

PENGEMBANGAN BUKU DIGITAL BERBASIS STEM MATERI PENCEMARAN TANAH KELAS VII SMPN 2 RAMBIPUJI

Zaenab Nur Hafila¹, Haning Hasbiyati², Siti Roudlotul Hikamah³

¹²³Pendidikan Biologi, Universitas Islam Jember

E-mail: zaenab.nur66@gmail.com, haninghasbiyati@gmail.com, sitihikamah@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of the research is the development of STEM-based digital book media products in science subjects, especially soil pollution material that can be used and feasible as student learning media. The type of research is R&D (Research and Development) development using the 1999 Plomp model. Plomp's design has three stages, namely from analysis, design and development, and evaluation. The trial on the digital book consisted of validity tests on material and media validators. Data analysis obtained from the validity test results from material experts showed that the book was very effective with an average score of 90%, while the validity test results from media experts showed that STEM-based digital books entered the effective criteria with an average score of 81,66%. Based on the results of the validity test above, the STEM-based digital book on soil pollution material is declared feasible to use.

ARTICLE HISTORY

Received 31 August 2023
Revised 06 October 2023
Accepted 27 October 2023

KEYWORDS

Digital Book, STEM, Soil
Pollution.

Pendahuluan

Berdasarkan Panduan Pengembangan Kurikulum pada tahun 2013 pembelajaran IPA pada tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) diterapkan pembelajaran berbasis keterpanduan. Pembelajaran IPA di tingkat SMP bukan hanya menjadi disiplin ilmu, melainkan dikembangkan sebagai mapel keilmuan yang terintegrasi. Ilmu *integrative* berarti menggabungkan berbagai aspek diantaranya: bidang perilaku, pengetahuan, dan keterampilan. Ruang lingkup belajar juga penting meliputi hakikat belajar, teori belajar, dan kegiatan belajar. Ruang lingkup tersebut dapat diatasi dengan adanya media. Membuat atau merancang media yang menarik dan kreatif dapat membawa pengalaman belajar siswa dari situasi abstrak ke situasi yang lebih konkrit. Hal itulah yang membuat media pembelajaran begitu penting dalam ruang belajar siswa (Komalasari, 2019).

Selain itu, media pembelajaran juga kurang beragam. Variasi media pembelajaran yang dimaksud adalah penggunaan bentuk media yang berbeda untuk menyajikan konten yang dikategorikan sebagai gambaran media audiovisual maupun visual, seperti salah satunya buku digital sebagai media pembelajaran. Pada proses pembelajaran media buku digital memiliki

* **CORRESPONDING AUTHOR.** Email: haninghasbiyati@gmail.com

suatu keunggulan yang sangat besar. Media tersebut sebagai mediator pendukung ketidakpahaman materi yang disampaikan. Kesulitan penyampaian materi kepada siswa dapat disederhanakan dengan penggunaan media buku digital. Hal ini memungkinkan siswa untuk mencerna materi dengan yang lebih praktis dari pada tanpa bantuan media buku digital (Sigil et al., 2017). Penelitian yang akan dilakukan, menggunakan buku digital dengan berbasis STEM. STEM adalah pendekatan pembelajaran yang dapat mendukung kombinasi antara matematika, teknik, teknologi, dan sains (Uygur, 2022). Peningkatan keterampilan pada abad ke-21 yaitu keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) yang sangat dibutuhkan untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global (Nurmatin, 2022).

Pendidikan STEM, teknologi memungkinkan siswa untuk menciptakan berbagai media yang dapat membantu mereka menghasilkan karya kreatif berkualitas tinggi (Waters & Orange, 2022). Kreativitas ilmiah dalam proses desain teknik terlibat dalam penerapan STEM, ide-ide yang muncul dengan kreativitas ilmiah penting untuk menghasilkan solusi efektif terhadap permasalahan dalam proses desain teknik. Kombinasi kreativitas ilmiah dan proses desain teknik berkontribusi pada pemikiran kreatif masyarakat (Fatemeh Shahbazloo, 2023). Pendidikan STEM membantu guru sains untuk mengintegrasikan pembelajaran STEM di kalangan siswa dengan menawarkan berbagai kegiatan pembelajaran berdasarkan pengalaman dan praktik (Mahmud et al., 2018). STEM mulai muncul dalam literatur sebagai perpanjangan dari strategi pembelajaran inkuiri dan telah diteliti secara luas. STEM, dalam bidang pengetahuan sains telah diintegrasikan dengan memasukkan matematika dan teknologi, dan puncak kognisi telah diwakili oleh produk teknik (Dokme et al., 2022).

