

PENGEMBANGAN *E-BOOK* BERBASIS STEM MATERI BAKTERI UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS***The Development of E-book Based on STEM Material Bacteria to Train Science Literation Abilities*****Evi Putri Ma'rifatus Salafiyah**

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Gedung C3 Lt 2 Ketintang, Surabaya 60231, Indonesia
evi.17030204019@mhs.unesa.ac.id

Fida Rachmadiarti

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Gedung C3 Lt 2 Ketintang, Surabaya 60231, Indonesia
fidarachmadiarti@unesa.ac.id

Abstrak

Kurikulum 2013 menekankan pembelajaran yang menerapkan pendekatan saintifik yang mampu menyeimbangkan kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Kemampuan literasi sains yang dimiliki peserta didik masih tergolong rendah, hal tersebut dapat dilatihkan melalui sumber belajar dan cara pengajaran yang tepat. Kemajuan teknologi dapat menyediakan buku ajar elektronik yaitu *e-book* dengan berbagai fitur yang dapat meningkatkan motivasi belajar, terlebih saat pandemi COVID-19 dengan menggunakan sistem PJJ (pembelajaran jarak jauh). Kemampuan literasi sains dapat dilatihkan melalui pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Pada pendekatan STEM terdapat langkah-langkah yang mencerminkan kompetensi literasi sains. Penelitian ini bertujuan menghasilkan *E-book* berbasis STEM materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains dan menguraikan kelayakan teoritis dan empiris dari *E-book* yang dikembangkan. Pengembangan *E-book* dilakukan dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), tetapi tidak menggunakan tahapan *disseminate*. *E-book* diuji cobakan terbatas, yaitu pada peserta didik kelas X IPA di SMA Negeri 1 Waru yang berjumlah sepuluh orang. Kelayakan teoritis didapatkan dari hasil validasi dosen ahli materi dan guru biologi SMA dengan menggunakan instrumen validasi. Kelayakan empiris atau kepraktisan diperoleh dari hasil analisis respon peserta didik yang dilihat melalui angket respon peserta didik. Hasil yang diperoleh yaitu, pada kelayakan teoritis *E-book* mendapat skor validasi 89% yang menunjukkan sangat valid. Kelayakan empiris *E-book* mendapatkan skor 94,35% dengan kategori sangat praktis. Disimpulkan bahwa *E-book* yang dikembangkan telah layak secara teoritis dan empiris, dapat melatih kemampuan literasi sains bagi peserta didik.

Kata Kunci: *E-book*, STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), bakteri, literasi sains.

Abstract

The 2013 curriculum emphasizes learning that applies a scientific approach that is able to balance the competencies of attitudes, knowledge, and skills. The scientific literacy skills of students are still low, it can be trained through learning resources and appropriate teaching methods. Advances in technology can provide electronic textbooks, that is e-books with various features that can increase learning motivation, especially during the COVID-19 pandemic by using the PJJ (distance learning) system. Science literacy skills can be trained through the STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) approach. In the STEM approach, there are steps that reflect scientific literacy competencies. This study purpose to produce an E-book based on STEM on bacterial material to train scientific literacy skills and to describe the theoretical and empirical feasibility of the E-book being developed. E-book development uses the 4D model (*Define, Design, Develop, Disseminate*), but without a disseminate stage. The e-book was tried on a limited basis, ten students of class X Science at SMAN 1 Waru. The theoretical feasibility was obtained from the validation results of material expert lecturers and high school biology teachers using validation instruments. Empirical feasibility or practicality is obtained from the analysis of students responses as seen through student response questionnaires. The results obtained are, the theoretical feasibility of the E-book gets a validation score of 89% which indicates very valid. The empirical feasibility of the E-book gets a score of 94.35% in the very practical category. It was concluded that the developed E-book was theoretically and empirically feasible, it can train scientific literacy skills for students.

Keywords:E-books, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), bacteria, science literacy.

PENDAHULUAN

Pendidikan harus memperhatikan keseimbangan antara pengetahuan, keterampilan, sikap, dan penguasaan teknologi informasi serta komunikasi. Kurikulum 2013 sesuai dengan kebutuhan Indonesia di masa depan, yaitu membangun generasi unggul pada tahun 2045. Kurikulum 2013 menekankan proses belajar menggunakan pendekatan saintifik yang mampu menyeimbangkan kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan (Kemdikbud, 2013). Tujuan dari kurikulum 2013 yaitu meningkatkan pengetahuan dengan didukung kemudahan dalam memperoleh informasi dimanapun dan kapanpun (Prasetyo, dkk., 2019). Peserta didik harus memiliki pengetahuan yang luas untuk mengikuti perkembangan zaman sesuai dengan tuntutan abad 21, pembelajaran dengan berbasis teknologi (Kemdikbud, 2016). Peserta didik diharapkan belajar dan berkomunikasi secara aktif (Anfa, dkk., 2019). Merdeka belajar merupakan program untuk dapat meningkatkan mutu pembelajaran dengan memberikan kebebasan kepada guru dan peserta didik untuk berinovasi, kebebasan belajar mandiri, dan kreatif.

Peserta didik di Indonesia mempunyai kemampuan literasi sains yang tergolong rendah. Rusilowati & Basam (2018) menyatakan bahwa, di Soppeng Sulawesi Selatan, skor rata-rata kemampuan literasi sains yang didapatkan peserta didik sebesar 41 dengan skor maksimal 100 yang diketahui dari aspek cara berpikir, aspek pengetahuan, dan aspek cara menyelidiki. Pengembangan literasi sains dalam pembelajaran seharusnya tidak hanya mementingkan penguasaan materi saja, tetapi pembelajaran menjadi proses dan implementasi materi-materi yang telah diperoleh. Salah satu sekolah di Bangkalan masih menerapkan metode menghafal dalam pembelajaran (Hasanah, dkk., 2019). Rakhmawati (2016) berpendapat bahwa, prestasi sains di Indonesia yang masih rendah dipengaruhi oleh kemampuan berpikir pada peserta didik. Pada buku ajar peserta didik menunjukkan bahwa hanya didominasi dengan aspek pengetahuan, sedangkan aspek afektif dan perilaku masih rendah (Erdogan, dkk., 2009).

