

PENGEMBANGAN E-BOOK BERBASIS SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) MATERI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN LITERASI SAINS

Development E-book Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Materials of Plant Growth and Development to Train Science Literacy Skills

Retno Setya Pratiwi

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: retno.17030204018@mhs.unesa.ac.id

Fida Rachmadiarti

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: fidarachmadiarti@unesa.ac.id

Abstrak

Salah satu kemampuan yang dibutuhkan untuk bertahan di abad 21 yaitu literasi sains. Literasi sains di Indonesia termasuk kategori sangat rendah. Pembelajaran dengan konteks teknologi rancang bangun seperti *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* berpotensi untuk melatih literasi sains karena langkah-langkah berkaitan dengan kompetensi literasi sains. Pandemi COVID-19 membuat pembelajaran dilakukan menggunakan sistem daring sehingga perlu alternatif bahan ajar seperti *e-book*. *E-book* adalah buku bentuk elektronik yang disajikan secara digital. *E-book* berisi berbagai fitur untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar. Tujuan dilaksanakan penelitian untuk menghasilkan *e-book* berbasis STEM pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains yang valid dan praktis. Penelitian memakai model 4-D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*), tetapi *Disseminate* tidak dilakukan. Kelayakan teoritis *e-book* didapatkan dari hasil validasi dosen ahli yaitu ahli materi dan pendidikan serta guru biologi yang ditinjau dari aspek penyajian, isi, dan kebahasaan. Hasil uji keterbacaan digunakan untuk mendapatkan kelayakan empiris dilakukan menggunakan formulasi *Fry* dan angket respon dari 20 orang kelas XII MIPA 1 SMAN 1 Gresik. Teknik analisis data yang telah diperoleh menggunakan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan *e-book* dinyatakan sangat layak dengan hasil validitas 92,50% dengan kriteria sangat valid. *E-book* juga dinyatakan sangat praktis dengan hasil angket respon 97,31% dengan kriteria sangat praktis dan hasil uji keterbacaan rata-rata pada level 12 yang sesuai untuk kelas XII. Simpulan yang diperoleh yaitu *e-book* berbasis STEM pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains yang telah dikembangkan dapat dinyatakan valid dan praktis secara teoritis dan empiris.

Kata Kunci: *e-book*, pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, literasi sains, stem (*science, technology, engineering, and mathematics*).

Abstract

One of the skills needed to survive in the 21st century is science literacy. Science literacy in Indonesia are categorized as very low. Learning in the context of design technology such as *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* has the potential to train science literacy because the steps are related to science literacy competencies. The COVID-19 pandemic has made learning done using an online system, so alternative teaching materials such as *e-books* are needed. *E-books* is an electronic book that is presented digitally. The *e-book* contains various features to increase interest and motivation in learning. This purpose of the research is to produce a STEM based *e-book* on plant growth and development material to practice valid and practical science literacy skills. This study uses a 4-D model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*), but *Disseminate* is not implemented. Theoretical feasibility of *e-book* is obtained from the results of expert validation, namely material and education experts and biology teachers in terms of presentation, content, and language aspects. The results of the readability test using the *Fry* formulation and response questionnaires from 20 students of class XII MIPA 1 SMAN 1 Gresik. The data analysis technique that has been obtained is using quantitative descriptive. The results showed that the *e-book* was declared very feasible with 92,50% validity results with very valid criteria. The *e-book* is also stated to be very practical with 97,31% response questionnaire results with very practical criteria and average readability test result at level 12 which are suitable for class XII. The conclusion of this study is a STEM based *e-book* on growth and development material plants to practice science literacy skills that have been developed can be declared valid and practical theoretically and empirically.

Keywords : *e-book, stem (science, technology, engineering, and mathematics), plant growth and development, science literacy.*

PENDAHULUAN

Pendidikan seharusnya tidak hanya mengarahkan peserta didik untuk mendapatkan jabatan atau profesi tertentu yang diinginkannya tetapi juga memiliki kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata sehingga dapat menerapkan pengetahuan di kehidupan sehari-hari. *World Economic Forum* (Wefusa) mengidentifikasi terdapat 16 keterampilan yang diperlukan untuk bisa bertahan di abad ke-21, salah satunya merupakan literasi sains (Wefusa, 2015). Literasi sains adalah keterampilan yang dimiliki seseorang untuk dapat menggunakan dan menerapkan pengetahuan sains untuk melakukan identifikasi masalah sehingga dapat menemukan solusi tentang masalah yang sedang dihadapi oleh masyarakat modern (OECD, 2016).

Tolok ukur yang telah disepakati secara global sehingga digunakan untuk mengetahui tinggi rendahnya kualitas suatu pendidikan yaitu dengan berfokus melihat literasi dasar yaitu sains, membaca, dan matematika. Proses kemajuan atau kemunduran suatu bangsa dapat dipengaruhi oleh ketiga literasi tersebut sehingga secara teratur selalu dilakukan penilaian ketiganya setiap tiga tahun sekali oleh *The Program for International Student Assessment* (PISA) (Permanasari, 2016). Berdasarkan hasil tes PISA tahun 2018, Indonesia berada di peringkat urutan 70 dengan rata-rata 396 yang termasuk kategori sangat rendah (OECD, 2019). Nugraheni *et al.* (2017) menunjukkan literasi sains SMA Negeri di Kabupaten Gunungkidul menunjukkan rata-rata dalam kategori rendah pada mata pelajaran biologi. Beberapa aspek berpengaruh terhadap rendahnya literasi sains, seperti sistem dan kurikulum, media belajar, bahan ajar, metode dan model pembelajaran yang digunakan (Kurniawati *et al.*, 2014).

Literasi sains dapat dilatihkan dalam proses pembelajaran biologi di kelas, salah satunya pertumbuhan dan perkembangan. Kompetensi dasar materi tersebut tidak hanya meminta peserta didik untuk menguasai materi secara teoritis saja tapi terampil saat mengatasi masalah yang ada di lingkungan sekitarnya dengan melakukan penyusunan laporan hasil percobaan secara langsung pada materi tersebut. Pertumbuhan dan perkembangan merupakan materi yang berhubungan dengan keseharian kehidupan peserta didik dan bersifat implikatif serta mengandung penjelasan suatu proses yang terjadi pada makhluk hidup secara langsung sehingga terdapat kendala yang dialami oleh peserta didik dalam menguasai dan memahami konsep materi

pertumbuhan dan perkembangan (Laili *et al.*, 2019). Keterampilan literasi sains dibutuhkan karena permasalahan sehari-hari dapat diselesaikan dengan menggunakan berbagai solusi. Oleh karena itu, pembelajaran dengan konteks teknologi dan rancang bangun seperti menggunakan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) memiliki potensi yang besar untuk melatih literasi sains. Sains membutuhkan matematika untuk sarana pengolahan data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan pengaplikasian ilmu sains. Keterampilan yang menunjukkan literasi sains dapat tercerminkan dalam langkah-langkah yang ada pada pembelajaran menggunakan STEM (Jauhariyyah, 2017). Pembelajaran yang diterapkan menjadi lebih bermakna untuk memahami konsep materi dan melakukan eksplorasi melalui proyek kegiatan untuk memecahkan masalah berdasarkan komponen STEM dan kompetensi literasi sains (Alifiyah *et al.*, 2020).

Kebutuhan pada masa mendatang yang lebih mengarah kepada kolaborasi dan lintas disiplin ilmu pengetahuan sangat cocok dengan menggunakan pembelajaran STEM. Adanya pekerjaan masa depan yang sulit untuk diprediksi sehingga menuntut peserta didik untuk dapat menguasai dan memahami berbagai lintas disiplin ilmu (Rustaman, 2016). STEM merupakan model pengintegrasian lintas disiplin ilmu sehingga peserta didik bisa memahami lebih dalam arti penting dan pengaplikasian keempat disiplin ilmu yang terintegrasi saat pembelajaran di kelas (Paramita *et al.*, 2019). Tujuan pembelajaran STEM adalah untuk mendorong peserta didik agar memiliki ilmu dan literasi teknologi yang dilihat dari membaca, menulis, mengamati, dan melakukan penelitian ilmiah (Retnowati *et al.*, 2020). Selain itu, STEM juga bermanfaat untuk mewujudkan peserta didik yang peduli dengan perkembangan teknologi, mampu memecahkan masalah, menemukan solusi, inovator, pemikir yang logis dan realistis, mandiri, penghubung antara budaya dan sejarah dengan pendidikan yang dipelajari, serta menjadi penghubung pendidikan STEM dengan dunia kerja di kehidupan sehari-hari nanti (Mufidah, 2019).