Buku digital adalah format digital, media informasi yang diatur dan disajikan kepada pembaca. Buku digital juga didefinisikan sebagai media dalam bentuk digital yang terdiri dari teks, gambar, atau keduanya yang dapat dibaca dengan mudah di komputer atau perangkat elektronik lainnya (Tarigan, 2021). Buku digital didesain dengan menggunakan STEM Upaya tersebut dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang ada di sekolah, diantaranya rendahnya hasil mata pelajaran IPA, kurangnya variasi media pembelajaran, dan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah pembelajaran, dengan demikian buku digital berbasis STEM ini dapat menjadi solusi literasi digital yang ada di sekolah dengan harapan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan untuk mencapai tujuan kurikulum yang diterapkan (Saripudin et al., 2022).

Pendekatan STEM dalam proses pembelajaran IPA dapat dilakukan dengan menggabungkan komponen satu dengan komponen lainnya secara komprehensif dengan mengajarkan STEM sebagai mata pelajaran yang terintegrasi. Pendekatan STEM dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Pada penelitian Rahmadhani dan Wahyuni dibuktikan siswa memiliki pemahaman konseptual yang lebih tinggi, yang merupakan dampak dari perlakuan pendekatan STEM. Oleh karena itu, Pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan konsep (Sandi, 2021).

STEM, merupakan pendekatan transdisipliner untuk pembelajaran melalui penerapan dunia nyata. Pekerjaan dengan pertumbuhan tercepat memerlukan keterampilan STEM dan pendidikan STEM dan dapat efektif dalam meningkatkan kapasitas abad ke-21 yang diinginkan (Twaddle & Smith, 2023). Pendekatan STEM sesuai untuk materi pencemaran tanah karena dapat menambah literasi teknologi siswa. Pencemaran tanah merupakan sebuah kondisi dimana suatu bahan kimia yang dibuat oleh manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami melampaui batas maksimal. Kontaminasi biasanya terjadi disebabkan penggunaan pestisida, terjadinya kebocoran bahan kimia industri, limbah dari tempat pembuangan sampah secara langsung dibuang ke tanah tanpa memenuhi standar. Harapan dari pembelajaran adalah siswa

mampu memahami pembelajaran, nilai siswa di atas KKM. Selain itu, siswa juga memiliki ruang lingkup belajar yang luas sebagai penunjang pengetahuan siswa. Kesenjangan yang terjadi adalah pada mata pelajaran IPA pemahaman konsep yang dipelajari siswa masih kurang, sehingga perlu adanya peningkatan, ruang lingkup belajar siswa yang kurang bervariasi, dan nilai siswa yang masih dibawah KKM (Muslimah, 2017). Berdasarkan latar belakang di atas tujuan dari penelitian ini adalah menguji validitas multimedia buku digital berbasis STEM pada materi pencemaran tanah kelas VII SMPN2 Rambipuji.

Metode

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian pengembangan R&D. Metode ini merupakan salah satu metode yang dipilih oleh peneliti, untuk mewujudkan sebuah produk baru yang selanjutnya akan diuji validitas oleh validator. Model pengembangan dari penelitian ini diadaptasi dari Plomp 2013 yang memiliki tiga tahapan yaitu dari analisis (*analysis*), rancangan dan pengembangan (*design and development*) dan evaluasi (*evaluation*). Tahapan penelitian dan pengembangan sebagai berikut:

1. Tahapan analisis meliputi analisis kebutuhan guru dan siswa yang ada disekolah.
2. Tahapan desain dan pengembangan terdiri dari materi, pemilihan format, rancangan buku
3. Tahap evaluasi terdiri dari uji coba validitas oleh validator.

