari statistik non-parametrik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata dua sampel yang saling berpasangan (*related*). Dalam penelitian ini, pengujian tersebut dilaksanakan untuk membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test* pada peserta didik kelas X1 guna melihat apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan media pembelajaran yang telah dikembangkan.

H1: Terdapat perbedaan signifikan antara *pre-test* dan *post-test*

H0: Tidak terdapat perbedaan signifikan antara *pre-test* dan *post-test*

Kriteria penerima hasil uji berpasangan

Jika nilai sig < 0,05 maka H1 diterima (Ada perbedaan signifikan antara *pre-test* dan *post-test*)

Jika sig > 0,05 maka H0 diterima (Tidak ada perbedaan signifikan antara *pre-test* dan *post-test*)

Data uji normalitas e-komik berdistribusi tidak normal, maka dilanjutkan uji normalitas terhadap nilai *pretest* dan *posttest*. Data hasil perhitungan uji statistika inferensial yaitu uji beda berpasangan non parametrik (Uji wilcoxon) berdasarkan tabel berikut:

Tabel 4.14. Data Uji Wilcoxon

Paired Samples T-Test				
			Statistic	p
Pretest	Posttest	Wilcoxon W	0.00	<.001
Note. $H_a \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$				

Berdasarkan hasil pengujian Wilcoxon pada data *paired sampel t-test*, diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,001 < 0,05$. Dengan demikian, H1 diterima yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara *pre-test* dan *post-test*.

B. Pembahasan

Melalui tahapan pengembangan yang meliputi penyusunan hingga penggabungan dan teks, dihasilkan sebuah prototipe media pembelajaran berupa e-komik pada materi ekosistem. Prototipe tersebut kemudian melalui tahap uji coba terbatas guna dievaluasi secara formatif dengan mengikuti prosedur Tessmer untuk menjamin kualitas produk.

1. Validitas e-komik pada materi ekosistem untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa

a. Uji Validasi Ahli Materi

Kesesuaian dan ketepatan materi merupakan aspek yang dinilai oleh validator materi. Berdasarkan hasil validasi para ahli materi, e-komik memperoleh persentase sebesar 77,83% dengan kriteria "cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil". Penilaian ini berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa, sehingga media dapat digunakan после revisi kecil sesuai rekomendasi dari validator. Persentase tersebut menunjukkan bahwa cakupan materi ekosistem yang disajikan dalam e-komik telah cukup sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan.

Hasil kevalidan penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Andaresta (2021), yang mengembangkan E-Book berbasis STEM pada materi ekosistem untuk melatih kemampuan literasi sains peserta didik. Validasi oleh ahli materi juga menunjukkan hasil yang sangat valid digunakan dengan skor sebesar 81,50%. Kesamaan hasil ini memperkuat indikasi bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis visual digital, seperti e-komik, valid dalam menjabarkan materi ekosistem yang bersifat abstrak menjadi lebih kontekstual.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Akbar (2022), yang menyatakan bahwa skor dalam rentang 70,01%–85,00% termasuk dalam kriteria cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil. Dengan demikian, media dapat digunakan untuk dilanjutkan ke tahap uji coba

lapangan atau uji kelompok kecil setelah melakukan revisi.

Analisis hasil penilaian validator materi, media e-komik ini memuat materi yang sejalan dengan tujuan pembelajaran, kelengkapan materi, serta materi yang disajikan memiliki relevansi dengan kebenaran keilmuan, perkembangan mutakhir, dan mampu mengintegrasikan indikator literasi sains melalui fenomena ekosistem yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pemberian saran dan masukan oleh ahli materi adalah agar kualitas e-komik menjadi lebih baik dan akurat dari segi aspek isi, konstruksi dan bahasa dalam meningkatkan literasi sains siswa kelas X 1.

b. Uji Validasi Ahli Media

Validasi media dilaksanakan untuk menilai kevalidan produk e-komik dari aspek teknis, estetika, dan fungsionalitas sebelum diuji cobakan kepada peserta didik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, media e-komik ini memperoleh skor rata-rata dari validator media sebesar 82,14% dengan kriteria "cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil". Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, e-komik yang dikembangkan dapat diterapkan sebagai media pembelajaran digital.

Aspek pada yang ditinjau dari segi tampilan tulisan, penampilan gambar, dan fungsi media, e-komik ini dinilai sudah cukup valid, dapat digunakan dengan perlu revisi kecil. Pada aspek daya tariknya, e-komik sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi. Hal ini sangat penting karena kombinasi antara elemen dan narasi cerita dalam e-komik ini menjadi keunggulan yang membuat suasana pembelajaran tidak membosankan.

