

KEEFEKTIFAN MEDIA E-BOOK BERBASIS STEM PADA MATERI URBAN HEAT ISLAND (UHI) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK KELAS X SMA

The Effectiveness STEM E-Book Media on Urban Heat Island (UHI) Material to Improve Science Literacy Skills of 10th Grade Senior High School Students

Aghniya' Maulia Meyrtha Rahanol

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : aghniya.21082@mhs.unesa.ac.id

Rinie Pratiwi Puspitawati

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : riniepratiwipuspitawati@unesa.ac.id

Abstrak

Literasi sains diartikan sebagai kemampuan untuk menganalisis, menjelaskan fenomena dan menyusun kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah yang relevan. Kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia menunjukkan capaian yang belum maksimal akibat terbatasnya penggunaan media pembelajaran yang kontekstual dan interaktif, untuk menjawab tantangan tersebut diperlukan pengembangan media pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM)* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dengan menghubungkan pembelajaran pada permasalahan nyata di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keefektifan media e-book berbasis *STEM* materi *Urban Heat Island (UHI)* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains. Media e-book dirancang mengintegrasikan disiplin ilmu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang mengacu pada indikator literasi sains meliputi a. menjelaskan fenomena secara ilmiah; b.mengevaluasi penyelidikan ilmiah; dan c. menafsirkan data secara ilmiah (OECD, 2019). Model penelitian yang digunakan *4D (define, design, develop, and disseminate)* pada 28 peserta didik SMA. Keefektifan media e-book dinyatakan efektif berdasarkan ketercapaian indikator berdasarkan kegiatan *STEM Zone* dengan skor 84,07 kategori tertinggi pada indikator "mengevaluasi penyelidikan ilmiah". Pada hasil *pre-test* dan *post-test* diperoleh kemampuan literasi sains dengan skor 93,62 kategori tertinggi pada indikator "menjelaskan fenomena secara ilmiah". Pada sensitivitas butir soal diperoleh 0,51 (sensitif) berpengaruh dalam efek pembelajaran. Dengan demikian, media e-book berbasis *STEM* efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik kelas X SMA.

Kata Kunci: Inovasi, Multidisipliner, Sains, Urbanisasi

Abstract

*Science literacy is defined as the ability to analyze, explain phenomena, and draw conclusions based on relevant scientific evidence. The science literacy skills of students in Indonesia have not been maximized due to the limited use of contextual and interactive learning media. To address this challenge, it is necessary to develop *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*-based learning media to improve science literacy skills by connecting learning to real-world problems in the environment. This study aims to describe the effectiveness of STEM based e-book media on Urban Heat Island (UHI) material to improve science literacy skills. The e-book media was designed to integrate the disciplines of science, technology, engineering, and mathematics, referring to science literacy indicators, including a. explaining phenomena scientifically; b. evaluating scientific investigations; and c. interpreting data scientifically (OECD, 2019). The 4D research model (define, design, develop, and disseminate) was used on 28 high school students. The effectiveness of the e-book media was declared effective based on the achievement of indicators based on STEM Zone activities with a score of 84.07, the highest category on the "evaluating scientific investigations" indicator. The pre-test and post-test results showed science literacy skills with a score of 93.62, the highest category in the indicator "explaining phenomena scientifically." The sensitivity items obtained 0.51 (sensitive), influenced the learning effect. Therefore, STEM-based e-book media is effectively used to improve the science literacy skills of grade X high school students.*

Keywords :Innovation, Multidisciplinary, Science, Urbanization

PENDAHULUAN

Progres ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terjadinya pembaruan dalam dunia pendidikan agar pembelajaran menjadi lebih efektif dan relevan dengan tuntutan abad ke-21. Dalam konteks tersebut, peserta didik perlu dibekali *soft skills* dan *hard skills* mencakup kolaborasi, berpikir kritis, pemanfaatan teknologi, serta penguatan karakter yang terintegrasi dalam kurikulum merdeka yang melalui pembelajaran berbasis literasi (Muliaman dkk., 2022). Menurut Hajrah dkk. (2021), kompetensi literasi yang esensial adalah literasi sains, yang tidak hanya menekankan pemahaman konsep sains, tetapi juga kemampuan mengolah informasi, memecahkan masalah, dan mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Penguasaan literasi sains tersebut, berperan penting dalam mendukung kemampuan *problem-solving* peserta didik dalam konteks sains. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih belum optimal. Hasil *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022 menunjukkan bahwa, Indonesia menempati peringkat 67 dari 81 negara dengan skor literasi sains 383, jauh dibawah rata-rata yakni, 485 (OECD, 2023). Rendahnya ketercapaian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penggunaan buku ajar yang sulit dipahami, minat belajar peserta didik yang rendah, dan ketidaksesuaian konteks untuk lebih interaktif dalam pembelajaran (Nurhasanah dkk., 2020).