Berpikir sains merupakan sebuah proses yang dapat diajarkan. Dalam pengembangan kemampuan literasi sains maka dilakukan dengan menerapkan pengetahuan sains di kehidupan (Holbrook dan Rannikme, 2009). Baik atau buruknya kualitas sumber daya manusia dipengaruhi oleh kualitas dunia pendidikan. Guru harus mampu memilih sumber belajar dan cara pengajaran yang tepat. Sangat penting dalam pemilihan buku ajar yang dapat menunjang peningkatan kemampuan berpikir sains pada

peserta didik. Kemajuan teknologi menyediakan buku ajar elektronik yaitu *e-book* dengan fitur yang menarik sehingga memberikan motivasi belajar. Penggunaan *e-Book* diperkuat dengan penelitian Tosun (2014) yang menyatakan bahwa *e-Book* mampu membuat kegiatan belajar optimal dan menyenangkan dengan visualisasi didalamnya. Penggunaan *e-book* dalam kondisi pandemi COVID-19 ini dapat sangat membantu pembelajaran jarak jauh (PJJ).

E-book yang sesuai dengan permasalahan tersebut yaitu *e-book* dengan kolaborasi dan lintas disiplin ilmu antara *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM mampu mengembangkan pengetahuan, keterampilan inovasi, dan terampil menggunakan teknologi secara bersamaan melalui pemecahan masalah. Pada pendekatan STEM terdapat langkah-langkah yang mencerminkan kompetensi literasi sains (Jauhariyyah, 2017). Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM mampu menggiring peserta didik untuk menerapkan pengetahuan selama di sekolah dengan fenomena di kehidupan nyata (Retnowati, dkk., 2020). Perancangan STEM bertujuan untuk peningkatan daya saing global pada ilmu pengetahuan, pemahaman integrasi masyarakat, dan inovasi teknologi (Kemdikbud, 2013).

Penelitian ini mengembangkan *e-book* berbasis STEM pada materi bakteri. Materi Bakteri merupakan materi yang menjelaskan mengenai makhluk hidup mikroskopis yang tidak bisa diamati peserta didik secara langsung jika tidak menggunakan alat bantu. Seseorang yang mempelajari materi biologi harus benar-benar mengetahui dan paham mengenai biologi dan juga mampu menerapkan biologi dalam kehidupannya sehingga dapat dikatakan sebagai literat biologi. Pada pembelajaran dengan pendekatan STEM menghubungkan peserta didik dengan fenomena yang terjadi di kehidupan nyata dan terdapat langkah-langkah yang mengarahkan peserta didik mencapai kompetensi literasi sains. Pembelajaran biologi khususnya materi bakteri yang terdapat konsep untuk mendukung peserta didik aktif selama pembelajaran, sehingga membutuhkan sumber belajar yang dapat menjelaskan secara detail. Mengacu pada KD 3.5 yakni mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan. KD 4.5 yakni menyajikan data mengenai ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan.

E-book yang berisikan fitur-fitur diharapkan dapat menambah minat untuk mempelajari materi bakteri. Peserta didik juga diajak mempelajari peran positif dan negatif bakteri dalam kehidupan nyata. Setelah

pembelajaran, peserta didik mulai berhati-hati dalam hal kebersihan dan mampu memanfaatkan bakteri yang menguntungkan dalam kehidupan dengan baik. *E-book* yang dikembangkan tidak hanya berisi materi dan gambar, tetapi terdapat bermacam-macam fitur, seperti Peta Konsep, *Bio-think*, *Bio-fact*, *Bio-net*, *Bio-activity*, *Bio-smart*, *Bio-concept*, Zona STEM, Refleksi, dan Glosarium untuk membantu peserta didik dalam menggali pengetahuan serta melatih peserta didik mengamati, memprediksi, mengkomunikasikan, merancang percobaan, memecahkan masalah, mengevaluasi, menafsirkan data, dan menyimpulkan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai kelayakan teoritis *E-book* berbasis STEM materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains ditinjau dari aspek isi, penyajian, dan bahasa serta kelayakan empiris *E-book* berbasis STEM materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains ditinjau dari respon peserta didik. Pengembangan *E-book* ini bertujuan untuk menghasilkan *E-book* berbasis STEM materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains yang layak secara teoritis dan empiris.

METODE

Jenis penelitian yaitu pengembangan. Dikembangkan *e-book* berbasis STEM dengan model 4-D yang meliputi : tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*) (Thiagarajan, 1992). Penelitian dilakukan tanpa tahap *disseminate*. Kegiatan pengembangan telaah, dan tahap uji coba terbatas *e-book* dilaksanakan pada bulan September 2020 – Januari 2021. Kegiatan pengembangan, dan telaah *e-Book* bertempat di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya, kemudian dilakukan uji coba secara terbatas dengan melibatkan sepuluh peserta didik kelas X SMAN 1 Waru dengan menggunakan *Google Meet* dan *WhatsApp Group*.