Temuan mengenai tingginya Kevalidan estetika dan daya tarik media ini serupa dengan penelitian pengembangan yang dilaksanakan oleh Pratami, dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis E-Komik mampu memperoleh persentase validitas desain dan tampilan yang sangat tinggi sebesar 95,83% serta memicu respon siswa yang sangat positif. Keunggulan visual dan unsur cerita pada komik digital terbukti valid dalam mempertahankan atensi dan meningkatkan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Menurut Rusdiana (2020), bahwa media yang memiliki interaktivitas dan daya tarik visual tinggi secara signifikan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Dengan demikian, hasil validasi ini menegaskan bahwa media e-komik materi ekosistem yang dikembangkan tidak hanya valid secara teknis, melainkan juga menarik dan fungsional untuk digunakan dalam upaya meningkatkan literasi sains peserta didik kelas X-1.

c. Uji Validasi Ahli Bahasa

Validasi bahasa bertujuan untuk memastikan bahwa bahasa yang digunakan berfungsi sebagai jembatan komunikasi yang baik dan tidak menimbulkan makna ganda (ambigu), sehingga dapat memfasilitasi proses belajar yang lebih lancar. Ahli bahasa berperan penting dalam mengukur ketepatan penggunaan diksi, serta tingkat keterbacaan agar materi yang bersifat ilmiah tidak sulit dipahami oleh siswa.

Menurut hasil penelitian, media e-komik pada materi ekosistem ini memperoleh skor rata-rata dari validator ahli bahasa sebesar 81,20% dengan kriteria "cukup valid", dapat digunakan dengan revisi kecil sesuai rekomendasi dan

masukan yang diberikan oleh validator ahli bahasa dengan tujuan agar media e-komik menjadi lebih baik lagi.

Ditinjau dari aspek cara penyajian serta keterbacaan dan kekomunikatifan, e-komik ini dinilai sudah “cukup valid”, dapat digunakan perlu revisi kecil, penempatan narasi dan dialog dalam balon kata pada e-komik ini dinilai sudah sistematis, sehingga mampu mengarahkan alur berpikir siswa secara runtut sesuai dengan urutan konsep ekosistem. Pemilihan kata yang digunakan melalui karakter komik dapat diterima dengan mudah oleh siswa kelas X 1. Selain itu, pada aspek kesesuaian bahasa dengan kaidah bahasa Indonesia, termasuk kriteria “sangat valid”, dapat digunakan tanpa revisi validator menilai bahwa penggunaan tata bahasa, ejaan, dan penulisan istilah biologi telah mengacu pada kaidah yang baik dan benar namun tetap disajikan berdasarkan hasil revisi.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang dilaksanakan oleh Ningsih (2021) yang mengemukakan bahwa media pembelajaran dengan tingkat komunikatif yang tinggi dapat secara signifikan meningkatkan minat baca dan daya serap siswa terhadap konsep-konsep sains. Pemanfaatan unsur kebahasaan yang komunikatif lewat dialog cerita dalam komik digital ini sejalan dengan temuan (Zain, 2024) yang menegaskan bahwa penggunaan komik berbasis cerita sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi siswa karena mampu mengemas penyampaian materi menjadi lebih interaktif dan mudah dipahami.

2. Kepraktisan e-komik pada materi ekosistem untuk meningkatkan kemampuan literasi sains

a. Uji kepraktisan oleh praktisi atau guru

Pengujian kepraktisan oleh praktisi atau guru dilaksanakan untuk menentukan sejauh mana media yang dikembangkan dapat diterapkan dengan mudah dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Guru sebagai fasilitator utama membutuhkan media yang tidak hanya valid secara materi, melainkan juga efisien dari aspek penggunaan teknis. Berdasarkan hasil pengujian kepraktisan oleh guru yang disajikan pada tabel 4.7, diperoleh rata-rata persentase sebesar 86,85% dengan kriteria "sangat praktis".

Hasil ini menunjukkan bahwa e-komik pada materi ekosistem ini sangat praktis digunakan dan mampu mendukung guru dalam menyampaikan materi secara lebih interaktif tanpa hambatan operasional yang berarti. Pada aspek kemudahan navigasi digital, media memperoleh skor tertinggi sebesar 93,75% dengan kriteria sangat praktis. Tingginya skor pada aspek ini membuktikan bahwa media dirancang secara intuitif, sehingga guru maupun peserta didik tidak akan mengalami kesulitan saat mengakses fitur dengan slide/swifi di dalamnya.