Sumber penelitian meliputi dua validator yaitu Ibu Umi Nurjanah S.Si., M.Pd sebagai ahli materi dan Bapak Miftahul Hakim M.Pd media. Pada uji validasi tersebut bertujuan untuk mengetahui produk yang dikembangkan layak dari segi materi dan multimedia (Kosim et al., 2022).

Analisa data pada penelitian ini menggunakan analisa kombinasi atau perpaduan antara metode kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dari ahli materi dan media. Pada tahapan merevisi media menggunakan deskripsi hasil revisi para ahli, sedangkan data kuantitatif diperoleh skor validasi. Pada tahap validasi materi dan media terdiri dari beberapa aspek penilaian diantaranya instrument validasi ahli materi dan instrument validasi ahli media. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung skor hasil validasi

$$\text{Validitas} = \frac{\text{total skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \dots\dots\dots$$

Berikut tabel pedoman penilain, kategori validitas kelayakan materi dan media sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Media

Kriteria	Skor
Sangat kurang	1
Kurang	2
Cukup	3
Baik	4
Sangat baik	5

Sumber: diadaptasi (Mar'atusholihah, H, 2019)

Berdasarkan (Akbar 2013) kategori kelayakan media dan materi sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori kelayakan media

No	Skor (%)	Kategori kelayakan
1.	86.00 – 100.00 %	Dapat digunakan tanpa revisi atau sangat efektif
2.	71.00 – 85.00 %	Sepenuhnya efektif, tetapi perlu sedikit modifikasi
3.	51.00% - 70.00 %	Kurang valid, karena memerlukan modifikasi yang signifikan.
4.	00.00 – 50.00%	Tidak valid

Sumber :(Akbar, 2013)

Hasil Penelitian Meliputi:

Media pembelajaran ini dikembangkan dengan menggunakan Langkah metode *Research and Development* yang di adaptasi menurut plomp dengan 3 tahap utama yang berkesinambungan yaitu: analisis (*analysis*), rancangan dan pengembangan (*design and development*) dan evaluasi (*evaluation*). Langkah-langkah penelitian tersebut berbentuk media buku digital pada materi pencemaran tanah di kelas VII yang di jelaskan di bawah ini:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

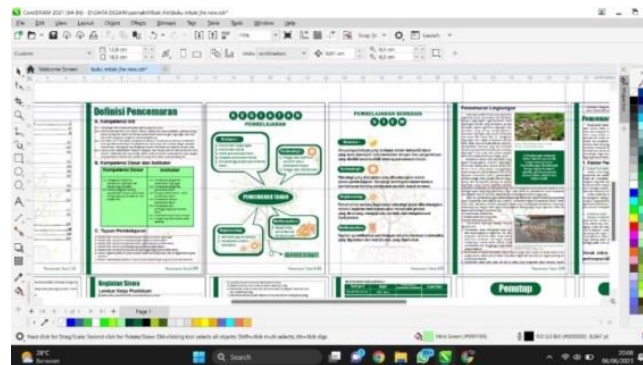
Penelitian ini berawal dari observasi di SMPN 02 Rambipuji. Peneliti mewawancarai guru mata pelajaran IPA kelas VII. Hasil wawancara tersebut pada mata pelajaran IPA sebelumnya memenuhi Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) sebesar 70% dan 30% siswa kelas VII mencapai nilai KKM atau kurang. Siswa yang masuk dalam persentase 70% telah dinyatakan tuntas sedangkan yang masuk dalam persentase 30% dinyatakan belum tuntas. Selain itu guru mata pelajaran IPA menjelaskan guru masih berpusat pada buku teks, dan kurangnya waktu pembelajaran Selain itu, berdasarkan masalah yang dihadapi siswa kelas VII bahwa hasil belajar siswa pada materi pencemaran tanah masuk dalam kategori rendah, karena media ajar yang digunakan masih kurang bervariasi sehingga siswa merasa bosan, kurangnya lingkup belajar siswa dari segi media kurang bervariasi. Sedangkan dalam pembelajaran di dalam kelas menurut Armianti et al, menjelaskan keterampilan guru membuat dan menggunakan media ajar yang inovatif dapat menumbuhkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah pembelajaran (Armianti et al., 2022).