STEM dapat mengembangkan pola pemikiran peserta didik seperti dengan berpikir secara ilmiah dalam pemecahan masalah di kehidupannya (Scott, 2012). Beberapa negara sudah melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan STEM. Berdasarkan hasil penelitian Muharromah (2018) bahwa STEM dapat melatih peserta didik untuk kreatif terutama dalam

mengintegrasikan empat disiplin ilmu sehingga dapat memiliki pengetahuan dan pemahaman yang mendalam dan dinamis dalam pemecahan dan solusi dari suatu permasalahan global di kehidupan. Selain itu, pembelajaran STEM juga bertujuan agar para peserta didik memiliki kemampuan *hard skills* diimbangi *soft skills*, hal tersebut dikarenakan metode belajar yang digunakan dengan metode *active learning* sehingga dapat fokus untuk peserta didik serta dapat merangsang berkembangnya kemampuan pemecahan masalah, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi.

Pandemi Covid-19 yang menyebar sangat cepat sejak 2019 semakin meluas ke berbagai negara, salah satunya Indonesia (Sadikin dan Hamidah, 2020). Pendidikan merupakan salah satu bidang yang terkena akibat cukup besar (Ahmad, 2020). Pemerintah Indonesia melakukan banyak cara untuk menghambat penyebaran virus seperti mengeluarkan Surat Edaran Kemendikbud No. 1 Tahun 2020 berisi himbauan melakukan kegiatan belajar melalui pembelajaran secara jarak jauh (PJJ) dalam jaringan dan meminta setiap peserta didik melakukan pembelajaran dari rumah (Handarini & Wulandari, 2020).

Perkembangan teknologi sangat mendukung pelaksanaan PJJ karena pembelajaran dapat dilaksanakan tanpa harus bertemu secara langsung di kelas (Adriani, 2021). Indonesia saat ini menggunakan sistem PJJ hingga waktu yang belum bisa ditentukan. Saat PJJ dapat menggunakan bahan ajar alternatif yaitu dengan menggunakan *electronic book* atau *e-book* yang memanfaatkan perkembangan teknologi yang sangat pesat. *E-book* merupakan suatu buku dengan format interaktif yang menggunakan teks yang berwarna dan sebagainya yang dirancang khusus dengan menggunakan konten elektronik dan dapat diakses melalui media seperti computer ataupun *gadget* lainnya (Torsun, 2014).

E-book dapat digunakan dalam pembelajaran sehingga mempermudah proses membaca karena dapat dilaksanakan saat dimana dan kapan saja sehingga dapat menghemat penggunaan kertas (*paperless*) serta *e-book* dapat digunakan dengan internet sehingga murah bahkan juga dapat digunakan tanpa internet. Oleh karena itu, pemerintah juga menyediakan *e-book* yang dikenal dengan Buku Elektronik Sekolah (BSE) yang dapat diperoleh peserta didik secara gratis melalui internet. BSE berisi seperti buku konvensional pada umumnya tetapi hanya berwujud buku bentuk digital sehingga belum memuat konten video, audio, dan animasi sehingga peserta didik masih kurang tertarik untuk membacanya.

Penggunaan BSE juga belum mencapai interaksi antara peserta didik dengan *e-book* sehingga belum

termasuk interaktif karena masih dominan tulisan teoritis. Buku ajar biasanya masih lebih memfokuskan pada sains yang digunakan sebagai batang tubuh pengetahuan (Retno, 2017). Hal ini mengakibatkan peserta didik memiliki kemampuan lebih bagus dalam proses mengingat daripada terampil saat mengimplementasikan ilmu pengetahuan dalam kehidupannya (Ardianto, 2017). Pada penelitian ini, didesain *e-book* secara interaktif dengan berbagai fitur yang dapat memfasilitasi berbagai kegiatan belajar seperti mendengarkan, membaca, dan menulis.

E-book yang dikembangkan memiliki keunggulan seperti saat digunakan untuk pembelajaran daring lebih menarik minat peserta didik karena memiliki banyak fitur menarik. Fitur tersebut dapat digunakan secara *online* maupun *offline* melalui komputer/laptop dan *smartphone*, seperti terdapat video yang disajikan dapat diakses secara *online* maupun *offline*, gambar yang dapat di pop-up, *hyperlink* yang tertaut dengan artikel atau materi pendukung di internet yang dapat diakses peserta didik untuk menambah pengetahuannya, game sederhana yang tertaut dengan internet, *link* lembar jawaban untuk mengumpulkan jawaban saat peserta didik mengerjakan soal, dan terdapat alamat *email* untuk pengumpulan tugas peserta didik. Hal tersebut menjadikan *e-book* yang dikembangkan sesuai untuk digunakan saat pembelajaran daring.

book yang dikembangkan dapat mendukung Merdeka Belajar yaitu dengan adanya Surat Edaran No. 1 Tahun 2020 mengenai program Merdeka Belajar karena dengan menggunakan *e-book* dapat memfasilitasi peserta didik bebas melakukan berbagai kegiatan pembelajaran sehingga melibatkan potensinya pada berbagai aspek seperti kognitif, psikomotorik, dan afektif. Merdeka belajar dapat memberikan suatu kebebasan dalam belajar yang dilakukan guru dan peserta didik untuk berinovasi, memberikan kebebasan belajar yang mandiri dan kreatif. Oleh karena itu, berdasarkan berbagai permasalahan tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan *e-book* berbasis STEM materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains yang valid dan praktis.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis pengembangan yang menghasilkan *e-book* berbasis STEM dengan model 4D yaitu *define, design, develop, disseminate* yang diadaptasi dari Thiagarajan (1974), tetapi tahap *disseminate* tidak dilaksanakan. Pelaksanaannya dari November 2020 hingga April 2021. Tahap pengembangan dilakukan di Jurusan Biologi, FMIPA,

Universitas Negeri Surabaya. Pelaksanaan uji coba melibatkan 20 orang peserta didik kelas XII SMAN 1 Gresik dengan menggunakan *WhatsApp Group* dan *Google Meet*.

Tahap *define* meliputi kegiatan analisis kurikulum peserta didik, konsep dan materi, tugas dan tujuan pembelajaran. Analisis kurikulum yaitu analisis terhadap Kurikulum 2013 kelas XII KD 3.1 dan 4.1 materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Analisis peserta didik meliputi analisis karakteristik kelas XII SMA/MA. Analisis konsep yaitu analisis konsep pokok pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, merinci konsep-konsep yang relevan, kemudian menyusun dengan sistematis. Analisis tugas yaitu identifikasi tugas pada materi dalam *e-book* berdasarkan indikator yang telah dibuat. Kemudian menganalisis kompetensi dasar untuk menentukan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Tahap *design* meliputi kegiatan tahap pembuatan desain awal *e-book*. Tahap ini terdiri atas penulisan kriteria ujian yang digunakan, penetapan media, penetapan format, dan proses merancang produk (sampul, warna, ukuran, dan tata letak). Tahap *develop* meliputi kegiatan validasi ahli serta guru kemudian melakukan uji coba kepada peserta didik kelas XII. Tahap *disseminate* tidak dilaksanakan karena adanya batasan waktu dan biaya sebab *disseminate* menurut Thiagarajan (1974) terbagi menjadi 3 yaitu *validation testing*, *packaging*, *diffusion*, and *adoption*. Produk yang sudah divalidasi, lalu diimplementasikan di XII MIPA 1 SMAN 1 Gresik. Oleh karena itu, tahap *disseminate* hanya dilakukan *validation testing*, tidak melanjutkan ke tahap *packaging*, *diffusion*, and *adoption*. Sasaran penelitian ini adalah *e-book* berbasis STEM materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih literasi sains yang dikembangkan.

Instrumen validasi merupakan instrumen yang digunakan untuk menentukan kelayakan teoritis *e-book*. Lembar validasi yang dikembangkan berdasarkan kriteria bahan ajar yang baik berupa kesesuaian penyajian, isi, dan bahasa (BNSP, 2014). Penilaian validasi menggunakan kriteria skala Likert 1-4. Persentase skor validasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P \text{ skor validasi } (\%) = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil persentase validasi tersebut kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria kevalidan (Tabel 1). *E-book* dikatakan valid jika mendapat persentase $\geq 71\%$ (Riduwan, 2013).