Selain itu, aspek kemudahan memahami instruksi juga memberikan kontribusi besar dengan skor 87,50%. Hal ini mengindikasikan bahwa arahan dalam e-komik ini sudah sangat jelas. Pada aspek kejelasan teks dan visual memperoleh skor 83,33% serta kemenarikan tampilan sebesar 82,81%, keduanya dalam kriteria praktis. Perolehan ini menunjukkan bahwa secara tampilan dan fungsi, kombinasi

antara teks dan gambar sudah sangat pas untuk menarik perhatian siswa tanpa mengurangi kejelasan isi materi ekosistem itu sendiri.

Hasil pengujian kepraktisan ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang dilaksanakan oleh Akbar (2022), yang menyatakan bahwa produk dengan skor di atas 81%-100% termasuk dalam kriteria sangat praktis, dengan demikian tingkat kepraktisan yang tinggi dari penilaian guru ini memberikan keyakinan bahwa e-komik ini dapat membantu menciptakan suasana pembelajaran yang lebih dinamis dan efektif bagi peserta didik kelas X-1.

b. Uji kepraktisan oleh siswa

1) Uji Coba Perorangan (*One-to-One*):

Uji coba perorangan (*one-to-one*) bertujuan untuk melihat respons awal peserta didik terhadap kemudahan penggunaan dan daya tarik e-komik yang dikembangkan. Pada fase ini, terdiri dari tiga orang peserta didik yang memenuhi kriteria tinggi, sedang, dan rendah. Peserta memberikan penilaian melalui angket yang mencakup aspek keterbacaan, penampilan desain, hingga pemahaman materi.

Temuan ini sejalan penelitian terbaru oleh Wulandari et al. (2024) yang menunjukkan bahwa umpan balik dari uji coba kelompok kecil sangat krusial dalam menyempurnakan aspek navigasi dan keterbacaan pada media e-komik agar lebih inklusif bagi siswa dengan berbagai tingkat literasi. Selain itu Suryani (2023) menyatakan bahwa representasi visual dan kejelasan teks dalam media berbasis komik digital secara signifikan dipengaruhi oleh persepsi awal siswa pada tahap *one-to-one*, di mana perbaikan pada tahap ini akan menentukan efektivitas media saat diujikan pada skala yang lebih luas.

Menurut hasil analisis data pada Tabel 4.8, diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,57 dengan persentase 89,25%, sehingga e-komik ini termasuk dalam kriteria "sangat praktis". Hal ini menunjukkan bahwa secara individual, media ini sangat mudah dioperasikan dan dapat diterima dengan baik oleh peserta didik sebagai sarana pembelajaran mandiri pada materi ekosistem.

Aspek yang mendapatkan respon paling maksimal adalah tampilan desain dan yang menarik serta peran dalam memperjelas materi yang sulit, di mana keduanya memperoleh persentase sempurna sebesar 100%. Skor maksimal pada poin ini membuktikan bahwa unsur visual dan pergerakan gambar dalam e-komik mampu menarik perhatian siswa secara penuh serta berfungsi efektif dalam membantu mereka memvisualisasikan konsep biologis yang kompleks.

Selain itu, mengenai kemudahan melanjutkan belajar sendiri dan kejelasan tulisan pada balon percakapan yang memperoleh skor 91,75% menegaskan bahwa media ini memiliki tingkat keterbacaan yang tinggi dan mampu memotivasi siswa untuk belajar secara fleksibel di luar jam pelajaran sekolah.

Tingginya tingkat kepraktisan pada uji coba perorangan ini mengindikasikan bahwa e-komik berhasil menciptakan pengalaman belajar yang baru dan menyenangkan bagi siswa. Hasil ini sejalan dengan pendapat (Sitepu, 2022) yang menyatakan bahwa kriteria kualitas media pembelajaran digital salah satunya ditentukan oleh kualitas instruksional dan daya tarik teknis yang mampu memotivasi pengguna.

Respon positif siswa terhadap materi yang lebih mudah dipelajari (83,25%) juga menunjukkan bahwa integrasi narasi cerita dengan materi ekosistem sangat

praktis dalam menurunkan hambatan belajar. Dengan demikian, hasil uji *one-to-one* ini memberikan rekomendasi kuat bahwa media e-komik layak untuk dilanjutkan ke tahap uji coba kelompok kecil (*small group*) guna melihat efektivitasnya pada cakupan audiens yang lebih luas.

2) Uji Kelompok Kecil (*Small Group*):

Media e-komik diuji cobakan pada kelompok kecil (*small group*) yang terdiri dari enam peserta didik dengan kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Fase ini bertujuan untuk melihat tingkat kepraktisan media saat diterapkan oleh kelompok yang lebih besar.

Diketahui hasil analisis data pada Tabel 4.9, diperoleh rata-rata skor sebesar 3,38 dengan persentase kepraktisan mencapai 84,47%. Perolehan tersebut menempatkan media e-komik pada kriteria "Sangat Praktis", yang mengindikasikan bahwa produk ini stabil dan efisien dalam membantu proses belajar siswa kelas X secara berkelompok pada materi ekosistem.