2. Rancangan (*Design*)

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan oleh peneliti, peneliti mengembangkan buku digital berbasis STEM ini dapat digunakan oleh siswa sebagai bahan pembelajaran. Selain itu, dapat mempermudah siswa untuk memahami materi pencemaran tanah. Pada tahap *design* peneliti membuat *blueprint* secara umum dalam pembuatan media, berikut penjelasannya:

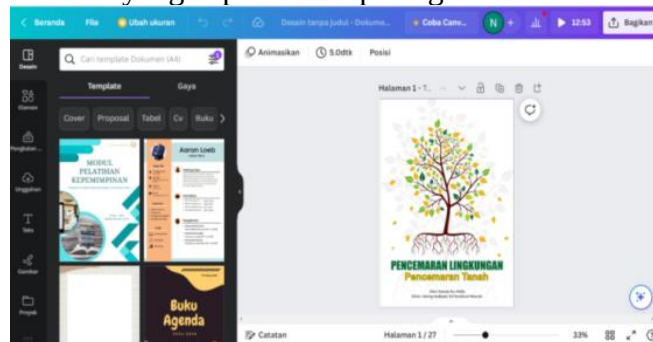
- Materi yang digunakan oleh peneliti yaitu pencemaran tanah berdasarkan kompetensi dasar (KD) dan indikator yang ditentukan.
- Tahap perancangan: pada perancangan awal peneliti menyiapkan terlebih dahulu beberapa komponen-komponen yang diperlu dalam merancang buku digital
- pemilihan format buku : melakukan tahapan sebanyak 2 kali diantaranya membuat desain buku dan menyusun buku digital . pada proses membuat desain buku digital seperti cover, kata pengantar, daftar isi, indikator, isi buku, desain STEM, daftar pustaka dan profil penulis (Irham et al., 2022). Proses pembuatan buku digital ini menggunakan aplikasi CorelDraw X7 dengan berbagai tahapan login coreldrow, folder

baru, import gambar, dan ekspor ke bentuk ekstensi JPG yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. :Desain gambar pada CorelDraw.
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Tahap berikutnya setelah mendesain buku digital pada *coreldraw* selanjutnya, buku disusun menggunakan aplikasi *canva*. proses penyusunan pada buku ini melalui berbagai tahapan diantaranya:login *canva*, pilih dokumen A4, import desain buku, import video, bagikan , dan salin tautan yang dapat dilihat pada gambar 2.

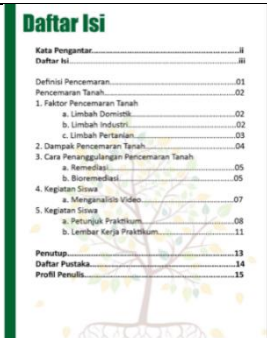
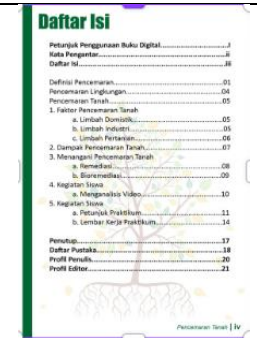


Gambar 2. Penyusunan buku digital dengan *canva*
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

3. Pengembangan (*Development*)

Penelitian pengembangan adalah penelitian untuk menghasilkan produk tertentu, melengkapi produk yang sesuai dan memenuhi standar produk yang dihasilkan, dan membuat produk baru dengan melalui berbagai tahapan dan verifikasi atau pengujian (Tarigan, 2021). Pada pengembangan media yang telah disusun, selanjutnya hasil dari produk tersebut dikonsultasikan kepada kedua pembimbing. Hasil konsultasi dari kedua pembimbing oleh peneliti akan dijadikan sebagai bahan dasar untuk merevisi dan melengkapi kekurangan pada produk yang disusun, sehingga dihasilkan produk buku digital yang disetujui oleh kedua pembimbing (Syamsurizal et al., 2021). Hasil konsultasi sebelum dan sesudah direvisi terdapat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Pengembangan hasil konsultasi pembimbing

Sebelum konsultasi	Sesudah konsultasi
	
Ilustrasi pada cover terkesan umum	Ilustrasi pada cover sudah sesuai dengan materi yang dipilih.
	
