

PENGEMBANGAN *E-BOOK* PENGOLAHAN LIMBAH ANORGANIK BERBASIS *SUSTAINABLE* *ENTREPRENEURSHIP* SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KEPEDULIAN LINGKUNGAN SISWA SMA

Dewi Sulistyo Rini¹, Evita Anggereini², Ervan Johan Wicaksana³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Jambi, Jambi, Indonesia.

¹e-mail: dewisulistiorini381@gmail.com

Submitted
2025-03-25

Accepted
2025-12-19

Published
2025-12-31



Abstrak

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan buku elektronik pengolahan limbah anorganik berbasis *sustainable entrepreneurship* terhadap kepedulian lingkungan siswa SMA. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil pengembangan, kelayakan, serta efektivitas ebook. Metode penelitian yang digunakan adalah model R&D. Subjek penelitian yaitu siswa kelas X SMA. Validator merupakan ahli materi dan media pembelajaran. Hasil kelayakan *e-book* diperoleh melalui validasi ahli materi dan media dengan persentase 94,2% dan persentase 92,3%, keduanya berada pada kategori “sangat layak”. Respon siswa pada uji coba kelompok kecil dan kelompok besar memperoleh persentase sebesar 84,8 % dan 88,8% dengan kategori keduanya yaitu “sangat baik”. Respon guru memperoleh persentase 92,5% dengan kategori “sangat layak”. Uji efektivitas dengan *paired sample T-test* diperoleh nilai signifikansi $< .001$ ($< 0,005$), rata-rata *N-gain* skor sebesar 0,55 dalam kategori “sedang”. Maka, dapat disimpulkan bahwa *e-book* berbasis *sustainable entrepreneurship* ini layak digunakan serta efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan siswa sehingga menjadi lebih memahami pentingnya pengolahan limbah anorganik.

Kata Kunci: *E-book*; limbah anorganik; kepedulian lingkungan, *sustainable entrepreneurship*

Abstrak

This study focuses on the development of an e-book on inorganic waste management integrated with sustainable entrepreneurship for senior high school students. The objectives of the study were to examine the development process, feasibility, and effectiveness of the e-book as a learning medium. The research employed a Research and Development (R&D) model, with eleventh-grade students as the research subjects. Validation was conducted by subject matter experts and learning media experts. The results of expert validation showed feasibility percentages of 94.2% from material experts and 92.3% from media experts, both categorized as “very feasible.” Student responses from small- and large-scale trials reached 84.8% and 88.8%, respectively, indicating a “very good” category. In addition, teacher responses obtained a feasibility score of 92.5%. The effectiveness test using a paired sample t-test showed a significance value of $< .001$, with an average N-gain score of 0.55 in the “moderate” category. These findings indicate that the developed e-book is feasible and effective in enhancing students’ environmental knowledge and awareness of inorganic waste management.

Keywords: *E-book*, environmental awareness, inorganic waste, *sustainable entrepreneurship*

PENDAHULUAN

Saat ini, salah satu masalah utama yaitu terkait permasalahan lingkungan hidup. Saat ini, permasalahan lingkungan berubah menjadi isu global yang paling mendesak dan kritis. Akar dari permasalahan ini sebagian besar berasal dari perilaku manusia yang menunjukkan kurangnya kesadaran serta tanggung jawab terhadap ekosistem. Akibatnya, terjadi degradasi alam yang memprihatinkan, mencakup polusi, hilangnya keanekaragaman hayati, dan perubahan iklim, yang secara keseluruhan mengancam keberlanjutan planet dan kesejahteraan generasi mendatang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan manusia yang tidak bertanggung jawab dengan lingkungannya, sehingga menyebabkan kondisi alam semakin memprihatinkan.