Tahap pendefinisian atau *define* meliputi analisis kurikulum yang digunakan di sekolah yaitu kurikulum 2013 pada materi bakteri dengan kompetensi dasar (KD) 3.5 dan 4.5. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan konsep utama, kemudian menyusun konsep materi bakteri secara sistematis. Analisis tujuan pembelajaran setelah peta konsep selesai dibuat dan berlandaskan pada kompetensi dasar. Analisis peserta didik dijadikan pedoman bahwa pengembangan *E-book* berbasis STEM ditujukan pada peserta didik kelas X SMA. Analisis tugas dengan menarik garis besar kegiatan yang dilakukan peserta didik berdasarkan indikator yang dikembangkan dari kompetensi dasar. Tahap perancangan atau *design* terdiri dari penyusunan pendahuluan, isi, penutup, desain

e-book (cover, jenis huruf, warna, ukuran, tata letak gambar). Tahap pengembangan (*develop*) untuk menciptakan *e-book* yang direvisi sesuai masukan dari validator. Sehingga menghasilkan *e-book* yang valid dan di uji cobakan ke sepuluh peserta didik kelas X.

Validitas *e-book* STEM dilihat dari validasi ahli materi dan guru biologi. Instrumen lembar validasi digunakan validator untuk memberikan penilaian kelayakan teoritis dari *e-book* berdasarkan aspek isi, aspek penyajian, dan aspek kebahasaan. Nilai yang diperoleh dibandingkan menggunakan skala Likert.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert

Penilaian	Nilai Skala
Kurang Baik	1
Cukup Baik	2
Baik	3
Sangat Baik	4

(Adaptasi dari Riduwan, 2013)

Skor validasi dihitung dengan rumus :

$$\frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{validator}} \times 100\%$$

Hasil analisis diketahui *e-book* dianggap layak/valid jika mendapat nilai $\geq 71\%$ (Riduwan, 2013).

Tabel 2. Kriteria interpretasi skor validitas berdasarkan skala Likert

Skor Rata-rata(%)	Kriteria Interpretasi
25-40	Tidak Valid
41-55	Kurang Valid
56-70	Cukup Valid
71-85	Valid
86-100	Sangat Valid

(Adaptasi dari Riduwan,2013)

Kepraktisan *e-book* diukur berdasarkan respon peserta didik untuk mengetahui kelayakan empiris dari *e-book*. Respon peserta didik dapat diketahui dari hasil angket. Lembar angket dibuat berupa pertanyaan, kemudian memberikan tanda cek (√) pada pilihan jawaban “Ya” atau “Tidak”, data tersebut akan dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif yang mengacu pada Skala *Guttman* pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Kriteria Skala *Guttman*

Kriteria	Nilai Skala
Ya	1
Tidak	0

(Adaptasi dari Riduwan,2013)

Respon peserta didik terhadap *e-Book* berbasis *science, technology, engineering, dan mathematics* materi bakteri dapat dihitung dengan rumus:

$$\%Respon = \frac{\Sigma \text{Peserta didik yang menjawab "Ya"}}{\Sigma \text{Seluruh peserta didik}} \times 100\%$$

E-book dikategorikan praktis digunakan apabila presentase respons positif peserta didik mencapai $\geq 70\%$.

Tabel 4. Kriteria interpretasi skor respons positif peserta didik

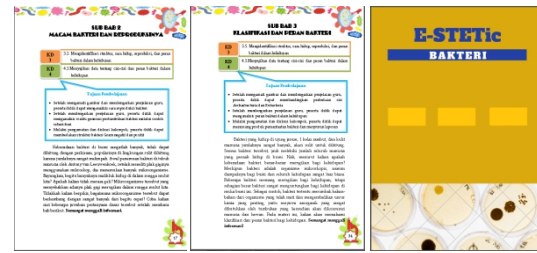
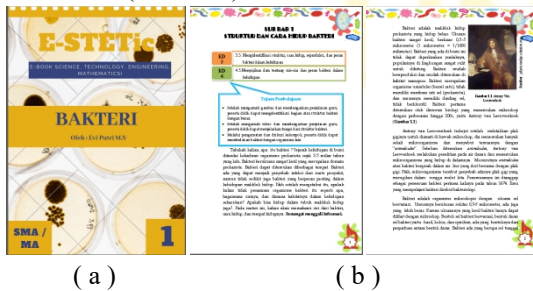
Skor rata-rata (%)	Kriteria
≤ 35	Tidak Praktis
36-51	Kurang Praktis
52-69	Cukup Praktis
70-85	Praktis
86-100	Sangat Praktis

(Adaptasi dari Riduwan,2013)

Data dari hasil validitas dan kepraktisan *e-book* selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN



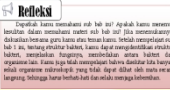
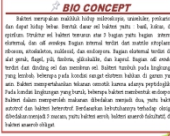


Pengembangan *e-book* berbasis STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) materi Bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains dinyatakan valid dan praktis secara teoritis dan empiris. *E-book* terdiri dari 3 sub materi yaitu : struktur dan cara hidup bakteri, macam bakteri dan reproduksinya, klasifikasi dan peran bakteri (**Gambar 1**). *E-book* terdiri dari tiga bagian yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. *E-book* yang dikembangkan didalamnya berisi beberapa fitur menarik yaitu peta konsep, *Bio Net*, *Bio Think*, *Bio Fact*, *Bio Activity*, Zona STEM, Refleksi, *Bio Concept*, *Bio Smart*, dan Glosarium (**Tabel 5**).



Gambar 1. Bagian-bagian *e-book* berbasis STEM materi bakteri (a) Sampul depan, (b) Isi sub bab 1, (c) Isi sub bab 2, (d) Isi sub bab 3, dan (e) Sampul belakang.