Tabel 1. Kriteria interpretasi skor validitas berdasarkan skala Likert

Persentase (%)	Kriteria
25-40	Tidak valid
41-55	Kurang valid
56-70	Cukup valid
71-85	Valid
86-100	Sangat Valid

(Riduwan, 2013)

Instrumen kelayakan empiris yang digunakan yaitu uji keterbacaan *e-book* dan instrumen respon peserta didik. Uji keterbacaan dilaksanakan untuk mengetahui tingkat keterbacaan *e-book* berbasis STEM. Uji keterbacaan dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan uji coba *e-book* yang dikembangkan kepada peserta didik. Uji keterbacaan menggunakan lembar tes keterbacaan Grafik Fry berbentuk paragraf dengan tiga kali pengulangan yaitu satu sampel setiap subbab yang memuat sampel 100 kata. Sampel kemudian dihitung jumlah suku kata dan kalimat di dalamnya. Jumlah suku kata yang didapatkan dikali dengan 0,6. Hasil keduanya kemudian dikonversikan pada grafik Fry yang dikembangkan oleh Edward Fry. Jumlah kalimat ditunjukkan oleh garis vertikal, sedangkan jumlah suku kata ditunjukkan oleh garis horizontal. Pertemuan titik antara kedua garis tersebut menunjukkan tingkat keterbacaan *e-book* sesuai dengan tingkatan kelas peserta didik (Harjasujana & Yeti, 1996).

Angket respon peserta didik yang diberikan dikumpulkan menggunakan Google Formulir, kemudian dihitung persentasenya berdasarkan kategori skala Guttman menggunakan “Ya” dan “Tidak”. Persentase angket respon dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$P \text{ respon } (\%) = \frac{\sum \text{jawaban "Ya"}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil persentase respon tersebut kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria kepraktisan (Tabel 2). *E-book* dikatakan praktis apabila respon peserta didik memperoleh respon positif mencapai $\geq 71\%$ (Riduwan, 2013).

Tabel 2. Kriteria interpretasi kepraktisan respon positif

Persentase (%)	Kriteria
25-40	Tidak praktis
41-55	Kurang praktis
56-70	Cukup praktis
71-85	Praktis
86-100	Sangat praktis

(Riduwan, 2013)

Berdasarkan data hasil validitas dan kepraktisan *e-book* yang telah didapatkan, maka dilanjutkan dengan melakukan analisis secara deskriptif kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

E-book yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis secara teoritis dan empiris. Data yang didapatkan yaitu nilai hasil validasi, keterbacaan, dan hasil angket respon. Pengembangan *e-book* memiliki tiga subbab yaitu mengenal, bagaimana, dan faktor pertumbuhan dan perkembangan. Subbab berisi pembahasan yang lebih detail dan rinci tentang materi (Nurdjan *et al.*, 2016). Pada subbab mengenal pertumbuhan dan perkembangan berisi pengertian dari pertumbuhan dan perkembangan dalam kehidupan sehari-hari. Subbab bagaimana pertumbuhan dan perkembangan berisi tentang struktur biji dan proses tumbuh dan berkembangnya tumbuhan. Subbab faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan berisi faktor eksternal (luar) dan internal (dalam) yang memengaruhi proses tumbuh dan berkembang.

Terdapat tiga bagian pada *e-book* yang dikembangkan yaitu pendahuluan, isi, penutup. *E-book* dirancang dengan menggunakan ukuran kertas B5 dan menggunakan jenis huruf *Book Antiqua* dan *Arial* ukuran 12 yang terdapat konten teks, gambar, video, dan *hyperlink* yang dapat terhubung langsung ke internet. *E-book* yang dikembangkan didesain dengan menggunakan *Photoshop* dan *Microsoft Power Point 2013* kemudian dikonversikan pada *software Flip PDF Professional* untuk dapat digunakan secara interaktif dan dapat diflip (bolak-balik). Pemakaian *software Flip PDF Professional* efektif untuk digunakan dalam pembelajaran dan memiliki terdapat potensi semakin berkembang menjadi media pembelajaran yang baik (Watin & Kustijono, 2017). *E-book* yang telah dikembangkan merupakan peningkatan dari buku cetak berubah menjadi buku berbasis elektronik menggunakan fitur-fitur menarik, tidak mudah lapuk atau rusak, ramah lingkungan, dan dapat digunakan dimana dan kapan saja sehingga menarik minat belajar peserta didik (Alwan, 2018). Beberapa karakteristik *e-book* disajikan pada Tabel 3.




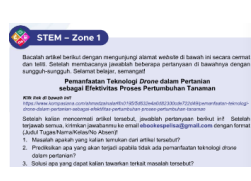
Tabel 3. Karakteristik *E-book* Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

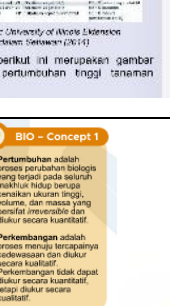
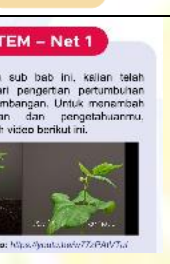
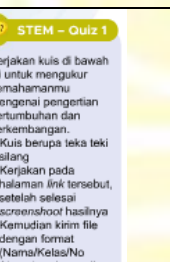
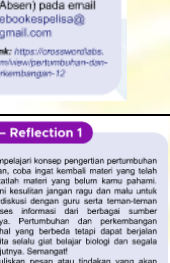
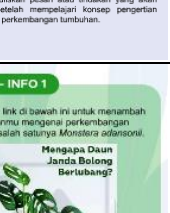

No.	Kriteria	Karakteristik
1.	Bentuk	<ul style="list-style-type: none"> a. Berbentuk elektronik b. File dalam bentuk .exe c. Terdapat efek pindah halaman dengan dibolak-balik (<i>flip</i>) d. Terdapat <i>hyperlink</i> untuk menuju konten tertentu e. Terdapat konten berupa gambar dan video untuk mendukung pemahaman peserta didik f. Bersifat interaktif dengan mengintegrasikan berbagai media seperti gambar, video, dan audio.
2.	Penggunaan	a. Dapat digunakan dengan laptop maupun

No.	Kriteria	Karakteristik
		<i>smartphone</i>
	b.	Dapat digunakan secara <i>online</i> dan <i>offline</i>
	c.	Dapat digunakan dalam format .pdf tetapi akan mengurangi fungsi interaktif yang ada dalam <i>e-book</i>
3.	Isi	<ul style="list-style-type: none"> a. Materi berupa KD 3.1 dan 4.1 kurikulum 2013 kelas 12 SMA b. Memuat konsep tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan secara jelas dan rinci c. Memiliki berbagai fitur yang dapat merangsang aktivitas peserta didik untuk melatih keterampilan literasi sains

E-book yang dikembangkan memiliki beberapa komponen yaitu sampul depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, kompetensi dasar dan indikator, fitur-fitur *e-book*, peta konsep, materi, glosarium, daftar pustaka, tentang penulis, sampul belakang, dan berbagai fitur pendukung yang terdiri atas fitur utama dan fitur pelengkap. Fitur utama dalam *e-book* ini adalah *BioThink*, *STEM Zone* dan *STEM Exploration*. Fitur pelengkap seperti *STEM Net*, *STEM Quiz*, *STEM Reflection*, dan *Bio Info* (Tabel 4).

Tabel 4. Tampilan dan fitur-fitur *e-book*

No.	Tampilan	Fitur
1.		Cover depan dan belakang <i>e-book</i> didesain secara sederhana, perpaduan warna yang menarik, menampilkan judul materi <i>e-book</i> , model pembelajaran yang digunakan, tujuan pembuatan <i>e-book</i> , jenjang sekolah, semester, logo Unesa, dan penulis beserta dosen pembimbing
2.		Peta konsep berisi bagan skematis untuk menyajikan informasi yang berbentuk konsep-konsep yang saling terhubung dalam satu rangkaian pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
3.		Biothink berisi pertanyaan tentang masalah kehidupan sehari-hari yang dapat merangsang rasa ingin tahu dan analisis penyelesaiannya.
4.		STEM Zone berisi artikel atau jurnal penelitian tentang permasalahan yang dapat merangsang peserta didik untuk menyelesaikan masalah dengan mengaitkan unsur STEM dan juga berisi soal yang mengacu