Permasalahan lingkungan umumnya disebabkan oleh perilaku manusia yang kurang memperhatikan lingkungan. Permasalahan ini berkembang seiring dengan peningkatan kebutuhan manusia yang tentunya dapat memengaruhi kualitas hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Salah satu permasalahan lingkungan yaitu terkait limbah anorganik yang dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, kualitas hidup manusia, serta makhluk hidup lain (Utami dkk, 2023). Oleh sebab itu, diperlukan pengolahan limbah secara bijaksana. Pengolahan ini sangat diperlukan untuk tercapainya kualitas lingkungan yang bersih dan sehat. Setiap masyarakat dapat berperan dan bertanggung jawab dalam menurunkan permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh sampah anorganik ini. Pengolahan limbah yang tidak mempertimbangkan aspek keberlanjutan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian sosial ekonomi bagi masyarakat yang berdekatan (Nanda dkk., 2019).

Pendidikan sangat penting dalam proses pengembangan diri. Melalui pendidikan lingkungan secara formal, diharapkan dapat membantu meminimalkan kerusakan lingkungan. Rendahnya sikap dan kepedulian siswa terhadap lingkungan tentu memprihatinkan, karena melalui pendidikan di sekolah semestinya sikap dan perilaku peduli terhadap lingkungan hidup telah ditanamkan (Widiawati, dkk., 2022). Salah satu hal yang harus ditanamkan secara konsisten melalui pembiasaan adalah sikap peduli lingkungan. Sekolah dapat

mengembangkan inisiatif kepedulian lingkungan seperti menanamkan kebiasaan menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan, menyediakan tempat pembuangan sampah, mengajarkan orang untuk membedakan antara sampah organik dan anorganik, menyediakan peralatan kebersihan, dan merancang program untuk meningkatkan kesadaran lingkungan (Purwanti, 2017).

Di dalam sekolah, penerapan konsep 3R sudah dikembangkan menjadi konsep 5R yaitu *reduce* (mengurangi); *reuse* (menggunakan kembali); *recycle* (mendaur ulang); *replace* (mengganti); dan *replant* (menanam kembali). Tahap awal dalam konsep 5R ini dapat diintegrasikan dengan menyediakan tong sampah yang berbeda berdasarkan jenis sampahnya untuk selanjutnya dapat didaur ulang (Debiyanti, dkk., 2024). Namun, berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan guru dan siswa, didapatkan informasi bahwa penanaman budaya penggunaan wadah plastik atau limbah masih belum optimal. Hal ini diperkuat dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa pengolahan limbah belum berjalan dengan baik. Hal ini sesuai dengan wawancara bersama siswa yang menyatakan bahwa 50% pengolahan limbah belum optimal.

Selain itu, pembelajaran yang mengaitkan dengan tema pengolahan sampah juga belum secara eksplisit dilakukan. Guru mengatakan kesulitan dalam melaksanakan pembelajaran karena keterbatasan media atau buku yang mengaitkan pembelajaran dengan pengolahan limbah. Dalam hal ini, media pembelajaran menjadi sarana untuk memberikan informasi kepada siswa agar memotivasi diri sehingga dapat mengikuti proses pembelajaran secara bermakna. *Ebook* dipilih sebagai media yang memiliki muatan materi keterampilan dalam mengolah limbah dengan cara yang kreatif. *E-book* dipilih karena memiliki model sederhana dan praktis sehingga dapat dibawa kemana saja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengembangan media pembelajaran *e-book*. Mengetahui kelayakan serta respon guru dan siswa terhadap *e-book*. Mengetahui efektivitas *e-book* terhadap kepedulian lingkungan siswa di SMA.

METODE

Penelitian dalam artikel ini termasuk metode penelitian dan pengembangan. Hasil akhir yang dihasilkan adalah ebook pengolahan limbah anorganik. Sekolah yang dipilih yaitu pada tingkat SMA dengan mengambil sampel 2 guru Biologi dan siswa kelas X berjumlah 38 siswa. Pemilihan kelas X menjadi subjek penelitian dikarenakan pembelajaran terkait lingkungan diajarkan pada kelas X di SMA.