Isi pada buku digital terlalu sedikit.	Penambahan pada isi buku digital.
	
Ilustrasi gambar pada proses bioremediasi masih kurang lengkap.	Pemilihan ilustrasi sudah sesuai, dengan proses bioremediasi.

4. Evaluasi

Pada tahap evaluasi ini meliputi tahap uji validitas. Uji validitas dilakukan untuk menentukan produk yang disusun sudah valid atau tidak. Pada uji validitas ini perlu adanya validator media dan validator materi (Reffiane et al., 2021). Validator yang ditentukan oleh

peneliti merupakan dosen Universitas Islam Jember Prodi Pendidikan Biologi yaitu Ibu Umi Nurjannah S.S.i.,M.Pd sebagai validator materi dan Bapak Hakim M.P.d sebagai validator media.

Berikut adalah hasil data penelitian yang telah di dapatkan sebagai berikut:

1. Validasi ahli materi

Pada penelitian ini peneliti melakukan persiapan uji validitas materi pada ahli materi dengan mempertimbangkan data awal yang dihimpun oleh peneliti yaitu media yang digunakan di sekolah oleh guru, dan materi pencemaran tanah (Setyaningsih et al., 2019). Setelah peneliti menemukan beberapa masalah dan potensi, peneliti mengembangkan materi sehingga menjadi buku digital.

Selanjutnya peneliti melakukan uji validasi materi kepada Ibu Umi Nurjannah S.S.i.,M.Pd yang sudah kompeten di bidangnya untuk menjadi validator materi. Pada validasi materi peniliti diberikan saran oleh ahli media diantaranya:

- a. menyampaikan tujuan pembelajaran pada sub bab mengenai cara penanggulangan pencemaran tanah.
- b. Perbaiki diksi pada halaman 4 poin pertanyaan no.5

Berkaitan dengan hasil revisi yang diperoleh peneliti tercantum dalam tabel dibawah ini. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung skor hasil validasi

$$\text{Validitas} = \frac{\text{total skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \dots\dots\dots$$

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek penilaian	Skor (%)	Kategori
Isi materi	94,28%	Sangat efektif
Kepraktisan	90%	Sangat efektif
Keterbacaan	90%	Sangat efektif
Rata- rata	90%	Sangat efektif

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023

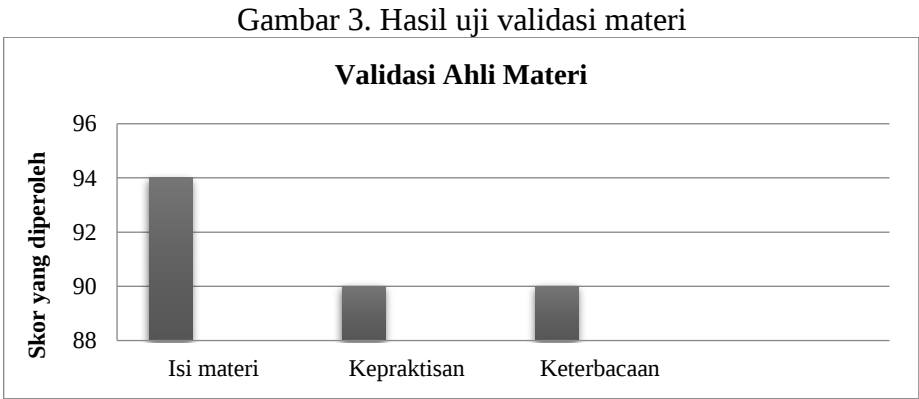
Berdasarkan tabel di atas buku digital menunjukkan ketegori sangat efektif dengan skor rata-rata sebesar 90% dengan rincian setiap aspek diantaranya: aspek isi materi 94,28%, aspek kepraktisan 90%, dan aspek keterbacaan 90%. Berikut tabel kelayak media sebagai berikut.