No.	Tampilan	Fitur
5.		<p>indikator literasi sains.</p> <p>STEM Exploration berisi aktivitas observasi atau eksperimen yang dapat melatih literasi sains peserta didik yang dikaitkan dengan STEM, sarana penunjang pemahaman materi, serta sebagai partisipasi aktif peserta didik.</p>
6.		<p>Bio Concept berisi rangkuman penjelasan tentang konsep penting pada setiap sub materi secara singkat dan jelas.</p>
7.		<p>STEM Net berisi link eksternal berupa artikel atau video yang dapat diakses secara <i>online</i> maupun <i>offline</i> oleh peserta didik untuk mendukung penjelasan materi, serta mendapat informasi dan pengetahuan dari internet.</p>
8.		<p>STEM Quiz berisi soal berupa kuis di setiap subbab untuk mengecek pemahaman konsep materi peserta didik dengan model pertanyaan yang menyenangkan seperti teka teki silang dan berisi indikator literasi sains. Diakhir kuis terdapat skor dan pembahasan dari setiap soal kuis yang telah diberikan.</p>
9.		<p>STEM Reflection berisi kegiatan refleksi kembali berupa pemahaman terhadap materi yang didapatkan dengan implementasi pada kehidupan peserta didik.</p>
10.		<p>Bio Info berisi informasi tambahan atau fakta mengenai pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang umumnya belum banyak diketahui sehingga bisa untuk menambah khazanah pengetahuan peserta didik.</p>

No.	Tampilan	Fitur
11.		<p>Review berisi pertanyaan pilihan ganda dan esai untuk mengevaluasi pengetahuan dan pemahaman peserta didik pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan secara keseluruhan.</p>
12.		<p>Glosarium berisi penjelasan mengenai istilah-istilah penting yang tercantum dalam <i>e-book</i>.</p>

Pendekatan STEM melingkupi pembelajaran yang diajarkan berdasar pada masalah yang ada di lingkungan sekitar, STEM dapat menuntun peserta didik melaksanakan proses sains melalui kegiatan eksperimen (Andaresta & Rachmadiarti, 2021). Pengembangan *e-book* ini berdasarkan pada KD 3.1 dan 4.1 serta indikator literasi sains yang dikembangkan oleh Gormally (2012) yang terintegrasi menggunakan pembelajaran berbasis STEM.

Science pada *e-book* tercermin dalam fitur *Biothink*, *STEM Zone*, *Bio Info*, *STEM Reflection* dan *STEM Quiz*. Hasil penelitian oleh Anna Permanasari (2016) menunjukkan bahwa pengaplikasian aspek sains peserta didik masih banyak yang belum dapat untuk menghubungkan antara pengetahuan sains yang sudah dipelajari dengan fenomena yang terjadi di dunia karena mereka tidak mendapatkan pengalaman untuk bisa menghubungkannya. Oleh karena itu, pada *e-book* yang dikembangkan peserta didik diminta untuk menghubungkan pengetahuan sains yang dimilikinya dengan fenomena sekitarnya pada berbagai fitur. Pada fitur *Biothink* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu mencatat pendapat ilmiah yang valid dengan meminta siswa untuk pengamatan dan identifikasi gambar atau video serta menjelaskannya. Contohnya tercantum dalam kegiatan *Biothink 3* yaitu peserta didik diberikan gambar permasalahan mengenai proses perkecambahan terbaik biji kapri yaitu dengan direndam selama 24 jam dalam air hangat sebelum ditanam. Kemudian diberikan pertanyaan apakah peserta didik setuju dengan cara tersebut berdasarkan materi yang telah dipelajari sebelumnya dan diminta untuk menjelaskan.

Pada fitur *STEM Zone* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu identifikasi pendapat ilmiah yang valid dengan meminta peserta didik untuk memberikan pendapat dan menganalisis mengenai suatu permasalahan dan memberikan solusi permasalahan tersebut. Contohnya tercantum dalam *STEM Zone 1* yaitu peserta didik diberikan jurnal hasil penelitian tentang penggunaan teknologi drone dalam pertanian sebagai suatu efektivitas

proses pertumbuhan tanaman. Peserta didik diminta untuk menganalisis permasalahan yang ada dan memberikan pendapat dan solusinya terhadap masalah tersebut melalui pertanyaan yang mengacu dengan literasi sains. Mengemukakan pendapat merupakan salah satu partisipasi aktif peserta didik yang akan berpengaruh pada proses perkembangan berpikir, sosial, dan emosi (Wibowo, 2016). Pada fitur *Bio Info* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu identifikasi pendapat ilmiah yang valid dengan meminta peserta didik membuka tautan dari instagram atau artikel hasil penelitian yang berisi informasi tambahan mengenai materi sehingga dapat memperluas pengetahuan peserta didik. Contohnya tercantum dalam *Bio Info 3.3* yaitu peserta didik diberikan artikel hasil penelitian mengenai teknologi yang memanfaatkan jenis musik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sehingga hal tersebut dapat menambah wawasan pengetahuan peserta didik.

Pada fitur *STEM Reflection* dan *STEM Quiz* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu melakukan inferensi, prediksi, dan penarikan kesimpulan dengan menugaskan untuk menganalisis dan berdiskusi beberapa pertanyaan yang mengacu literasi sains kemudian menuliskan hal-hal yang belum di mengerti pada tabel refleksi dan mendiskusikan dengan teman sekelas atau guru. Fitur ini ada pada setiap akhir subbab materi. Hasil refleksi berguna untuk bahan perancangan dan evaluasi pembelajaran selanjutnya (Pratama & Mulyati, 2020). *STEM Quiz* pertanyaan yang diberikan dikemas dalam bentuk teka-teki silang sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar. Contohnya tercantum dalam *STEM Reflection 1* dan *STEM Quiz 1*.

Technology tercermin dalam fitur *STEM Net* dan *STEM Exploration*. Penggunaan teknologi dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran (Maesaroh *et al.*, 2020). Pada fitur *STEM Net* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu melakukan penelusuran literatur yang efektif dengan meminta peserta didik untuk mengakses link yang tersedia, kemudian menganalisis dan memberikan pendapat dan solusi untuk menyelesaikan suatu masalah. Contohnya tercantum dalam *STEM Net 2.2* yaitu peserta didik diberikan link video mengenai teknologi alat proses perkecambahan dan diberikan beberapa pertanyaan yang memicu untuk berpendapat dan memberikan solusi dalam permasalahan tersebut sesuai literasi sains. Pada fitur *STEM Exploration* indikator literasi sains yang dilatihkan yaitu memahami komponen desain penelitian dan efeknya terhadap hasil yang didapat dengan meminta peserta didik untuk mencari atau membuat teknologi yang tepat guna untuk memecahkan suatu permasalahan. Contohnya

tercantum dalam *STEM Exploration 2* yaitu peserta didik diberikan masalah mengenai dormansi biji kacang hijau kemudian diberikan pertanyaan tentang teknologi apakah yang dapat digunakan untuk mempercepat proses pematangan dormansi sehingga proses perkecambahan dapat segera berlangsung boleh melalui studi literatur melalui internet atau membaca buku. Selain memberikan contoh teknologinya peserta didik juga harus menjelaskan alasan dan pendapat untuk mendukung idenya.

Engineering tercermin dalam fitur *STEM Exploration*. Pada fitur *STEM Exploration* indikator literasi sains yang juga dilatihkan yaitu melakukan pemecahan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif melalui observasi atau praktikum dengan meminta peserta didik untuk merancang dan melakukan kegiatan proyek yang akan dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah. Literasi sains mengakomodasi peserta didik untuk menciptakan penyelesaian prosedur ilmiah sesuai penelitian yang sedang dilakukan (Fuadi *et al.*, 2020). Contohnya tercantum dalam *STEM Exploration 3* yaitu peserta didik diberikan permasalahan mengenai masalah saat pandemi seperti warga perkotaan memerlukan banyak asupan sayuran tetapi untuk menanam terkendala pada lahan yang terbatas sehingga muncul suatu inovasi dan solusi berupa *microgreens*, kemudian peserta didik diminta untuk melakukan praktikum proyek terkait pertumbuhan dan perkembangan *microgreens* tersebut supaya dapat tumbuh secara optimal.

Mathematics tercermin dalam fitur *STEM Exploration*. Pada fitur ini literasi sains yang juga dilatihkan yaitu pembuatan grafik berdasarkan data dan memahami statistik dasar dengan meminta peserta didik untuk membuat grafik sesuai data yang diperolehnya dan melakukan interpretasi data dari suatu percobaan sehingga bisa mendukung menemukan solusi dari suatu masalah. Data yang berupa angka belum dapat memberikan informasi mengenai objek penelitian sehingga perlu analisa yang tepat terhadap data yang dihasilkan dan menuliskan dalam bentuk tabel atau grafik untuk memperjelas hasil datanya (Jaya & Ardat, 2013). Contohnya tercantum dalam *STEM Exploration 3* yaitu peserta didik diminta untuk mengisi tabel hasil pengamatan pertumbuhan dan perkembangan *microgreens* pada dua perlakuan yang berbeda kemudian hasil datanya dibentuk dalam bentuk grafik dan menginterpretasikan data yang telah diperoleh tersebut sehingga dapat digunakan untuk menarik simpulan dari percobaan yang dilakukan. Kemudian menjawab pertanyaan diskusi setelah selesai melakukan kegiatan

praktikum, mempresentasikan hasil yang didapatkan di depan kelas, dan membuat laporan.