Model yang diterapkan berupa ADDIE (Branch, 2009). Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini adalah:

1. Tahap *analyze* meliputi beberapa tahapan, yaitu analisis dari kesenjangan kinerja, analisis tujuan instruksional, dan analisis sumber daya.
2. Tahap *design* dilakukan untuk menghasilkan *prototipe* dari hasil pengembangan yaitu berupa *e-book*
3. Tahap *develop* dilakukan uji kelayakan oleh tim validasi ahli materi dan ahli media sebelum digunakan di lapangan. Selain itu, *e-book* juga dilakukan penilaian oleh guru dan juga siswa untuk mengetahui terkait respon terhadap *e-book* yang dikembangkan.
4. Tahap *implementation* dilakukan untuk mengetahui efektivitas *e-book* yang dikembangkan apakah dapat meningkatkan kepedulian lingkungan siswa.
5. Tahap *evaluate* merupakan tahapan penilaian dari tahapan-tahapan sebelumnya yang digunakan sehingga dapat dilakukan revisi dari evaluasi tersebut.

Dalam penelitian ini terdapat data kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif diperoleh berdasarkan saran yang diberikan oleh validator ahli materi dan media, serta berdasarkan respon guru dan juga siswa terhadap *e-book*. Data kuantitatif diperoleh melalui skor yang diberikan oleh validator ahli materi dan media, respon guru dan siswa, serta efektivitas *e-book* yang diperoleh melalui angket kepedulian lingkungan.

Angket yang telah dibuat, diberikan kepada validator ahli materi dan media serta respon guru dan siswa untuk dinilai berdasarkan skala *Likert*. Kriteria skala *Likert* terdapat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Skor Penilaian

Skala Nilai	Kriteria
4	Sangat Layak/Sangat Baik
3	Layak/Baik
2	Tidak Layak/Tidak Baik
1	Sangat Tidak Layak/Sangat Tidak Baik

Ridwan (2013)

Teknik analisis data pada validator ahli materi dan media, serta respon guru beserta siswa dihitung berdasarkan presentase berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor maksimum} - \text{skor minimum}}{\text{kategori kriteria}}$$

Hasil persentase, berikutnya selanjutnya dapat dilihat dalam beberapa kategori. Berikut merupakan tabel 2 yang menggambarkan terkait penilaian validitas, respon guru, serta respon siswa.

Tabel 2. Tingkat Kategori Penilaian

Rentang Nilai (%)	Kategori
81,25 - 100	Sangat Layak / Sangat baik
62,50 - 81,24	Layak/Baik
43,75 - 62,49	Tidak layak/Tidak Baik
25,00 - 43,74	Sangat Tidak Layak/Sangat Tidak Baik

Teknik analisis data pada angket peningkatan kepedulian lingkungan dapat dilakukan dengan uji validitas, uji reliabilitas, uji *paired sample T-test*, serta uji *N-Gain*. Dalam hal ini, untuk mengetahui kriteria uji validitas dapat dilakukan dengan melihat besarnya *r* tabel dan *r* hitung. Angket dinyatakan valid jika *r* hitung > *r* tabel (Hidayat, 2021). Untuk mengetahui seberapa kepercayaan instrumen yang digunakan, dilakukan uji reliabilitas. Dalam penelitian ini, reliabilitas diuji menggunakan rumus Alpha Cronbach. Hasil perhitungan reliabilitas istrumen diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Kriteria
0,81-1,00	Sangat tinggi
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Cukup
0,21-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat Rendah

Arikunto (2019).

Uji t berpasangan adalah uji yang dilakukan menggunakan data yang tidak bebas (berpasangan). Ciri khas dari uji t berpasangan ini yaitu bahwa individu (objek penelitian) akan menerima dua jenis perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, namun peneliti tetap memperoleh dua macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama berupa pra-implementasi dan data dari perlakuan kedua berupa pasca-implementasi (Montolalu & Langi, 2018). Hasil akhir uji *Paired sample-t Test* ditentukan melalui nilai signifikansi, untuk dapat menentukan keputusan apa yang harus diambil pada penelitian pengembangan ini, Adapun nilai signifikansi uji ini sebagai berikut.