Tabel 5. Kategori kelayakan media

No	Skor (%)	Kategori kelayakan
1.	86.00 – 100.00 %	Dapat digunakan tanpa revisi atau sangat efektif
2.	71.00 – 85.00 %	Sepenuhnya efektif, tetapi perlu sedikit modifikasi
3.	51.00% - 70.00 %	Kurang valid, karena memerlukan modifikasi yang signifikan.
4.	00.00 – 50.00%	Tidak valid

Sumber :(Akbar, 2013)

Skor dari hasil validasi materi menunjukkan kelayakan media sebesar 90% dengan skor beberapa aspek penilai yang terdapat pada angket. Berdasarkan kriteria penilaian dari Akbar (2013) menyebutkan bahwa materi yang digunakan dinyatakan sudah sangat layak untuk dijadikan media pembelajaran buku digital. Pada validasi materi ini peneliti tidak diberikan saran oleh validator dikarenakan materi sudah sesuai dengan KD dan indikator pencemaran tanah (Agustin et al., 2022). Berikut diagram hasil uji validasi terdapat pada gambar 3.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Selaras dengan penelitian lain tentang buku digital yang dilakukan oleh Hasbiyati et al, pada tahun 2022 menyebutkan hasil analisa data pengembangan yang diperoleh dari hasil tes alpha yaitu 82,22% dan perolehan skor validasi materi 82,5% dengan kategori media sudah sangat layak digunakan, sedangkan pada hasil tes beta memperoleh skor sebesar 80,27% dengan kriteria produk layak. Sehingga dapat di simpulkan berdasarkan hasil dari kedua tes maka buku digital pada pembelajaran IPA dinyatakan layak di terapkan sebagai media pembelajaran (Hasbiyati et al., 2022).

2. Validasi ahli media

Pada tahap validasi ahli media dilakukan untuk mengetahui apakah media yang peneliti kembangkan sesuai dengan standart media pembelajaran yang ada. Pada hasil validasi, peneliti mengevaluasi beberapa saran dari ahli media untuk merevisi produk yang dikembangkan. Peneliti menyadari bahwa media yang dikembangkan harus direvisi sesuai saran dari ahli media agar sesuai dengan standart kelayakan media pembelajaran. Hasil revisi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Tampilan Media Selum Dan Sesudah Validasi.

Validasi	Revisi
Desain STEM tidak dicantumkan pada buku digital.	
	Media sudah direvisi penambahan desain STEM pada buku digital.

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023

Pada tahap selanjutnya yaitu uji validasi media, oleh Bapak Hakim M.P.d yang sudah kompeten di bidang khususnya media pembelajaran untuk menjadi validator media. Pada validasi media peneliti mendapatkan saran dari validator media yaitu mencantumkan desain STEM pada buku digital. Hasil dari validasi media memperoleh skor kelayakan media sebesar 81,66% dengan skor yang diperoleh dari beberapa aspek pada angket yang disediakan. Berikut adalah hasil validasi media pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validasi Media

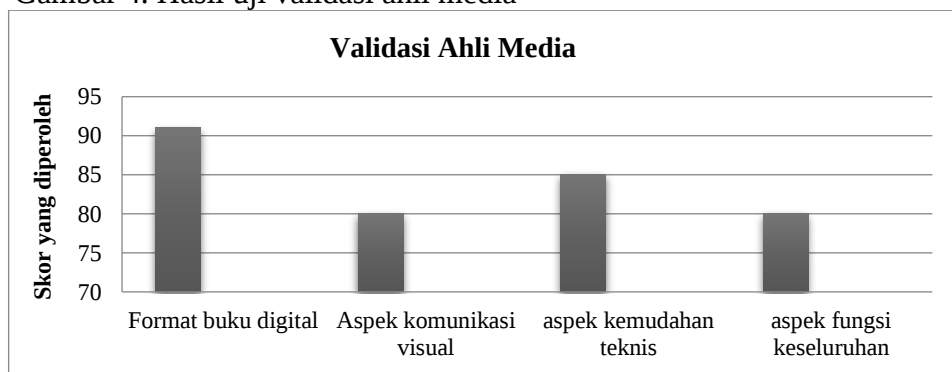
Aspek penilaian	Skor (%)	Kategori
Format buku digital	91.66%	Sangat Efektif
Aspek komunikasi visual	80%	Efektif
Aspek kemudahan teknis	85%	Efektif
Aspek fungsi keseluruhan	80%	Efektif
Rata-rata	81.66%	Efektif