Tabel 5. Tampilan fitur-fitur *e-book*

No.	Nama Fitur	Tampilan	Deskripsi
1.	Peta Konsep		Menyajikan bagan skematik yang menggambarkan keterkaitan konsep
2.	Bio Net		Menyajikan laman web yang bisa dikunjungi dalam memperoleh informasi mengenai topik bahasan seputar bakteri
3.	Bio Think		Menyajikan masalah yang menumbuhkan rasa ingin tahu dan menuntut peserta didik mencari tahu/menyelidiki kasus
4.	Bio Fact		Menyajikan artikel/informasi berupa fakta menarik berkaitan dengan bakteri

5. Bio Activity		Menyajikan sarana penunjang kegiatan praktikum untuk pemahaman materi dan keaktifan peserta didik
6. Zona STEM		Menyajikan permasalahan yang mengaitkan antara science, technology, engineering, mathematics
7. Refleksi		Menyajikan penjelasan mengenai manfaat yang diperoleh dari aktivitas di dalam e-book
8. Bio Concept		Menyajikan rangkuman singkat tentang konsep penting
9. Bio Smart		Menyajikan soal untuk mengukur pemahaman terkait materi bakteri
10. Glosarium		Menyajikan penjelasan mengenai istilah penting

COVID-19 ini *e-book* bisa sangat membantu dalam pembelajaran jarak jauh (PJJ). Dalam kondisi pandemi, akan lebih baik jika membuat pembelajaran lebih menarik melalui media pembelajaran yaitu berupa buku ajar elektronik (Ambarita, dkk., 2020).

E-book yang dikembangkan memiliki fitur-fitur yang dapat mendukung pembelajaran dan melatih literasi sains peserta didik. Fitur-fitur yang menarik pada *e-book* yang dikemas dengan *software* dapat meningkatkan minat peserta didik dalam memahami materi (Lestari, dkk., 2018). Seperti pada fitur *Bio Think* yang didalamnya terdapat permasalahan/kasus mengenai bakteri dalam kehidupan sehari-hari seperti bakteri *Escherichia coli* yang mampu menggandakan tubuhnya dalam 20 menit sekali, lalu berapa besar populasinya jika dalam 24 jam, hal tersebut mampu merangsang rasa ingin tahu, peserta didik akan mencari tahu mengenai bakteri tersebut. Dari kegiatan tersebut, peserta didik dilatih untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah sesuai dengan kompetensi literasi sains. Kemudian terdapat fitur Zona STEM yang menyajikan permasalahan dan pertanyaan yang mengaitkan antara *science, technology, engineering, mathematics* dengan mengacu pada kompetensi literasi sains. Pada fitur Zona STEM peserta didik diberikan kasus seperti adanya bakteri dan kandungan deterjen di perairan. Peserta didik diminta untuk menemukan suatu permasalahan dan mencari tahu penyelesaian masalah tersebut dengan melakukan percobaan dan membuat rancangan percobaan, peserta didik juga diberikan kesempatan untuk mencari tahu informasi melalui internet. Kegiatan tersebut sesuai dengan kompetensi literasi sains menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang, mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Kemudian terdapat fitur *Bio Activity* yang menyajikan sarana penunjang kegiatan praktikum dan juga terdapat pertanyaan diskusi terkait bakteri untuk pemahaman materi, melatih literasi sains sesuai dengan kompetensi literasi sains, dan keaktifan peserta didik selama pembelajaran. Contohnya peserta didik diminta untuk melakukan kegiatan praktikum pengamatan perbedaan sel bakteri, sel hewan, dan sel tumbuhan. Kemudian peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan diskusi setelah kegiatan praktikum, dan mengkomunikasikan hasil yang diperoleh di depan kelas.

Kelayakan teoritis diketahui dari hasil validasi. *E-book* berbasis STEM pada materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains telah divalidasi oleh dosen ahli materi dan guru biologi dilihat dari aspek penyajian, isi, dan kebahasaan. Sebelum divalidasi, dilakukan telaah untuk mengetahui kekurangan *e-book*. Masukan dari

E-book yang dikembangkan ini merupakan peralihan dari buku cetak menjadi sebuah buku berbasis elektronik dengan fitur menarik, mudah diakses, tidak mudah lapuk, dan ramah lingkungan. *E-book* dapat dioperasikan menggunakan laptop dan *smartphone*, dapat diakses secara *online* maupun *offline*. Pada kondisi pandemi

penelaah akan dipakai untuk revisi. Hasil revisi kemudian divalidasi ke dosen ahli materi dan guru biologi SMA sebelum diterapkan kepada peserta didik. Terdapat beberapa komentar dari validator yaitu “Secara umum *e-book* yang dikembangkan sudah bagus. Hanya saja perlu diperhatikan editing tulisan, konsistensi penulisan istilah asing, referensi yang digunakan dari artikel penelitian, dan penulisan daftar pustaka perlu diperhatikan”. Berdasarkan masukan dari validator maka dilakukan perbaikan secara cermat terhadap penulisan istilah asing, daftar pustaka, editing tulisan, dan penambahan referensi dari artikel penelitian. Berikut hasil validasi *e-book* berbasis STEM materi bakteri (Tabel 6).

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Validasi *E-book*

No.	Aspek yang dinilai	Skor rata-rata	(%)	Kriteria
A. Kelayakan Isi				
1.	Sesuai tujuan pembelajaran	3,33	83,25	Valid
2.	Mudah dipahami	3,33	83,25	Valid
3.	Sesuai konsep & teori	3,33	83,25	Valid
4.	Sesuai keilmuan biologi terkini	3,66	91,50	Sangat valid
5.	Mencerminkan kondisi terkini	3,66	91,50	Sangat valid
6.	Fakta disajikan sesuai kenyataan	3,66	91,50	Sangat valid
7.	Mendorong melakukan percobaan	3,66	91,50	Sangat valid
8.	Mendorong pencarian informasi	4,00	100	Sangat valid
9.	Mencantumkan kegiatan menggunakan alat & bahan	3,66	91,50	Sangat valid
10.	Mendorong pemahaman <i>science</i>	4,00	100	Sangat valid
11.	Mendorong pemahaman <i>technology</i>	3,66	91,50	Sangat valid
12.	Mendorong pemahaman <i>engineering</i>	3,66	91,50	Sangat valid
13.	Mendorong	3,00	75,00	Valid

	pemahaman <i>mathematics</i>			
14.	Memacu penjelasan fenomena secara ilmiah	3,33	83,25	Valid
15.	Merancang & mengevaluasi penyelidikan ilmiah	3,66	91,50	Sangat valid
16.	Menafsirkan data & bukti ilmiah	3,66	91,50	Sangat valid