E-book yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli untuk memperoleh kelayakan secara teoritis. Uji kelayakan dilakukan untuk mengetahui apakah konsep *e-book* telah memenuhi standar, mendapatkan kritik dan saran untuk bahan memperbaiki produk sehingga produk yang dihasilkan sesuai standar dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran (Suryanda *et al.*, 2019). Sebelum dilakukan validasi, *e-book* yang dikembangkan ditelaah dahulu oleh dosen pembimbing sehingga diperoleh beberapa saran untuk perbaikan *e-book*. Saran yang diberikan seperti menambahkan angka subbab untuk setiap fitur, kegiatan STEM *Exploration* dan STEM *Zone* harus sesuai dengan indikator STEM dan literasi sains, serta penempatan materi dan kegiatan harus seimbang dengan selang-seling. Hasil perbaikan *e-book* berdasarkan saran yang diberikan oleh dosen pembimbing kemudian divalidasi kepada tiga validator, yaitu dosen ahli pendidikan, materi, serta guru biologi. Hasil dari validasi berupa skor validitas *e-book* disertai dengan saran dan masukan untuk perbaikan *e-book*. Instrumen penilaian skor validasi mencakup kelayakan penyajian, isi, dan kebahasaan yang berkaitan dengan pengembangan buku ajar yang baik (BNSP, 2014). Hasil validasi *e-book* terdapat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil validasi *e-book*

No.	Aspek yang dinilai	V1	V2	V3	Skor rata-rata	Persentase (%)	Kriteria
A. Kelayakan penyajian							
1.	Teknik penyajian	4	3,67	3,67	3,78	94,50	Sangat valid
2.	Pendukung penyajian materi	4	3,33	3	3,44	86,00	Sangat valid
3.	Kelengkapan penyajian	4	4	4	4	100	Sangat valid
4.	Kualitas teks	4	3	4	3,67	91,75	Sangat valid
5.	Kualitas gambar	3,33	3	3,67	3,33	83,25	Valid
6.	Kualitas video	4	4	3,33	3,78	94,50	Sangat valid
7.	Kualitas layout	4	4	4	4	100	Sangat valid
8.	Kualitas petunjuk penggunaan	4	3	4	3,67	91,75	Sangat valid
Rata-rata skor kelayakan penyajian					3,71	92,75	Sangat valid
B. Kelayakan Isi							
1.	Kualitas konsep pertumbuhan dan perkembangan	3,67	4	4	3,89	97,25	Sangat valid

No.	Aspek yang dinilai	V1	V2	V3	Skor rata-rata	Persentase (%)	Kriteria
2.	Kualitas kesesuaian konsep dengan Kurikulum 2013	4	2,67	4	3,56	89,00	Sangat valid
3.	Kemutakhiran dan kontekstual sesuai konsep	4	3,33	3	3,44	86,00	Sangat valid
4.	Komponen kesesuaian aspek literasi sains	3,33	4	4	3,78	94,50	Sangat valid
5.	Komponen kesesuaian berbasis STEM	4	4	2,67	3,56	89,00	Sangat valid
Rata-rata skor kelayakan isi					3,65	91,25	Sangat valid
C. Kelayakan kebahasaan							
1.	Kualitas penggunaan bahasa	3	3	4	3,33	83,25	Sangat valid
2.	Struktur bahasa	4	3	4	3,67	91,75	Sangat valid
3.	Penggunaan istilah	4	4	4	4	100	Sangat valid
4.	Kualitas identitas dan sumber informasi	4	4	4	4	100	Sangat valid
Rata-rata skor kelayakan kebahasaan					3,75	93,75	Sangat valid
Rata-rata keseluruhan aspek					3,70	92,50	Sangat valid

Perolehan nilai validasi dari ketiga validator persentase rata-rata keseluruhan aspek sebesar 92,50% yang tergolong dalam kategori sangat valid (**Tabel 5**). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-book* yang dikembangkan telah layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran dengan dilakukan revisi kecil sesuai saran dan komentar dari tiga validator yang disajikan pada **Tabel 6** untuk memperbaiki dan menghasilkan *e-book* yang lebih baik.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil perbaikan *e-book*

No.	Saran perbaikan	Perbaikan yang dilakukan
1.	Konsep yang diberikan jangan terlalu meluas tetapi mendalam	Memperdalam konsep dan menghapus konsep yang seharusnya tidak diberikan pada materi
2.	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) nomor 5 dan 6 kata kerja operasionalnya diganti	Memperbaiki kata kerja operasional pada IPK nomor 5 dan 6 menjadi Menganalisis

No.	Saran perbaikan	Perbaikan yang dilakukan
	Menganalisis	
3.	Menjelaskan pengertian STEM dan literasi sains sebelum fitur <i>e-book</i>	Menambahkan penjelasan pengertian STEM dan literasi sains sebelum fitur <i>e-book</i>
4.	Gambar 1.4 proses perkembangannya tidak jelas dan belum ada penjelasan	Mengganti gambar 1.4 dengan gambar yang jelas dan memberikan penjelasannya
5.	Hati-hati penulisan kata metabolisme bukan metabolism. Cek kata lain seperti hormone, apical, dll	Memperbaiki dan mencermati kembali seluruh kata sesuai dengan PUEBI
6.	Penyajian pendukung materi (gambar atau video) dilakukan secara berulang-ulang dapat menyebabkan kejenuhan peserta didik	Memperbaiki dan mengganti pendukung materi yang berulang dengan gambar atau video lainnya yang berkaitan
7.	Pada penugasan “Keterkaitan dengan STEM” sulit untuk dipahami maksudnya	Memperbaiki dan memperjelas kalimat perintah pada kegiatan “Keterkaitan dengan STEM”
8.	Pada daftar pustaka apabila ada penulis yang sama diambil edisi yang terbaru	Memperbaiki daftar pustaka apabila ada penulis yang sama dengan edisi yang terbaru

Hasil validasi pada aspek kelayakan penyajian diperoleh persentase aspek 92,75% yang memiliki kategori sangat valid (**Tabel 5**). BNSP (2014) menyatakan bahwa kelayakan penyajian suatu buku memperhatikan teknik penyajian, pendukung penyajian materi, penyajian pembelajaran, dan kelengkapan pembelajaran. Saat menyusun urutan materi harus dilakukan secara runtut dan sistematis karena dengan begitu akan membiasakan peserta didik untuk mampu berpikir secara runtut. Proses desain *layout e-book* harus dipikirkan dengan matang karena desain yang menarik akan membuat tampilan visual menjadi bagus sehingga akan mempermudah untuk menyampaikan isi dan pesan yang ada di dalam *e-book* serta membantu untuk meningkatkan imajinasi peserta didik sesuai dengan tujuan pembuatan *e-book* (Wilianto, 2015). Hal tersebut selaras dengan Torsun (2014) menyatakan bahwa *e-book* mampu membuat kegiatan belajar menjadi lebih optimal dan menyenangkan dengan visualisasi di dalamnya. Kelayakan isi mendapatkan persentase aspek sebesar 91,25% yang memiliki kategori sangat valid (**Tabel 5**). Kelayakan isi meliputi kualitas konsep, hubungan konsep dan kurikulum 2013, kemutakhiran, komponen kesesuaian aspek literasi sains, dan komponen kesesuaian berbasis STEM. BNSP (2014) menyatakan kategori kelayakan isi memperhatikan luasnya materi, ketepatan materi (merupakan fakta di lapangan), kemutakhiran dan kontekstual (mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi).

Pada aspek kualitas konsep belum mendapatkan nilai validasi yang maksimal dikarenakan materi yang disajikan terlalu meluas sehingga terdapat beberapa konsep yang seharusnya tidak diberikan pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan menjadi ikut terbahas. Setelah itu, dilakukan revisi sesuai dengan saran validator untuk membahas konsep secara tidak meluas tetapi mendalam. Isi materi harus mendukung tercapainya tujuan pembelajaran sehingga media yang digunakan bisa mendukung tercapainya tujuan tersebut (Ibrahim dan Sukartiningsih, 2014). Selain itu, pada bagian awal *e-book* sebaiknya menjelaskan tentang keterampilan literasi sains yang dilatihkan dan juga memberikan penjelasan mengenai STEM supaya peserta didik memahaminya. Materi biologi seperti pertumbuhan dan perkembangan yang diajarkan tidak dapat dipisahkan dari kegiatan proses ilmiah seperti mengamati, eksperimen, dan menganalisis karena materi bisa ditemui dalam lingkungan sekitar peserta didik (Inayah *et al.*, 2020).