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023

Berdasarkan tabel 3. menunjukkan bahwa buku digital memasuki kategori efektif dengan skor rata-rata 81,66%. Penilaian pada buku digital terdiri dari beberapa aspek yaitu format buku dengan kategori sangat efektif sebesar 91,66%, aspek komunikasi 80%, aspek kemudahan teknis 85%, dan aspek fungsi keseluruhan 80%.

Berdasarkan skala penilaian dari Akbar (2013) bahwa media yang dikembangkan tersebut dinyatakan sudah sangat layak dijadikan media pembelajaran untuk siswa. Pada tahap validasi media peneliti diberikan saran oleh validator sebagai bahan revisi agar media yang dikembangkan sesuai dengan kriteria materi pencemaran tanah (Amanda et al., 2022). Diagram uji validasi media dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Hasil uji validasi ahli media



Sumber :Dokumentasi Pribadi, 2023

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Vince Marselina dan Ali Muhtadi pada tahun 2019, dengan judul “Pengembangan Buku Digital Interaktif Matematika Pada Materi Geometri”. Produk yang di gunakan pada penelitian ini yaitu buku digital interaktif berupa CD (*compact disk*) . Hasil skor yang di peroleh dari ahli materi melalui tes alpa sebesar 3,65% dan skor dari ahli media sebesar 3,78. Berdasarkan kedua skor yang diperoleh menunjukkan bahwa kategori dari keduanya sangat layak digunakan. Selanjutnya konversi skala 2 pada uji beta memperoleh hasil sebesar 1,84 (sangat layak). Pada penilaian keefektifan produk menunjukkan

perolehan skor sebesar 82,08%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa produk ini efektif dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Marselina & Muhtadi, 2019).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dari tahap penelitian yang dilaksanakan di SMPN 2 Rambipuji, peneliti mengambil kesimpulan media buku digital yang dikembangkan sangat layak digunakan oleh siswa sebagai bahan media pembelajaran dengan persentase perolehan skor sebesar 90% dari ahli materi dan 81,66% ahli media. Berdasarkan kategori diatas buku digital berbasis STEM dinyatakan layak untuk digunakan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada guru dan seluruh validator yang selalu memberikan saran pada proses pembuatan karya tulis ilmiah ini, dan tak lupa pula peneliti ucapkan terimakasih kepada pihak jurnal Bio- Lectura yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk menerbitkan karya tulis ilmiah ini. Beribu terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini berlangsung. Harapannya media yang dikembangkan dapat menumbuhkan semangat siswa dan kemampuan dibidang media.

Daftar Pustaka

- Agustin, N., Noto, M. S., & Dewi, I. L. K. (2022). Construction of Student Mathematics Resilience Through the Development of Sainsmatika-Based Teaching Materials. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(2), em0683. <https://doi.org/10.29333/iejme/11835>
- Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*.
- Amanda, F. F., Sumitro, S. B., Lestari, S. R., & Ibrohim, I. (2022). Developing complexity science-problem based learning model to enhance conceptual mastery. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 16(1), 65–75. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v16i1.20408>
- Armianti, Fauzan, A., Harisman, Y., & Sya'Bani, F. (2022). Local instructional theory of probability topics based on realistic mathematics education for eight-grade students. *Journal on Mathematics Education*, 13(4), 703–722. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i4.pp703-722>
- DOkme, İ., AcksOz, A., & Koyunlu Unlu, Z. (2022). Investigation of STEM fields motivation among female students in science education colleges. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00326-2>
- Fatemeh Shahbazloo, R. A. M. (2023). *Investigating the effect of 5E-based STEM education in solar energy context on creativity and academic achievement of female junior high school students, Thinking Skills and Creativity*,. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101336>.