Presentase Skor Validasi (%) 89,47

Kategori Aspek Sangat valid

B. Kelayakan Penyajian

17.	Runtut sesuai konsep	3,33	83,25	Valid
18.	Memusatkan peserta didik	4,00	100	Sangat valid
19.	Pembahasan sederhana	3,33	83,25	Valid
20.	Gambar terdapat penomoran / penamaan	4,00	100	Sangat valid
21.	Tabel terdapat penomoran / penamaan	3,66	91,50	Sangat valid
22.	Ilustrasi sesuai materi	4,00	100	Sangat valid

Presentase Skor Validasi (%) 93,00

Kategori Aspek Sangat valid

C. Kelayakan Bahasa

23.	Kalimat mudah dipahami	3,66	91,50	Sangat praktis
24.	Kalimat dialogis	3,33	83,25	Praktis
25.	Kalimat baku	3,33	83,25	Praktis
26.	Istilah sesuai KBBI	3,66	91,50	Sangat praktis
27.	Tata bahasa benar	3,33	83,25	Praktis
28.	Nama asing / ilmiah dan simbol konsisten	3,00	75,00	Praktis

Presentase Skor Validasi (%) 84,62

Kategori Aspek Valid

Presentase Keseluruhan Aspek (%) 89,00

Kategori Keseluruhan Aspek Sangat valid

Keterangan : V₁ : Dosen ahli materi; V₂ : Dosen ahli materi; dan V₃ : Guru biologi SMA

Hasil validasi dari ketiga validator, *e-book* berbasis STEM materi bakteri yang dikembangkan secara keseluruhan memperoleh presentase skor validasi 89% dengan kategori sangat valid. Bahan ajar dikategorikan valid jika rata-rata penilaiannya mencapai presentase skor $\geq 71\%$ (Riduwan, 2013). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-book* tersebut layak digunakan dalam pembelajaran. *E-book* perlu direvisi sesuai masukan dari validator untuk menghasilkan *e-book* yang lebih baik. *E-book* dikembangkan sesuai dengan tahapan pengembangan yang dimulai dari analisis kurikulum, analisis konsep, analisis tujuan, analisis peserta didik, analisis tugas sampai tahap perancangan *e-book* dan revisi.

Pada aspek kelayakan isi didapatkan skor validasi 89,47% yang menunjukkan bahwa *e-book* sangat layak (valid). Aspek kelayakan isi meliputi kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, mudah dipahami, sesuai konsep, sesuai perkembangan ilmu biologi, mencerminkan kondisi terkini, fakta sesuai dengan kenyataan, mendorong percobaan, mendorong pencarian informasi, mencantumkan kegiatan menggunakan alat dan bahan, mendorong pemahaman *science, technology, engineering, mathematics*, memacu penjelasan fenomena secara ilmiah, merancang, mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah. Badan Standar Nasional Pendidikan (2014) menyatakan bahwa, kelayakan isi memperhatikan cakupan materi, akurasi materi (merupakan fakta di lapangan), kemutakhiran dan kontekstual (mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi).

Materi bakteri pada *e-book* yang dikembangkan telah divalidasi sehingga materi telah sesuai dengan kebenaran konsep dan teori. *E-book* berbasis STEM ini juga dapat melatih kemampuan literasi sains. *E-book* dapat melatih literasi sains karena mampu menguraikan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi masalah, dan membuktikan secara ilmiah. Pengembangan *e-book* harus sesuai kurikulum yang berlaku agar berkaitan antara mata pelajaran dan tingkat pendidikan (Schader, dkk., 2008). *E-book* yang dikembangkan telah disesuaikan dengan kurikulum 2013. Materi bakteri memiliki tuntutan pada kurikulum 2013 yaitu KD 3.5. Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan dan 4.5. Menyajikan data mengenai ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan. Materi Bakteri menjelaskan tentang makhluk hidup mikroskopis yang bisa diamati jika menggunakan alat bantu. Materi bakteri yang disajikan dalam *e-book* memuat informasi terkini sesuai dengan perkembangan ilmu biologi dan mengarahkan peserta didik untuk aktif.

Pada *e-book* peserta didik juga mempelajari peran positif dan negatif bakteri dalam kehidupan nyata dan belajar mengenai pemanfaatan bakteri dalam kehidupan sehari-hari.

Pada aspek kelayakan penyajian didapatkan skor validasi dengan presentase 93% yang menunjukkan bahwa *e-book* sangat layak (valid). Aspek kelayakan penyajian meliputi keruntutan sesuai konsep, memusatkan peserta didik, pembahasan yang sederhana, pada gambar dan tabel jelas terdapat penomoran dan penamaan, serta ilustrasi yang sesuai dengan materi. Badan Standar Nasional Pendidikan (2014) menyatakan bahwa, kelayakan penyajian memperhatikan teknik penyajian (harus runtut), pendukung penyajian materi (memperhatikan gambar, ilustrasi yang sesuai dengan materi, menjadi motivasi belajar, terdapat soal latihan, peta konsep, rujukan, dan penomoran yang benar), penyajian pembelajaran (komunikatif, merangsang untuk melakukan pengamatan, pengelompokan, eksperimen), kelengkapan penyajian.