1. Nilai signifikansi $< 0,05$, artinya terdapat perbedaan yang signifikan sehingga terdapat pengaruh diantara dua perlakuan berbeda pada tahap awal dan akhir.
2. Nilai signifikansi $> 0,05$, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan sehingga berarti tidak terdapat pengaruh pada tahap awal dan akhir.

Analisis lanjutan menggunakan uji *N-gain* untuk melihat peningkatan dan pengaruh dari hasil tes keadaan awal (pra-implementasi) dan keadaan akhir (pasca-implementasi) yang dilakukan oleh siswa. Adapun uji *N-gain score* menggunakan rumus sebagai berikut (Alfahnum, 2023).

$$N\text{-gain: } \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor minimal}}$$

Kriteria keefektifan dari nilai *N-gain* terdapat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Klasifikasi Nilai *N-Gain*

Nilai <i>N-gain</i>	Kategori
$0,7 < 0$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Analyze*

Pada tahap ini terdapat 5 langkah antara lain analisis kesenjangan kinerja, menetapkan tujuan instruksional, dan analisis sumber daya yang tersedia. Hasil yang didapatkan pada tahap analisis adalah sebagai berikut.

1. Pada tahapan analisis kesenjangan kinerja diperoleh melalui wawancara kepada guru bidang studi biologi serta siswa kelas X. Hasil yang didapat yaitu siswa masih mengalami kesulitan dalam pengolahan limbah anorganik, kesulitan tersebut terjadi karena kurangnya integrasi materi dengan realitas kehidupan sehari-hari, siswa memerlukan media pembelajaran yang praktis, efektif, inovatif serta efisien yang sesuai dengan kemajuan IPTEK saat ini, siswa membutuhkan sumber belajar yang dapat meningkatkan kepedulian lingkungan.
2. Setelah diketahui kesenjangan/permasalahan, selanjutnya adalah menetapkan tujuan instruksional untuk menanggapi permasalahan yang ada.
3. Analisis sumber daya dilakukan untuk mengetahui sumber daya media yang biasa digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Sumber daya teknologi atau sarana prasarana yang tersedia di sekolah yang dapat mendukung untuk terlaksananya penelitian, serta sumber daya manusia yang digunakan oleh peneliti.

Tahap *Design*

Hasil pada tahapan ini berupa *prototipe e-book*. *E-book* ini tersusun atas sampul (depan dan belakang), halaman pendahulu (kata pengantar dan daftar isi), halaman isi, dan halaman penyudah (daftar pustaka dan biografi) Tampilan depan dan belakang *e-book* ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 (a) Sampul Depan (b) Sampul Belakang

Tahap Develop

1. Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Ahli materi pada penelitian ini merupakan dosen dengan bidang keahlian pendidikan lingkungan Hasil validasi ahli materi terdpat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Persentase skor (%)	Kriteria
Kesesuaian	91,6	Sangat Layak
Ketepatan	91,6	Sangat Layak
Kemudahan	91,6	Sangat Layak
Kemenarikan	100	Sangat Layak
Kelengkapan	100	Sangat Layak
Rata-rata	94,2	Sangat Layak

Saran yang diberikan oleh ahli materi adalah kesesuaian antara gambar dan materi harus relevan, materi dipaparkan dengan lebih menarik, serta informasi materi kurang lengkap. Setelah dilakukan perbaikan, rata-rata aspek penilaian ahli materi memperoleh presentase 94,2% dengan kategori “Sangat Layak”. Hal ini dikarenakan semua aspek pernyataan memenuhi kategori penilaian yang terdapat pada tabel 2. Disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi semua kriteria penilaian yang dibuat untuk validasi *e-book*, sehingga layak diujicobakan di lapangan tanpa revisi. Kesimpulan ini sejalan dengan penelitian Kirana (2020) yang menyatakan bahwa buku yang masuk dalam kategori valid

sangat layak digunakan sebagai sumber belajar alternatif untuk pembelajaran di sekolah.