- Hasbiyati, H., Afidati, N. I., & Haque, A. (2022). Pengembangan Multimedia Buku Digital Materi Pencemaran Lingkungan Pada Pembelajaran IPA Multimedia Development of Digital Book on Environmental Pollution Materials in Science Learning. *Quantum*, 13(2), 177–187.
- Irham, Tolla, I., & Jabu, B. (2022). Development of the 4C Teaching Model to Improve Students' Mathematical Critical Thinking Skills. *International Journal of Educational Methodology*, 8(3), 493–504. <https://doi.org/10.12973/ijem.8.3.493>
- Komalasari, E. (2019). Peran Guru Dalam Medai Dan Sumber Belajar Di Era Dispursi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIp*, 2(1), 439–448.
- Kosim, M., Nasution, I., Anidar, J., Kustati, M., Ritonga, M., & Perrodin, D. D. (2022). Advancing Learners' Islamic Knowledge through a Parenting Education Module. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 12(3), 79–88. <https://doi.org/10.47750/pegegog.12.03.09>
- Mahmud, S. N. D., Nasri, N. M., Samsudin, M. A., & Halim, L. (2018). Science teacher education in Malaysia: Challenges and way forward. *Asia-Pacific Science Education*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s41029-018-0026-3>
- Mar'atusholihah, H. D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Tematik Ular Tangga Berbagai Pekerjaan. *Jurnal Mimbar PGSD Undiksha*, 7(3), 253–260. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPGSD/article/view/19411>.
- Marselina, V., & Muhtadi, A. (2019). Pengembangan Buku Digital Interaktif Matematika Pada Materi Geometri. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 6(2), 196–207.
- Muslimah, M. muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>
- Nurmatin, S. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Calon Guru Mi Pada Materi Bunyi Melalui Penggunaan Modul Berbasis STEM. *Asatidzuna| Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 1(1), 17–26.
- Reffiane, F., Sudarmin, Wiyanto, & Saptono, S. (2021). Developing an Instrument to Assess Students' Problem-Solving Ability on Hybrid Learning Model Using Ethno-STEM Approach through Quest Program. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 11(4), 1–8. <https://doi.org/10.47750/pegegog.11.04.01>
- Sandi, G. (2021). Pengaruh Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Elektrolating, Keterampilan Berpikir Kritis Dan Bekerja Sama. *Indonesian Journal of Educational Development*, 1(4), 578–585. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4559843>
- Saripudin, D., Fauzi, W. I., & Nugraha, E. (2022). The development of interactive E-book of local history for senior high school in improving local wisdom and digital literacy. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 17–31. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.17>
- Setyaningsih, N., Rejeki, S., & Ishartono, N. (2019). Developing Realistic and Child-friendly Learning Model for Teaching Mathematics. *JRAMathEdu (Journal of Research and*

Advances in Mathematics Education), 4(2), 79–88.
<https://doi.org/10.23917/jramathedu.v4i2.8112>

Sigil, S., Mata, P., & Pemrograman, K. (2017). 732-2389-7-Pb(1). 1, 11–16.

Syamsurizal, S., Syarif, E. A., Rahmawati, R., & Farma, S. A. (2021). Developing human movement system booklet as a biology teaching material suplement for XI grade students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(1), 95–103.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i1.12828>

Tarigan, F. D. (2021). Pengembangan Mediavisual Outdoor untuk Kemampuan Mengenal Bentuk Geometri Pada Anak Usia4-5 Tahun. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 4(1), 134–140. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v4i1.1868>

Twaddle, J., & Smith, T. (2023). STEM Pedagogical Content Knowledge of Preservice Teachers. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, 8(1), 168–182.

Uygur, M. (2022). STEM-Based Course Design: A Way to Develop Attitudes toward STEM and Science Course. *Science Education International*, 33(4), 345–355.
<https://doi.org/10.33828/sei.v33.i4.1>

Waters, C. C., & Orange, A. (2022). STEM-driven school culture: Pillars of a transformative STEM approach. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 72–90.
<https://doi.org/10.33902/jpr.202213550>