Konsep materi pertumbuhan dan perkembangan yang disajikan dalam *e-book* berbasis STEM banyak yang dikaitkan dengan hasil penelitian. Tujuannya supaya peserta didik lebih tertarik untuk belajar karena relevan dan nyata sehingga dapat ditemui di lingkungan sekitar. Peserta didik bisa menerapkan konsep yang didapatkan dari hasil penelitian terbaru sehingga dapat menambah wawasan peserta didik mengenai perkembangan penelitian dan teknologi saat ini. Hal ini akan memicu peserta didik untuk merangsang daya analisis dan kritis peserta didik terhadap suatu masalah sehingga dapat berakibat pada meningkatnya kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik seperti kemampuan memecahkan masalah (Heldina & Alberida, 2021).

Kompetensi dan indikator literasi sains dituangkan dalam berbagai fitur yang terdapat pada *e-book*. Materi pertumbuhan dan perkembangan berkaitan dengan kehidupan keseharian sehingga apabila materi diambil dari kehidupan sehari-hari maka dapat menjadi materi yang menarik dan dapat diaplikasikan secara langsung dalam kehidupan (Supriyatin, 2018). Salah satu aplikasi materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang berkaitan dengan kehidupan peserta didik seperti kegiatan perkecambahan biji, faktor yang dapat berpengaruh seperti cahaya, pupuk, dan lain-lain yang ilmunya dapat diterapkan untuk kehidupan. Pembelajaran dengan mengaitkan permasalahan kontekstual lingkungan sekitar dapat meningkatkan hasil belajar dan *life skill* (Saputro, 2018). Seluruh aktivitas yang ada dalam *e-book* dapat dilakukan secara sendiri atau berkelompok sesuai perintah. Ariani (2019) yang menyatakan bahwa aktivitas

kerja kelompok sebaya dapat menjadi sarana atau wahana untuk dapat mengaktualisasikan potensi dirinya.

Aspek kebahasaan diperoleh hasil rata-rata persentase aspek sebesar 92,50% yang memiliki kategori sangat valid (**Tabel 5**). Pada aspek ini komponen kualitas penggunaan bahasa dan struktur bahasa belum mendapatkan nilai validasi yang maksimal. Hal tersebut dikarenakan pada *e-book* yang dikembangkan masih terdapat beberapa kalimat yang belum sesuai standar dan terdapat kalimat yang kurang komunikatif sehingga sulit dipahami. BNSP (2014) menyatakan bahwa kebahasaan dalam buku seharusnya bersifat informatif, memicu komunikasi antara penggunanya, cocok dengan tingkat berpikir peserta didik. Pemilihan dan penulisan kata atau kalimat perlu untuk diperhatikan karena dapat memengaruhi maksud penyampaian materi kepada peserta didik yang dapat berpengaruh kepada minat baca dan pemahaman yang diperoleh peserta didik.

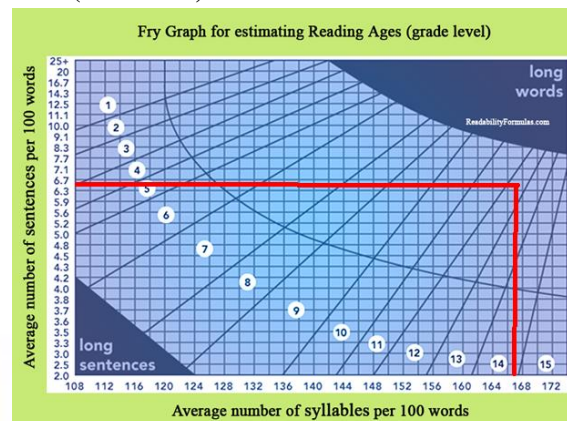
Setelah diperoleh hasil validasi oleh pakar dan juga dilakukan revisi kecil untuk perbaikan *e-book*, kemudian dilakukan proses uji coba secara *online* untuk memperoleh kelayakan empiris melalui nilai kepraktisan produk berdasarkan tingkat keterbacaan dan angket respon peserta didik terhadap *e-book*. Uji keterbacaan *e-book* diujicobakan untuk mengetahui tingkat kesukaran atau kemudahan dari suatu teks bacaan sehingga dapat dimengerti dan dipahami oleh pembaca berdasarkan level keterbacaan. Berikut hasil rekapitulasi level keterbacaan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rekapitulasi level keterbacaan *e-book*

Sampel	Halaman	Σ Kalimat	Σ Suku kata	Level
Pengertian pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	3	5,6	276 x 0,6 = 165,6	12
Struktur biji, perkecambahan, pertumbuhan primer dan sekunder	13	7	279 x 0,6 = 167,4	12
Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan	30	7	284 x 0,6 = 170,4	12
Rata-rata		6,5	167,8	12

Data keterbacaan *e-book* berupa wacana sampel yang dianalisis menggunakan Formulasi Fry kemudian diinterpretasikan pada grafik Fry (Susantini *et al.*, 2021). Berdasarkan **Tabel 7.**, *e-book* memiliki tingkat keterbacaan pada level 12 yang didapatkan dari pertemuan antara Σ kalimat dengan Σ suku kata dan dikalikan 0,6 dalam 100 kata yang diulang sebanyak tiga sampel. Dari ketiga sampel yang digunakan, dapat

diketahui hasil uji keterbacaan pada gambar grafik Fry berikut (**Gambar 1**).



Gambar 1. Grafik Fry uji keterbacaan *e-book*

Uji keterbacaan dengan menggunakan grafik Fry dapat mengetahui tingkat kriteria berdasarkan kosakata yang digunakan dalam suatu teks. Hasil uji keterbacaan yang dilakukan didapatkan ketiga sampel teks yang digunakan berada pada level 12 sehingga menunjukkan bahwa teks bacaan sudah sesuai untuk digunakan kepada peserta didik kelas XII SMA/MA. Rata-rata Σ kalimat yang didapatkan yaitu 6,5 dan rata-rata Σ suku kata didapatkan 167,8 sehingga diperoleh pertemuan antara Σ kalimat dengan Σ suku kata pada level 12 dengan menggunakan formula grafik Fry (**Gambar 1**). Semakin tinggi tingkat keterbacaan yang diperoleh dari grafik Fry berarti semakin banyak suku kata dalam kata-kata yang terkandung dalam teks (Azizah & Budijastuti, 2020). Hal tersebut sesuai dengan Himala *et al.* (2016) bahwa *e-book* dikatakan baik apabila Σ kalimat dan suku kata pada sampel memiliki kesesuaian dengan tingkat kelas dan peserta didik dapat dengan mudah untuk memahami makna bacaan tersebut. Dengan demikian, *e-book* yang dikembangkan secara empiris layak untuk dibaca dan digunakan dalam pembelajaran oleh peserta didik kelas XII SMA.

Kepraktisan *e-book* dinilai berdasarkan hasil dari penilaian pengguna terhadap *e-book* yang dikembangkan. Angket respon kelas XII MIPA 1 SMAN 1 Gresik mendapatkan hasil yang positif. Berikut hasil angket respon terdapat dalam **Tabel 8**.

Tabel 8. Rekapitulasi hasil angket respon

No.	Aspek yang dinilai	Respon positif (%)	Kriteria
1.	Penyajian <i>e-book</i> pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	97,78	Sangat praktis
2.	Isi <i>e-book</i> pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	97,50	Sangat praktis
3.	Kebahasaan yang digunakan dalam <i>e-book</i>	96,67	Sangat praktis

No.	Aspek yang dinilai	Respon positif (%)	Kriteria
	pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan		
4.	Aspek STEM (<i>Sains, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	96,25	Sangat praktis
5.	Aspek literasi sains	98,33	Sangat praktis
	Rata-rata	97,31	Sangat praktis

Hasil angket respon dari *ebook* dikembangkan dinyatakan praktis untuk diimplementasikan saat melakukan kegiatan belajar mengajar dengan mendapatkan rata-rata 97,31% dengan kriteria sangat praktis (**Tabel 8**). Suasana kelas akan terkelola dengan baik karena kepraktisan guru dalam merancang perangkat pembelajaran yang digunakan di kelas (Nyeneng & Suana, 2018). Peserta didik sebagai responden dalam mengukur kepraktisan *e-book* dengan harapan *e-book* yang dikembangkan secara menarik mampu memengaruhi dan meningkatkan minat serta motivasi belajar peserta didik sehingga memiliki ketertarikan untuk menggali lebih jauh materi yang diajarkan. Berdasarkan beberapa komentar dari peserta didik seperti “*E-book* sangat bagus dan menarik, isinya banyak wawasan baru yang belum saya ketahui. Videonya juga sangat membantu karena biasanya buku hanya menyediakan gambar, tetapi *e-book* ini menyantumkan video jadi lebih mengerti nyatanya. Bahasa yang digunakan juga mudah untuk dipahami. Semoga terus berkembang dan semakin canggih”.