Pada pendukung penyajian *e-book* terdapat fitur yang dapat melatih literasi sains pada peserta didik, yaitu *Bio Net, Bio Think, Bio Fact, Bio Activity, Zona STEM*. Pada kelengkapan penyajian *e-book* terdapat bagian awal dan akhir yaitu pada bagian awal *e-book* berisi kata pengantar, daftar isi, definisi *e-book*, penjelasan fitur-fitur, dan peta konsep. Pada bagian akhir *e-book* terdapat rangkuman, evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Adapun fitur pelengkap yaitu fitur Refleksi, *Bio Concept*, dan *Bio Smart*. *E-book* didesain dalam bentuk data digital berisi teks, gambar, dan video sehingga memberikan motivasi belajar besar (Suarez & Woodhuysen, 2013). Penggunaan *e-Book* diperkuat dengan penelitian Tosun (2014) yang menyatakan bahwa *e-Book* mampu membuat kegiatan belajar optimal dan menyenangkan dengan visualisasi didalamnya.

Pada aspek kelayakan bahasa didapatkan skor validasi dengan presentase 84,62% yang menunjukkan bahwa *e-book* valid. Aspek kelayakan bahasa meliputi kalimat yang mudah dipahami, dialogis, baku, sesuai KBBI, tata bahasa benar, nama asing dan simbol konsisten. Badan Standar Nasional Pendidikan (2014) menyatakan bahwa, kelayakan bahasa memperhatikan perkembangan peserta didik, kemampuan memotivasi, keterbacaan, kesesuaian KBBI, keruntutan, koherensi, kesesuaian, penggunaan istilah, simbol/lambang konsisten. Bahasa dapat memotivasi untuk meningkatkan minat baca sehingga dapat melatih literasi sains peserta didik (Safitri dan Tri, 2016).

Kelayakan empiris atau kepraktisan *e-book* berbasis STEM pada materi bakteri untuk melatih kemampuan

literasi sains ditinjau berdasarkan respon peserta didik. *E-book* yang dikembangkan diuji cobakan kepada sepuluh peserta didik kelas X SMA. Hasil respon peserta didik pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil respon peserta didik

No.	Aspek	(%)	Kriteria
A. Aspek Isi			
1.	<i>E-book</i> sesuai tujuan pembelajaran	100	Sangat praktis
2.	<i>E-book</i> mudah dipahami	100	Sangat praktis
3.	Sesuai materi pelajaran	100	Sangat praktis
4.	Mengarahkan pemahaman materi dari gambar ilustrasi	100	Sangat praktis
5.	Menjadikan peserta didik aktif & terampil	90	Sangat praktis
6.	Membantu belajar mandiri	90	Sangat praktis
7.	Membantu diskusi & menyelesaikan masalah	90	Sangat praktis
8.	Membantu menemukan solusi penyelesaian masalah	90	Sangat praktis
9.	Menambah wawasan seputar bakteri	100	Sangat praktis
	Rata-rata	95,55	Sangat praktis
B. Aspek Penyajian			
10.	Tampilan <i>e-book</i> menarik	90	Sangat praktis
11.	Penggunaan warna & huruf mudah dibaca	100	Sangat praktis
12.	Fitur menarik	100	Sangat praktis
13.	Menunjang pemahaman terkait bakteri	100	Sangat praktis
	Rata-rata	97,50	Sangat praktis
C. Aspek Bahasa			
14.	Bahasa mudah dipahami	100	Sangat praktis
15.	Menggunakan bahasa sopan, tanpa	100	Sangat praktis

	mengandung unsur SARA		
16.	Penyajian bahasa dalam <i>e-book</i> interaktif	90	Sangat praktis
	Rata-rata	96,66	Sangat praktis
D. Aspek Kajian STEM			
17.	Mendorong pemahaman <i>science</i>	100	Sangat praktis
18.	Mendorong pemahaman <i>technology</i>	100	Sangat praktis
19.	Mendorong pemahaman <i>engineering</i>	80	Praktis
20.	Mendorong pemahaman <i>mathematics</i>	80	Praktis
	Rata-rata	90,00	Sangat praktis
E. Aspek Literasi Sains			
21.	Memacu menjelaskan fenomena secara ilmiah	90	Sangat praktis
22.	Memacu perancangan dan evaluasi penyelidikan ilmiah	90	Sangat praktis
23.	Memacu penafsiran data dan bukti secara ilmiah	90	Sangat praktis
	Rata-rata	90,00	Sangat praktis
	Rata-rata keseluruhan aspek	94,35	Sangat praktis

Kepraktisan dinilai berdasarkan dari hasil penilaian pengguna terhadap *e-book* yang dikembangkan. Peserta didik memberikan respon positif ditinjau dari aspek isi, penyajian, dan kebahasaan, *e-book* dapat digunakan secara praktis dengan memperoleh rata-rata presentase keseluruhan 94,35% yang berarti sangat praktis. *E-book* dikategorikan praktis digunakan apabila presentase respons positif peserta didik mencapai $\geq 70\%$ (Riduwan, 2013). Tingginya respon peserta didik mempengaruhi keefektifan proses pembelajaran. Respon peserta didik yang rendah dapat menghambat kegiatan pembelajaran yang akan berdampak buruk terhadap proses penerimaan

materi, sehingga pembelajaran kurang efektif (Murray & Anna, 2017).

Ditinjau dari penilaian aspek isi, penyajian, dan kebahasaan peserta didik memberikan tanggapan/respon positif terkait *e-book* STEM materi bakteri karena dalam penyusunannya telah diupayakan agar *e-book* tersebut menarik. *E-book* yang dikembangkan dapat membantu dalam belajar materi bakteri dan mempermudah peserta didik belajar di masa pandemi ini. Didukung dengan adanya komentar peserta didik yang menyatakan bahwa *e-book* dapat mendorong mereka untuk mempelajari materi bakteri. Informasi didalamnya singkat, padat, dan jelas. Muatannya bagus, informatif, dan menarik untuk dipelajari oleh anak SMA sederajat. *E-book* ini dapat mempermudah belajar dimasa pandemi karena lebih efektif dan fleksibel.