2. Hasil Validasi oleh Ahli Media

Ahli media pada penelitian ini merupakan dosen dengan bidang keahlian pendidikan. Hasil validasi ahli media disajikan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Persentase skor (%)	Kriteria
Keterpaduan	93,76	Sangat Layak
Keseimbangan	75	Layak
Penggunaan font	91,6	Sangat Layak
Warna	100	Sangat Layak
Bahasa	100	Sangat Layak
Rata-rata	92,3	Sangat Layak

Saran yang diberikan oleh ahli media adalah terkait ukuran gambar, video yang digunakan dalam *e-book* harus video yang dibuat sendiri, serta perbaikan warna background yang kurang menarik. Aspek tampilan menurut Sriwijayanti (2012) juga menjadi perhatian. Hal ini dikarenakan siswa akan tertarik membaca buku jika memiliki tampilan menarik. Tampilan tersebut meliputi desain sampul, pemilihan judul, gambar yang digunakan dan tata letak. Oleh karena itu, desain layout dan tata letak materi pada *e-book* pada juga telah diperbaiki sesuai masukan dari ahli media. Setelah dilakukan perbaikan sesuai saran ahli media, diperoleh rata-rata persentase aspek penilaian sebesar 92,3% dengan kategori “Sangat Layak” dan dapat diujicobakan di lapangan. Hal ini dikarenakan pada aspek penilaian sudah diperbaiki sesuai dengan saran sehingga produk yang dikembangkan memenuhi kriteria untuk diujicobakan.

Produk pengembangan berupa *e-book* Pengolahan Limbah Anorganik menjadi sebuah inovasi alternatif sumber belajar. Hal ini sesuai dengan penelitian Arimbi & Pramesti (2020) bahwa *e-book* menjadi sumber belajar yang menarik, kreatif serta fleksibel sehingga dapat digunakan kapan pun dan dimanapun oleh siswa. *E-book* menjadi media informasi yang di dalamnya termasuk grafik, gambar,

animasi, *link*, dan video untuk membuat informasi yang disajikan lebih variatif (Arimbi & Pramesti, 2020). *E-book*, menjadi sumber belajar yang dapat diakses dari mana saja dengan komputer, laptop, atau *handphone*. Ini berbeda dengan buku, yang biasanya terdiri dari banyak lembar kertas berisi teks dan foto (Akbar dkk., 2024).

3. Hasil Respon Guru

Respon guru pada penelitian ini merupakan guru bidang studi biologi kelas X. Hasil respon guru dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Respon Guru

Aspek Penilaian	Persentase skor (%)	Kriteria
Penyajian isi/materi	95	Sangat Baik
Struktur <i>E-book</i>	95	Sangat Baik
Tampilan Media	90	Sangat Baik
Manfaat	90	Sangat Baik
Rata-rata	92,5	Sangat Baik

Penilaian respon guru bertujuan mengetahui respon terhadap produk yang dikembangkan dengan mendapatkan presentase 92,5 % dengan kategori sangat baik. Hal ini dikarenakan aspek penilaian sesuai dengan tabel tingkat kategori respon guru pada tabel 2 yaitu pada persentase rentang nilai 81,25-100% dengan kategori “Sangat Baik”. Penilaian guru mendapatkan respon positif terhadap produk yang dikembangkan dengan guru memberikan komentar dan saran yaitu *e-book* lebih dikembangkan lagi untuk materi-materi selanjutnya.