Pembelajaran saat ini membutuhkan pendidik yang penting untuk mendukung proses pembelajaran agar lebih inovatif dan kreatif seiring berkembangnya teknologi sehingga kegiatan lebih berpusat pada peserta didik salah satunya untuk meningkatkan kemampuan literasi sains melalui pendekatan dengan multi disiplin komponen *Sains, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*. Sejalan dengan penelitian Surata dkk (2020), pendekatan dengan keempat multi disiplin *STEM* meminta pendidik untuk berinovasi dalam media pembelajaran guna meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Peserta didik didorong aktif dengan dukungan teori konstruktivisme dimana peserta didik menjadi penanya sekaligus penentu penyelesaian solusi, sangat penting untuk membangun pengetahuannya sendiri melalui masalah nyata. Oleh karena itu, perlu adanya media pembelajaran interaktif yang dapat menarik minat serta meningkatkan minat baca dengan konsep sains di era digital. Media pembelajaran *electronic book* termasuk media digital yang dapat diakses pada berbagai perangkat elektronik dan dibaca kapanpun (Sukma dkk., 2023).

Media *e-book* yang dikembangkan mengintegrasikan elemen sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika melalui konten interaktif seperti gambar, animasi, video tutorial, games pengetahuan berupa *QR-Code* dan *platform padlet* yang memfasilitasi evaluasi peserta didik. Media *e-book* efektif meningkatkan kemampuan literasi sains juga didukung oleh penelitian Rafidah dan Rachmadiarti, (2022) bahwa *electronic book* menjadi akses informasi digital dan ramah lingkungan.

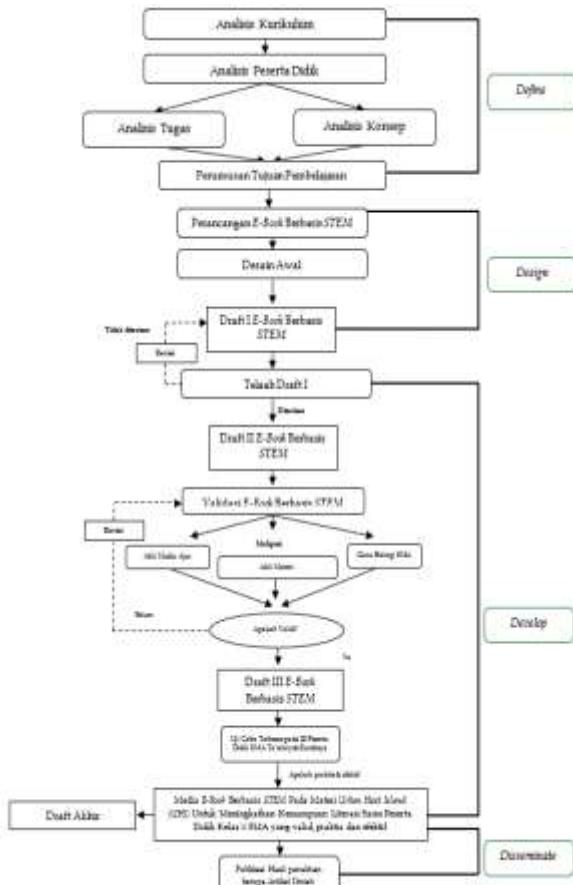
Penggunaan akses yang sangat mudah berpengaruh untuk proses kegiatan pembelajaran. Salah satunya dalam pelajaran biologi fase E kurikulum Merdeka dimana kemampuan literasi sains harus ditingkatkan salah satunya seperti menyelesaikan isu permasalahan lingkungan sekitar. Peneliti mengambil elemen materi dampak perubahan lingkungan yakni, fenomena *Urban Heat Island (UHI)* karena secara tidak sadar fenomena tersebut pernah dialami oleh masyarakat sekitar dengan faktor suhu dan kelembapan akibat alih fungsi lahan dan berkurangnya vegetasi (Pratama dan Andrianingsih, 2024). Didukung oleh pendapat Rahanolli dan Puspitawati (2025) Pendekatan *STEM* mampu menghadirkan inovasi pembelajaran yang memiliki skala luas dalam tuntutan abad ke-21, khususnya dalam penguatan literasi ataupun berpikir tingkat tinggi. Kesesuaian pendekatan *STEM* pada materi *Urban Heat Island (UHI)* dicakup dalam implementasi dan evaluasi keempat komponen *STEM* sesuai dengan implementasi *Internet of Things (IoT)* pusat pembelajarannya adalah peserta didik.