Kriteria aspek isi meliputi kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, mudah dipahami, sesuai dengan materi, mengarahkan pemahaman materi dari gambar ilustrasi, menjadikan peserta didik aktif dan terampil, membantu belajar secara mandiri, membantu penyelesaian masalah dan diskusi, membantu menemukan solusi, dan menambah wawasan seputar bakteri. Menurut hasil respons penggunaan *e-book*, 95,55% peserta didik mengatakan *e-book* mengandung informasi/penjelasan menarik, muatannya bagus, sesuai dengan isi materi yang sedang dibahas, memadai dalam belajar materi bakteri, dan memberikan wawasan baru bagi peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, maka aspek isi pada *e-book* mendapatkan respon sangat praktis. Pembelajaran dengan memanfaatkan *e-book* yang sesuai tujuan pembelajaran dengan metode pembelajaran STEM sesuai dengan yang diharapkan peserta didik, dapat membantu menyelesaikan permasalahan di kehidupan (Kusuma, 2017).

Aspek penyajian *e-book* memperoleh persentase jawaban positif sebesar 97,50%, peserta didik menyatakan bahwa penyajian *e-book* sangat praktis. Kriteria aspek penyajian meliputi tampilan pada *e-book*, penggunaan warna dan huruf, fitur yang terdapat pada *e-book*, dan kemampuan *e-book* membantu memahami materi bakteri. Peserta didik menyatakan bahwa tampilan *e-book* bagus, unik, interaktif, dan desainnya menarik. Peserta didik juga berpendapat bahwa fitur dalam *e-book* dapat dijadikan daya tarik sehingga peserta didik tidak mudah bosan dan fitur tersebut juga sangat membantu dalam memahami materi lebih lanjut. Penyajian *e-book* yang menarik dapat mempengaruhi minat baca peserta didik yang dapat menarik peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar (Retariandalas, 2017).

Pada aspek bahasa, *e-book* memperoleh persentase jawaban positif sebesar 96,66% dengan kriteria sangat praktis. Aspek bahasa meliputi kalimat mudah dipahami, dialogis, baku, sesuai KBBI, nama ilmiah dan simbol konsisten. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan peserta didik bahwa bahasa yang digunakan didalam *e-book* baik, jelas, mudah dipahami, interaktif sehingga dapat meningkatkan minat belajar, dan juga mempermudah dalam memahami materi. Faktor yang mempengaruhi pemahaman peserta didik ketika membaca yaitu; bahan ajar dapat dibaca, menarik, dan dapat meningkatkan kemampuan bahasa (Bahrudin, 2016).

Pada aspek kajian STEM, *e-book* memperoleh persentase jawaban positif sebesar 90,00% dengan kriteria sangat praktis. Aspek kajian STEM meliputi; mendorong pemahaman *science*, mendorong pemahaman *technology*, mendorong pemahaman *engineering*, dan mendorong pemahaman *mathematics*. Pada *E-book* STEM didalamnya terdapat fenomena pada kehidupan nyata dan juga mengaitkan materi bakteri dengan *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi fenomena alam, menggali informasi terkait bakteri menggunakan teknologi, membuat prediksi, membuat hipotesis, menganalisis dan memecahkan masalah terkait bakteri, merancang langkah-langkah percobaan, mengevaluasi langkah-langkah penyelesaian masalah, mengarahkan peserta didik untuk mengubah data ke berbagai bentuk. Menurut Jauhariyyah (2017), STEM dapat meningkatkan motivasi belajar, meningkatkan kemampuan berpikir, membantu pemahaman materi, literasi sains, kreatifitas, efektifitas, pembelajaran bermakna, dan dapat menunjang karir.

Aspek literasi sains memperoleh respon dari peserta didik sebesar 90,00%, hal tersebut menunjukkan bahwa *e-book* dapat melatih keterampilan literasi sains. *E-book* STEM mampu membuat minat baca peserta didik meningkat, kemampuan peserta didik dalam berbagai hal meningkat, dan di dalam *e-book* juga terdapat siklus belajar yang menerapkan literasi sains. Siklus literasi sains yaitu; membuat prediksi, klarifikasi, bertanya, membuat simpulan (Abidin, 2014). *E-book* yang dikembangkan mengarahkan peserta didik untuk ikut terlibat dalam permasalahan terkait bakteri, peserta didik dituntut untuk menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi, merancang penyelidikan, menafsirkan data dan bukti ilmiah.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa, pengembangan *e-book* berbasis STEM pada materi bakteri ini telah layak secara teoritis dan empiris. Ristanti

dan Rachmadiarti (2018) mengatakan bahwa, *E-book* dikatakan layak jika memenuhi syarat layak baik secara teoritis maupun empiris. *E-book* yang dikembangkan mempunyai keunggulan pada fitur-fiturnya. Fitur yang terdapat pada *e-book* dapat meningkatkan minat belajar, melatih literasi sains, dan juga menambah wawasan peserta didik terkait materi bakteri. Sesuai dengan pernyataan Alwan (2018), pembelajaran dengan *e-book* dapat menarik minat peserta didik karena sesuai dengan gaya belajar saat ini, yaitu kapan saja dan dimana saja.

PENUTUP

Simpulan

E-book berbasis STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) materi bakteri untuk melatih kemampuan literasi sains dinyatakan layak secara teoritis dan empiris dengan memperoleh presentase skor validasi 89% berdasarkan aspek isi, aspek penyajian, dan aspek kebahasaan yang menunjukkan bahwa *e-book* yang dikembangkan sangat valid. *E-book* juga menunjukkan sangat praktis dengan memperoleh presentase jawaban positif dari respon peserta didik sebesar 94,35% berdasarkan aspek isi, penyajian, kebahasaan, kajian STEM, dan literasi sains.