Aspek penyajian *e-book* rata-rata memperoleh respon positif peserta didik sebesar 97,78% yang termasuk kriteria sangat praktis. Penyajian *e-book* dilengkapi dengan gambar yang dapat diperbesar atau di *pop-up*, video yang dapat diakses secara *online* dan *offline*, dan *hyperlink* yang dapat diakses ke internet untuk mengakses informasi tambahan sehingga menarik perhatian dan menambah wawasan baru untuk para peserta didik. *E-book* yang dapat di *flip* (bolak-balik) seperti buku ajar pada umumnya, saat proses perpindahan halaman terdapat *background* suara membuka buku sehingga tidak membuat seolah-olah pengguna sedang membaca buku pada umumnya (Faradiba & Rachmadiarti, 2020). Tampilan *e-book* yang mengandung fenomena atau kasus, gambar, video, *hyperlink* dan fitur yang lain dapat membantu meningkatkan pemahaman dan membuat *e-book* memiliki tingkat kemenarikan yang tinggi (Rosida, 2017). Hal tersebut sesuai dengan komentar dari salah satu peserta didik yaitu “Bukunya sangat bermanfaat apalagi ditambah dengan tampilan

gambar dan video yang dapat menambah semangat belajar”.

Aspek isi *e-book* rata-rata memperoleh respon positif sebesar 97,50% yang tergolong sangat praktis. Hasil yang diperoleh berarti bahwa *e-book* dapat membantu mempermudah pemahaman materi melalui penjelasan yang mudah dipahami dan menampilkan fenomena atau masalah dari lingkungan sehari-hari peserta didik. Berdasarkan komentar dari salah satu peserta didik yaitu “*E-book* ini sudah baik dan efektif digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran serta bahasanya mudah untuk dipahami. Terlebih didalam *e-book* ini informasi yang didapat juga menyeluruh”. Selain itu, di dalam *e-book* juga terdapat soal kuis dengan game yang berupa teka-teki silang dengan menggunakan pertanyaan yang mengacu komponen literasi sains. Bahan ajar yang menarik mampu menumbuhkan semangat saat pembelajaran sehingga dapat meningkatkan minat dan kemauan belajar untuk mempelajari pengalaman dan ilmu baru dalam materi yang akan disampaikan (Nurrita, 2018).

Aspek kebahasaan *e-book* rata-rata memperoleh respon positif peserta didik sebesar 96,67% yang termasuk kriteria sangat praktis. Pada aspek ini terdapat saran dari komentar salah satu peserta didik yaitu “Bagus, menarik, tidak membosankan, praktis, tapi mungkin jika ditambahkan multi bahasa lebih memudahkan orang luar jika ingin membaca buku ini”. Berdasarkan saran tersebut dapat menjadi motivasi untuk semakin mengembangkan *e-book* dengan menggunakan bahasa asing seperti bahasa Inggris. Bahrudin (2016) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pemahaman oleh peserta didik ketika membaca yaitu bahan ajar dapat dibaca, menarik, dan dapat meningkatkan kemampuan bahasa.

Aspek kajian STEM pada *e-book* rata-rata mendapatkan respon positif peserta didik sebesar 96,25% yang termasuk kriteria sangat praktis. Hasil tersebut didukung oleh Stolk *et al* (2021) yang menyatakan bahwa STEM mampu meningkatkan motivasi belajar melalui uji hubungan antara motivasi, pedagogi, dan identitas gender peserta didik. Torlakson (2014) menyatakan bahwa pendekatan empat disiplin ilmu yang terkandung dalam STEM merupakan perpaduan bidang ilmu yang saling berkaitan dan mempengaruhi pemecahan solusi antar masalah yang terjadi di dunia nyata sehari-hari. Peserta didik diberikan pertanyaan berkaitan dengan isi *e-book* mengenai fenomena yang berhubungan dengan lingkungannya sehingga mendorong pemahaman sains sesuai materi. Peserta didik juga diberikan pertanyaan saat melakukan identifikasi terhadap berbagai fenomena

atau masalah yang ada, menggali informasi yang berkaitan materi dengan berbagai teknologi, mampu membuat berbagai hipotesis, melakukan analisis untuk memecahkan masalah yang berkaitan materi pertumbuhan dan perkembangan, menyusun dan mengevaluasi langkah-langkah percobaan, melakukan percobaan atau observasi, mencatat hasil percobaan dan mengubah data hasil percobaan ke berbagai bentuk lain seperti tabel dan grafik. Hal tersebut sesuai dengan Salafiyah & Rachmadiarti (2021) yang menyatakan bahwa pendekatan STEM memiliki langkah-langkah yang sesuai dan mencerminkan kompetensi literasi sains.

Aspek kajian literasi sains pada *e-book* rata-rata mendapatkan respon positif peserta didik sebesar 98,33% yang termasuk ke dalam kriteria sangat praktis. Peserta didik diberikan pertanyaan mengenai pendapatnya tentang isi *e-book* yang berkaitan dengan kompetensi utama literasi sains yang tercantum di fitur-fitur *e-book*. Keterampilan literasi sains memiliki peran yang penting untuk peserta didik terutama dalam pemahaman mengenai masalah lingkungan, meningkatkan kesehatan, meningkatkan taraf ekonomi, dan melek terhadap perkembangan teknologi sehingga mampu melibatkan penguasaan berpikir dan cara berpikir untuk bisa mengenal dan menyikapi fenomena atau kasus yang terjadi di kehidupannya (Pratiwi *et al.*, 2019).

PENUTUP

Simpulan

Simpulan hasil penelitian ini adalah *e-book* berbasis STEM materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains dinyatakan valid secara teoritis dan empiris. Validitas *e-book* diperoleh sebesar 92,50% yang termasuk kriteria sangat valid. Kepraktisan dari hasil uji keterbacaan yang menunjukkan *e-book* sesuai untuk digunakan untuk kelas XII SMA/MA, dan persentase angket respon positif peserta didik 97,31% yang termasuk kategori sangat praktis.

Saran

Penelitian ini belum mengetahui keefektifan dari *e-book*, sehingga perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui keefektifan dari *e-book* yang dikembangkan, penambahan bahasa asing, serta perlu adanya pengembangan pada materi lainnya berdasarkan saran positif dari respon peserta didik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Dr. Yuliani, M. Si., Dr. Rinie Pratiwi P., M. Si., Lida Nursanti, S.P., M..Si selaku validator yang telah memberikan kritik dan saran serta telah memvalidasi *e-book* yang dikembangkan oleh peneliti. Selain itu, peneliti juga menyampaikan terimakasih kepada Dr. Drs. H. M. Syafaul Anam, S. Pd., MM selaku kepala sekolah dan kelas XII MIPA 1 SMAN 1 Gresik yang telah membantu dapat terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. F. 2020. Alternative Assesment In Distance Learning in Emergencies Spread of Coronavirus Disease (Covid-19). *Jurnal Pedagogik*, Vol 7(01) : 195-222
- Adriani, S. R. C., Khoirot, S., Sawitri, & Nurjanah. 2021. Dampak Pembelajaran Jarak Jauh Pada Masa Covid-19 di SMK Muhammadiyah 1 Sukoharjo. *Jurnal Pendidikan*, 30 (1), 53-58
- Alifiyah, C. N., Parno, Kusairi, S. 2020. Efektivitas Penggunaan UKBM Terhadap Literasi Sains Materi Alat Optik dalam Model PjB-STEM Dengan Assesmen Formatif Pada Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 9 Malang. *Briliant : Jurnal Riset dan Konseptual*, 5(4), 679-686
- 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
- Andaresta, N. & Rachmadiarti, F. 2021. Pengembangan *E-book* Berbasis STEM Pada Materi Ekosistem Untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains Siswa. *BioEdu* 10 (2), 635-645.
- Ardianto, D., & Pursitasari, I. D. 2017. Do Middle School Science Textbook Enclose an Entity of Science Literacy. *Journal of Humanities and Social Studies*. 1(1), 24-27
- Ariani, R. 2019. Implementasi Guided Inquiry Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Siswa pada Materi Hukum Newton di Masa Pandemi COVID 19. *Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran IPA. Universitas Negeri Malang*, 210-217
- Azizah, V. & Budijastuti, W. 2020. The Relationship Of Illustrative Content In Flipbook Type Of E-book As An Illustrative Learning Media In Immune System With Reading Test Result Using Fry Graphics. *Bioedu* 9(1), 109-114.
- 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