4. Hasil Respon Siswa

Respon siswa dilaksanakan pada siswa yang telah mempelajari materi terkait perubahan lingkungan. Respon ini termasuk respon kelompok kecil dan kelompok besar. Kelompok kecil berjumlah 8 siswa dan kelompok besar berjumlah 20 siswa. Hasil respon siswa dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Respon Siswa

Aspek Penilaian	Persentase skor (%)		Kriteria
	Kelompok Kecil	Kelompok Besar	
Tampilan Media	85,9	88,4	Sangat Baik
Penyajian Materi	83,1	87,75	Sangat Baik
Kebermanfaatan	86,4	91,25	Sangat Baik
Rata-rata	84,8	88,8	Sangat Baik

Berdasarkan hasil tabel 8, dapat disimpulkan bahwa *e-book* pengolahan limbah anorganik berbasis *sustainable entrepreneurship* ini praktis dan mudah digunakan, mudah dipahami dikarenakan memiliki tampilan menarik serta memotivasi siswa dalam menambah pengetahuan terkait pengolahan limbah anorganik. Hal ini sesuai dengan penelitian Aggreni & Yohandri (2022) yang menyatakan bahwa *e-book* bermanfaat untuk pembelajaran karena memudahkan guru dan siswa dalam menentukan konsep, meningkatkan aktivitas, meningkatkan penggunaan waktu, dan menarik bagi siswa. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Wahyuni & Rahayu (2022) yang menyatakan bahwa *e-book* memudahkan guru dan siswa dalam pembelajaran, memudahkan pemahaman materi, dan menarik untuk digunakan.

Tahap Implementation

Tahapan ini merupakan tahapan penerapan *e-book* pada proses pembelajaran yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan kepedulian lingkungan siswa. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan media dalam proses belajar kepada 21 siswa di kelas X2. Beberapa langkah yang dilakukan pada tahapan ini yaitu sebagai berikut.

1. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan pada kelas X3 dengan jumlah siswa sebanyak 25 orang. Hasil analisis menggunakan SPSS 30 dengan kategori seluruh pernyataan dinyatakan valid, dikarenakan memenuhi tabel distribusi nilai r tabel signifikansi 5%, dengan jumlah siswa 25 orang, maka taraf signifikansi 5% > 396.

Setelah kuesioner dinyatakan valid, selanjutnya dilakukan uji reliabilitas dengan memperoleh hasil sebesar 0,902 yang dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil uji reliabilitas memperoleh kategori sangat tinggi, sesuai dengan tabel 3 dengan koefisien reliabilitas 0,81-1,00 dinyatakan dalam kategori “sangat tinggi”.

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.902	15

2. Uji Paired Sample T-test

Efektivitas media diukur dengan menggunakan uji *Paired sample T-test* yang sebelumnya dilakukan uji normalitas. Hasil data diperoleh dengan signifikansi pada pra-implementasi dan pasca-implementasi dengan menggunakan data *Shapiro-Wilk* sebesar 0,624 dan 0,515. Nilai tersebut $>0,05$ yang berarti data tersebut termasuk ke dalam distribusi normal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Aritonang dkk., (2023) yang menyatakan bahwa jika nilai signifikansi lebih besar 0,05 pada ($p>0,05$) maka data dikatakan normal, sebaliknya apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 pada ($p<0,05$) maka data tidak normal. Uji normalitas menurut Sukarni (2020) dilakukan dengan memeriksa data pada sig Kolmogorov-Smirnov untuk data yang lebih dari 50 responden dan data pada sig Shapiro-Wilk untuk data yang kurang dari 50 responden. Karena sampel penelitian ini kurang dari 50 responden, maka data sig Shapiro-Wilk digunakan. Setelah didapatkan uji normalitas selanjutnya dilakukan uji T. Uji tersebut dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil T-test

<i>Paired Samples Test</i>									
		<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>
<i>Pair</i>				<i>Mean</i>					
1	Pra – pasca implementasi	- 17.71429	7.79835	1.70174	- 21.26405	- 14.16452	- 10.410	20	$<,001$

Pada uji T, didapatkan nilai signifikansi sebesar $<,001$ yang menunjukkan bahwa sebelum dan sesudah penggunaan *e-book* terdapat perbedaan. Uji ini merupakan metode yang dilakukan untuk pengujian data berpasangan, dilakukan pada individu yang sama dengan perlakuan yang berbeda. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh signifikan dari kedua perlakuan tersebut (Sihotang, 2024). Uji *N-gain* dilakukan untuk mengetahui peningkatan kepedulian lingkungan siswa.