Saran

Penelitian ini tidak sampai pada tahap uji keterbacaan dan keterlaksanaan. Untuk penelitian selanjutnya *E-book* ini perlu diuji keterbacaan dan keterlaksanaan literasi sains.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti sampaikan kepada validator atas saran dan masukan untuk produk *E-book* yang dikembangkan yaitu Guntur Trimulyono, S.Si., M.Sc. dan Dr. Mahanani Tri Asri, M.Si., serta ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Guru Biologi SMAN 1 Waru Husnul Lailah, S.Pd. atas penilaian yang diberikan. Peneliti juga berterima kasih kepada peserta didik X MIA 1 SMA Negeri 1 Waru yang membantu terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin. 2014. *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.

Alwan, M. 2018. Pengembangan Multimedia E-Book 3D Berbasis Mobile Learning Untuk Mata Pelajaran Geografi SMA Guna Mendukung Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal At-Tabir STAI Darul Kamal*. 1(2) : 26-40.

Ambarita, J., Helwaun, H., & Houten, L. Van. 2020. Workshop Pembuatan E-book Sebagai Bahan Ajar Elektronik Interaktif Untuk Guru Indonesia Secara Online di Tengah Covid 19. *Community Engagement & Emergence Journal*. 2(1) : 44-57.

Anfa, Qurrotul, Fida R., Winarsih, dan Tien A. 2019. Empirical Validity of Collaborative-Learning Student Worksheet on Ecology Material to Practice Sstudent's Scientific Literacy Skill of Ten Grade Senior High School. *Journal of Physics : Conf. Series*. 12 (41) : 1-7.

Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). 2014. *Naskah Akademik Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Badan Standar Nasional Pendidikan.

Bahrudin, D. V. Y. 2016. The Effect of Textbook Readability on Students' Reading Comprehension. *Wacana Didaktika Jurnal Pemikiran Penelitian Pendidikan dan Sains*. 4(1): 42-54.

Erdogan, M., Kostovora, dan Marcinkowski. 2009. Component of Environmental Literacy in Elementary Sience Education Curriculum in Bulgaria and Turkey. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, Technology Education*. 5 (1) : 15-26.

Hasanah, A.F., Raharjo, dan F. Rachmadiarti. 2019. Practicality and Effectiveness of SETS Based Learning Materials to Trained Students Higher-order Thinking Skills. *Journal of Physics : Conference Series*. 14 (17) : 1-7.

Holbrook, J. dan M. Rannikme. 2009. The Meaning of Science Literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*. 4 (3) : 275-288.

Jauhariyyah, F. 2017. Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Journal Pascasarjana Universitas Negeri Malang*. 2(1) : 432-436.

Kemdikbud. 2013. *Peraturan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Kementerian Pendidikan dan kebudayaan.

Kemdikbud. 2016. *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia*. Jakarta : Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.

Kusuma, A. M. 2017. *Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Pencemaran Lingkungan Di Kelas X SMA*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.

Lestari, T.L., Adi, E.P., & Soeprayitno, Y. 2018. *E-book Interaktif*. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. 1(1) : 71-76.

- Murray, dan Anna, Rockowitz. 2017. *The Writing Process: Writing A Response Or Reaction Paper*. Writing Center, Hunter College, City University Of New York (online: <http://www.hunter.cuny.edu/rwc/repository/files/the-writing-process/invention/writing-a-response-or-reaction-paper.pdf>).
- Prasetyo, A., Juwita, R., Sulistyowati, L. F. 2019. *Pengelolaan Kurikulum (MPPKS-KUR)*. Jakarta : Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Rakhmawati, Muspiroh, & Azmi. 2016. Analisis Pelaksanaan Kurikulum 2013 Ditinjau dari Standar Proses dalam Pembelajaran Biologi Kelas X di SMA Negeri 1 Krangkeng. *Jurnal Sains dan Pendidikan Sains*. 5(2) : 156-164.
- Retariandalas. 2017. Pengaruh Minat Pembaca dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar IPA Peserta didik. *Jurnal Formatif*. 7(2) : 190-197.
- Retnowati, S., Riyadi, dan Subanti, S. 2020. The STEM Approach : The Development of Rectangular Module to Improve Critical Thinking Skill. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*. 7 (1) : 2-15.
- Riduwan. 2013. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Ristanti, A. D., dan Rachmadiarti, F. 2018. Kelayakan Buku Ajar Berbasis Etnosains Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Melatihkan Berpikir Kritis Siswa SMP. *E-jurnal Pensa*. 6 (2) : 151-155.
- Rusilowati, dan Basam, F. 2018. Profil Kompetensi Sains Siswa dalam Pembelajaran Literasi Sains Berpendekatan Inkuiri Saintifik. *Pancasakti Science Education Journal*. 3 (1) : 1- 8.
- Safitri , Dini, dan Tri, A. W. H. 2016. Kelayakan Aspek Media dan Bahasa dalam Pengembangan Buku Ajar dan Multimedia Interaktif Biologi Sel. *E-journal Unipma*. 3 (2) : 9-14.
- Schader, B., Arid D., Hajrije D. M. A., dan Nuhi G. 2008. *Quality Standards for Textbooks in the Republic of Kosovo*. Kosovo : Kosovar Board of Education.
- Suarez, M. F., & Wooudhuysen, H. 2013. *The Book a Global History*. Oxford : Oxford University Press.
- Thiagarajan, Semmel. 1992. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Childern*. Source Book. Bloomington : Center for Innovation on Teaching the Handicapped.
- Tosun, N. 2014. A Study on Reading Printed Books or E-Books : Reasons for Student Teacher Preferences. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 13(1) : 21-28.