- BNSP. 2014. *Naskah Akademik Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : Badan Standar Nasional Pendidikan
- Faradiba, D. F., & Rachmadiarti, F. 2020. Kelayakan Teoritis E-book Interaktif Materi Ekosistem Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu* 9 (2), 179-185.
- Fuadi, H., Robbia, A.Z., Jamaluddin, Jufri, A. W., 2020. Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* 5 (2), 108-116.
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. 2012. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) : Measuring Undergraduates Evaluation of Scientific Information and Arguments. *CBE-Life Sciences Education*, 11(4), 364-377
- Handarini, O. I., & Wulandari, S. S. 2020. Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH) Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Administrasi dan Perkantoran (JPAP)*, Vol 8(3) : 496-503
- Harjasujana, A. S., & Mulyati, Y. 1996. *Membaca 2*. Jakarta : Ditjen Dikdasmen
- Heldina, T. & Alberida, H. 2021. Students Creative Thinking Skills at SMAN 1 Basa Ampek Balai. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 24 (2), 472-472.
- Himala, S. P. T., Ibrahim, M., & Fitrihidajati, H. 2016. Keterbacaan Teks Buku Ajar Berbasis Aktivitas pada Materi Ruang Lingkup Biologi Kelas X SMA. *Bio Edu*, 5(3), 445-558
- Ibrahim, M. & Sukartiningsih, W. 2014. *Model Pembelajaran Inovatif Melalui Pemaknaan (Belajar Perilaku Positif dari Alam)*. Surabaya : Unesa University Press
- Inayah, A. D., Ristanto, R. H., Sigit, D.V., & Miarsyah, M. 2020. Analysis of Science Process Skills in Senior High School Students. *Universal Journal of Educational Research*. 8(4A), 15-22
- 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
- Jaya, I., & Ardat. 2013. *Penerapan Statistik Untuk Pendidikan*. Bandung : Citapustaka Media Perintis
- Kurniawati, D., Masykuri, M., & Saputro, S. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dilengkapi LKS Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Prestasi Belajar pada Materi Pokok Hukum Dasar Kimia Siswa Kelas X MIA 4 SMAN 1 Karanganyar Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Kimia (JKP)*, 5(1), 88-95.
- Laili, N., & Yuliani, Y. 2019. Keefektifan Kartu Permainan TGT (*Team Game Tournament*) Untuk Melatih Keterampilan Bertanya Siswa Pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *BioEdu*, 8(1)
- Maesaroh, Amirullah, G., Kartikawati, E., & Elvianasti. 2020. Pelatihan Pembelajaran Biologi Berbasis ICT Bagi Guru Muhammadiyah DKI Jakarta. *Jurnal Solma*, 09 (02), 347-353.
- Mufidah, I. A., Badarudin, & Yuwono, P. H. 2019. The Implementation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning to Improve Basic Asking Skills and Learning Achievements Students of Elementary School. *Al-Ishlah : Jurnal Pendidikan*, 11(2), 210-222
- Muharromah, D.R. 2017. Pengaruh Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Konsep Evolusi. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Nugraheni, N. C., Paidi, P., & Triatmanto, T. 2017. Kemampuan Literasi Sains Kelas X SMA Negeri Mata Pelajaran Biologi Berdasarkan Topografi Wilayah Gunungkidul. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(5), 261-271.
- Nurdjan, S., Firman, & Mirnawati. 2016. *Bahasa Indonesia Untuk Perguruan Tinggi*. Sulawesi Selatan : Aksara Timur
- Nurrita, T. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Misykat* 3(1), 171-173
- Nyeneng, I. D. P., & Suana, W. 2018. Pengembangan Perangkat Flipped Classroom pada Mata Pelajaran Fisika SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 79-86.
- OECD. 2016. Programme for International Student Assessment (PISA) Results In Focus (Excellence And Equility In Education. (*Online*). Tersedia di (<https://www.oecd.org> diakses pada 1 Maret 2020).
- OECD. 2017. *Pisa for Development Assesment and Analytical Framework: Reading, Mathematics, and Science, Preliminary sersion*. Paris : OECD Publishing
- Paramita, A. K., Dasna, I. W., & Yahmin. 2019. Kajian Pustaka : Integrasi STEM Untuk Keterampilan Argumentasi Dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(2), 92-99.
- Permanasari, Anna. 2016. STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*. Universitas Sebelas Maret. 23-34.

- Pratama, R. E., & Mulyati, S. 2020. Pembelajaran Daring dan Luring pada Masa Pandemi. *Gagasan Pendidikan Indonesia 1* (2), 49-59.
- Pratiwi, S.N., Cari, C., & Aminah, N. S. 2019. Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)* 9(1),34-42.
- Retno, A. T. P., Saputro, S., & Ulfa, M. 2017. Kajian Aspek Literasi Sains Pada Buku Ajar Kimia SMA Kelas XI di Kabupatem Brebes. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 21(13), 112-123
- Retnowati, S., Riyadi, & Subati, S. 2020. The STEM Approach : The Development of Rectangular Module to Improve Critical Thinking Skill. *International Online Journal of Education and Teaching (IOEJT)*. 7(1),2-15
- Riduwan & Sunarto. 2013. *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis*. Bandung : Alfabeta
- Rosida, F. N., & Jalm, T. 2017. Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar E-book Interaktif dalam Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(1), 35-45
- Rustaman. P. N., 2016. Pembelajaran Sains Masa Depan Berbasis STEM Education. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Edukasi. STKIP PGRI Sumatera Barat*.1-17.
- Sadikin, A., & Hamidah, A. 2020. Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid-19. *BIODIK : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, Vol 6(2): 214-224
- Salafiyah, E. P. M., & Rachmadiarti, F. 2021. Pengembangan E-book Berbasis STEM Materi Bakteri Untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains. *BioEdu 10* (03)
- Saputro, A. D., Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. 2018. Promoting Critical Thinking and Problem Solving Skills of Preservice Elementary Teachers Through Process-Oriented Guided-Inquiry Learning (POGIL). *International Journal of Instruction*, 11(4)
- Scott, C. 2012. An Investigation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Focused High Schools In The U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39
- Stolk, J. D., Gross, M. D., & Zastavker, Y. V. 2021. Motivation, Pedagogy, and Gender : Examining the Multifaceted and Dynamic Situational Responses of Women and Men in College STEM Courses. *International Journal of STEM Education* 8(35). 1-19.
- Supriyatin, & Ichsan, I. Z. 2018. Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Melalui Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Biotek*. 6(2). 13-24
- Susantini, E., Puspitawati, R. P., Raharjo, & Suaidah, H. L. 2021. E-book of Metacognitive Learning Strategies : Design and Implementation to Activate Students Self Regulation. *Research and Practice in Technology Enchanced Learning*. 16(13) 1-17.
- Suryanda, A., Azrai, E.P., & Julita, A. 2019. Validasi Ahli Pengembangan Buku Saku Biologi Berbasis Mind Map (BIOMAP). *BIODIK : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, Vol 5(3):197-214
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children : A Sourcebook*. Bloomington, Indiana : Indiana University
- Torlakson, T. 2014. *Innovate*. California : Californias Dedicated to Education Foundation
- Torsun, N. 2014. A Study on Reading Printed Books or E-Books : Reasons for Student Teacher Preferences. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 13(1), 21-28
- Watin, E., & Kustijono, R. 2017. Efektivitas penggunaan E-book dengan Flip PDF Professional Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Seminar Nasional Fisika (SNF)*. Universitas Negeri Surabaya. 124-129
- Wibowo, N. 2016. Upaya Peningkatan Keaktifan Siswa Melalui Pembelajaran Berdasarkan Gaya Belajar di SMK Negeri 1 Saptosari. *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, 1 (2). 128-139.
- Wilianto, F. 2015. *Buku Interaktif Pengenalan dan Pelestarian Sugar Glider di Indonesia Bagi Anak 7-12 tahun*. Tersedia di : <https://www.neliti.com/id/publications/85921/perancangan-buku-interaktif-pengenalan-dan-pelestarian-sugar-glider-di-indonesia> di akses pada 29 Mei 2021
- World Economic Forum (Wefusa). 2015. New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology. (Online). Tersedia di : http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf diakses 18 Maret 2020)