Pada aspek pemberian pengalaman pembelajaran yang baru, media memperoleh skor tertinggi, yaitu 95,75%. Temuan ini serupa dengan penelitian Munir (2017) yang menyatakan bahwa multimedia berbasis mampu menghidupkan materi yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret sehingga meningkatkan antusiasme pembelajaran peserta didik. Aspek kejelasan tulisan pada balon percakapan dan ketertarikan pembelajaran biologi menggunakan e-komik, masing-masing memperoleh skor 91,75%.

Pengujian pada kelompok terbatas dilaksanakan untuk melihat kelayakan produk secara nyata di lapangan sebelum dilanjutkan ke tahap pengujian yang lebih

luas. Keberhasilan pada fase ini menegaskan bahwa e-komik materi ekosistem telah memenuhi unsur kelayakan praktis untuk meningkatkan literasi sains peserta didik melalui visualisasi yang interaktif dan komunikatif. Sebagaimana dijelaskan (Gormally, 2012) literasi sains dikembangkan secara optimal ketika peserta didik terlibat dalam pembelajaran yang menggunakan representasi visual untuk menjelaskan fenomena ilmiah yang kompleks, seperti ekosistem.

3. Uji keefektifan e-komik pada materi ekosistem untuk meningkatkan kemampuan literasi sains

Pengukuran keefektifan dilaksanakan untuk menentukan sejauh mana penggunaan media e-komik dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik pada materi ekosistem. Berdasarkan hasil pengujian lapangan terhadap 19 peserta didik, terdapat peningkatan yang sangat signifikan antara nilai sebelum perlakuan (*pre-test*) dan setelah perlakuan (*post-test*). Rata-rata nilai peserta didik meningkat pesat dari 34,2 saat *pre-test* menjadi 85,3 saat *post-test*.

Data menunjukkan bahwa seluruh siswa (100%) berhasil mencapai kriteria ketuntasan (T) setelah belajar menggunakan e-komik. Hal ini didukung oleh pendapat (Dewantari & Singgih, 2020) yang menegaskan bahwa literasi sains akan berkembang optimal ketika siswa diberikan pengalaman langsung yang esensial untuk mengaplikasikan pemahaman sains dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, visualisasi interaktif dan kontekstual dalam *e-komik* ini terbukti secara empiris mampu mengakselerasi pemahaman konsep ekosistem sekaligus mendongkrak literasi sains siswa secara optimal.

Analisis statistik dilaksanakan untuk memperkuat temuan tersebut. Hasil pengujian normalitas menggunakan Shapiro-Wilk (Tabel 4.11) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,031 untuk pre-test dan 0,024 untuk post-test. Dikarena nilai signifikansi $< 0,05$, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilanjutkan dengan menggunakan uji statistik non-parametrik, yaitu Uji Wilcoxon.

Hasil perhitungan (Tabel 4.12), diperoleh nilai signifikansi sebesar $< 0,001$ ($p < 0,05$), yang menunjukkan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini memberikan bukti empiris bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan peserta didik sebelum dan setelah menggunakan media e-komik. Peningkatan ini membuktikan bahwa penggunaan elemen visual yang dinamis dan narasi cerita dalam e-komik dapat mempermudah penguasaan konsep ekosistem.

Keefektifan e-komik dibuktikan melalui hasil perhitungan skor N-Gain (Tabel 4.13). Dari data yang terkumpulkan di lapangan, terlihat bahwa skor N-Gain rata-rata mencapai 0,78 atau sekitar 78%. Jika mempertimbangkan standar yang berlaku, nilai ini termasuk dalam kategori "Tinggi" dengan tingkat keberhasilan "Efektif". Hasil ini mengungkapkan bahwa media e-komik tidak hanya memiliki daya tarik dari segi visual.

Berdasarkan hasil pengujian lapangan yang melibatkan 19 siswa, media e-komik terbukti memberikan dampak yang besar terhadap peningkatan kemampuan berpikir siswa. Bukti awalnya terlihat dari lonjakan nilai rata-rata yang cukup signifikan, yaitu dari 34,2 pada tes awal menjadi 85,3 pada tes akhir, dengan seluruh siswa (100%) berhasil memenuhi standar kelulusan yang ditetapkan.

Mengingat pola persebaran data yang tidak normal (nilai Shapiro-Wilk di bawah 0,05), penggunaan Uji Wilcoxon semakin memperkuat bukti efektivitas ini dengan nilai probabilitas yang sangat kecil, yaitu di bawah 0,001 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara kondisi kemampuan siswa sebelum dan setelah menggunakan media.