3. Uji *N-Gain*

Tabel 11. Nilai Pra-implementasi dan Pasca-implementasi Kepedulian Lingkungan

N= 21	Pra-implementasi	Pasca-implementasi
Jumlah	1431	1803
Rata-rata	68,1	85,8

Berdasarkan tabel 11, didapatkan data melalui rumus *N-gain* untuk rata-rata nilai *N-gain* skor didapatkan nilai rata-rata 0,55 dalam kategori sedang. Hal tersebut sesuai dengan tabel 4, yakni nilai *N-gain* $0,3 \leq g \leq 0,7$ termasuk ke dalam kategori sedang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Peprizal & Syah (2020) bahwa metode pembelajaran yang telah dikembangkan dapat dikatakan efektif jika nilai *N-gain* minimal berada dalam kategori sedang. Sesuai dengan penelitian oleh Ridwan dkk., (2024) yang menyatakan bahwa *e-book* terbukti meningkatkan hasil belajar dengan melihat dari beberapa faktor, yaitu pemahaman materi, peningkatan motivasi dan minat belajar siswa. Media pembelajaran *e-book* dapat memberikan informasi yang mampu meningkatkan kemampuan kepedulian lingkungan siswa pada proses daur ulang limbah anorganik karena siswa diajak untuk menghubungkan pengetahuan yang diperoleh ke dalam permasalahan nyata terkait lingkungan. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Raharjo & Karimah, 2021) bahwa keberhasilan *e-book* dalam meningkatkan hasil belajar dan kepedulian lingkungan tidak terlepas dari peran guru dalam penerapan media. Guru dapat memaksimalkan penggunaan *e-book* dengan bimbingan dan keterlibatan siswa dalam diskusi.

Tahap Evaluate

Tahapan terakhir yang dilakukan adalah evaluasi. Evaluasi formatif dilakukan pada setiap tahapan yang terdiri atas tahap *analyze* (analisis) berupa penambahan studi pendahuluan pada karakteristik siswa. Tahapan *design* (desain) evaluasi terdapat pada rancangan *storyboard*. Pada *storyboard* terdapat penambahan glosarium untuk siswa. Tahap *development* (pengembangan) evaluasi dilakukan berdasarkan hasil penilaian dan saran dari validator materi dan media. Evaluasi sumatif adalah evaluasi yang dilakukan secara keseluruhan setelah rangkaian proses pengembangan produk dilaksanakan. Tahap ini dilakukan dengan mengukur keefektifan produk melalui pra-implementasi dan pasca-implementasi yang diberikan kepada siswa dengan tujuan untuk mengetahui peneliti dapat mengembangkan produk yang lebih baik.

SIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu hasil pengembangan *e-book* ini layak digunakan setelah dilakukan uji validitas oleh validator ahli media dan validator ahli materi. E-book ini sudah memenuhi kriteria dalam kelayakan sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak dan dapat digunakan selama pembelajaran. Efektivitas produk ini yaitu sebesar 0,55 dalam kategori sedang yang menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan dapat meningkatkan kepedulian lingkungan siswa. Hasil uji coba produk dan analisis data menunjukkan bahwa *e-book* ini efektif digunakan untuk meningkatkan kepedulian lingkungan siswa di SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. S., Salim, A., & Mastur, M. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran *E-book* Sebagai Sumber Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan Di SMKN 2 Banjarmasin. *J-Instech*, 5(2), 93–104.
- Alfahnum, M. (2023). Efektivitas Penggunaan Media Komik Berbasis Budaya Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika. *EduTeach: Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 4(1).

- Anggreni, Y. D., & Yohandri, Y. (2022). Pengembangan *E-book* Berbasis Discovery Learning Terintegrasi Keterampilan 4C untuk Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan* (Jep), 6(2), 117-127.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arimbi, A. P., & Pramesti, D. I. (2020). Pengembangan Ebook “*Zero Waste Lifestyle*” Berbasis Islam Sains pada Materi Perubahan dan Pelestarian Lingkungan Hidup untuk Siswa Kelas X Madrasah Aliyah (MA). *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 2(2011).
- Aritonang., R. A. C., Siagian, G., & Pasaribu, S. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(2), 499-507.
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*: New York: Springer Science & Business Media
- Debiyanti, N., Malik, L. R., Hidayah, M. U., Rifdah, K. M. N., & Amalia, G. (2024). Implementasi Pengelolaan Limbah Dalam Membangun Sikap Peduli Lingkungan Siswa di Madrasah Ibtidaiyah DDI Tani Aman Loa Janan Ilir. *Samarinda International Journal of Islamic Studies*, 15-23.
- Hanikah, H., Faiz, A., Nurhabibah, P., & Wardani, M. A. (2022). Penggunaan Media Interaktif Berbasis Ebook di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7352–7359.
- Hidayat, A. (2021). *Menyusun Instrumen Penelitian & Uji Validitas Reliabilitas*. Surabaya: Health Book Publishing.
- Kirana, R. W. candra. (2020). Pengembangan Bahan Ajar *E-book* Praktikum Akuntansi Perusahaan Dagang Berbasis Scientific Approach Sebagai Sumber Belajar Alternatif. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 18(1).
- Mentari, D., Sumpono, S., & Ruyani, A. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran *E-book* Berdasarkan Hasil Riset Elektroforesis 2-D Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *PENDIPA Journal of Science Education*, 2(2), 131–134.

- Montolalu, C., & Langi, Y. (2018). Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test). *D'CARTESIAN*, 7(1).
- Murdianingsih, A. K., Sumarno, S., & Siswanto, J. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Comic Book IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Karakter Peduli Lingkungan., 3(2), 46-52.
- Nanda, L. D., Tan, F., & Noer, M. (2019). Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Program Penyelamatan dan Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan Danau Maninjau. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 8(2), 105–115.
- Peprizal, & Syah, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Pada Mata Kuliah Fisika Modern. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3).
- Purwanti, D. (2017). Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan dan Implementasinya. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 1(2).
- Raharjo, J. F., & Karimah, N. I. (2021). Pelatihan e-learning dan pembuatan buku ajar digital bagi peningkatan peran guru millennial. *JAMU: Jurnal Abdi Masyarakat UMUS*, 1(02).
- Rahmawati, A., & Senen, A. (2021). Pengembangan Media Convertible Book Berbasis Scientific Approach Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Karakter Peduli Lingkungan. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(2), 179-187
- Ridwan. (2013). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Ridwan, R., Nurmanita, M., & Lizati, F. (2024). Implementasi Buku Ajar Berbasis E-book Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik. *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2), 144-154.
- Sihotang, S. F. (2024). Implementasi *Augmented Reality* (AR) Di Perguruan Tinggi Menggunakan Uji-T Berpasangan. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 5(2), 1115-1125.

- Sukarni, W. (2020). Jurnal Profesi Keguruan. Jurnal Profesi Keguruan, 6(1), 33.
- Utami, A. P., Pane, N. N. A., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Cross-border*, 6(2), 1107-1112.
- Wahyuni, L., & Rahayu, Y. S. (2021). Pengembangan *E-book* Berbasis Project Based Learning (PjBL) untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(2), 314–325.
- Widiawati, M., Barkah, R. F., & Ds, Y. N. (2022). Analisis penerapan pendidikan lingkungan hidup di sekolah dasar. *Jurnal Pancar (Pendidik Anak Cerdas Dan Pintar)*, 6(1), 181-186.