Penggunaan media *e-book* berbasis *STEM* telah didukung berdasarkan hasil penelitian(Azhari dkk., 2025), bahwa media digital interaktif mampu menunjang pembelajaran literasi sains yang berorientasi pada peserta didik, khususnya pada materi biologi yang berkaitan dengan isu dan permasalahan lingkungan. Media tersebut mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam memahami konsep, menganalisis fenomena, serta mengaitkan pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata. Berdasarkan uraian dan hasil penelitian terdahulu yang telah mendukung peneliti, maka peneliti mengembangkan media *e-book* berbasis *STEM* pada materi *Urban Heat Island (UHI)* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik kelas X SMA yang bertujuan mengetahui nilai keefektifan yang diperoleh melalui peningkatan ketercapaian indikator kemampuan literasi sains dalam mengerjakan fitur *STEM Zone* dan analisis peningkatan *Normalized Gain pre-test* dan *post-test* yang dikerjakan oleh masing-masing peserta didik. Berdasarkan tujuan tersebut diharapkan kemampuan literasi sains dapat meningkat didukung dengan media *e-book* berbasis *STEM* yang membantu peserta didik dalam

memahami kemampuan literasi sains melalui pendekatan *STEM* dengan percobaan ilmiah merancang sebuah alat pendeksi suhu dan kelembapan DHT-11 *software* Arduino-uno.

METODE

Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Four-D (4D)* dari Thiagarajan, Dorothy S.Semmel dan Melvyn I. Tahap pengembangan model *4D* dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis media pembelajaran (Arkadiantika dkk., 2020). Berikut diagram alur prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengembangan Media *E-Book* Berbasis *STEM*

Peneliti menganalisis dan mengidentifikasi dengan melakukan studi literatur. Terdapat beberapa tahap analisis yaitu analisis kurikulum, peserta didik, konsep dan tugas. Masing-masing memperoleh hasil dengan bertujuan untuk membatasi sejauh mana pengembangan media yang akan dilakukan. Hasil akhir analisis tersebut memperoleh rumusan tujuan pembelajaran pada indikator pencapaian pembelajaran yang dikembangkan. Selanjutnya merancang berbagai isi, konten, dan penyusunan isi sesuai dengan komponen *STEM*. Selanjutnya peneliti mulai mengembangkan yang mana termasuk tahap yang menghasilkan bentuk akhir media melalui proses revisi

dan masukan dari para ahli serta analisis data yang diperoleh sesuai dengan final. Rancangan penelitian ini adalah *one group pretest-posttest design*. Menurut Rajagukguk dkk. (2021) media *e-book* berbasis *STEM* dikatakan efektif juga harus melibatkan evaluasi menyeluruh terhadap umpan balik yang diberikan dengan kebutuhan pengguna. Tahap akhir yang diperoleh dengan penyebaran dilakukan dengan publikasi artikel pada jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (Bioedu).

Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA Ta'miriyyah Surabaya dengan sampel yang berjumlah 28 peserta didik dari kelas X-2. Terdapat beberapa metode yang digunakan mencakup validasi, observasi, angket respon, keterbacaan, dan tes. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan kegiatan, lembar angket respos, lembar uji keterbacaan, dan lembar *pre-test* dan *post-test*. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini lebih difokuskan dalam aspek keefektifan. Sebelum di ukur berdasarkan aspek keefektifan, media *e-book* telah divalidasi dari beberapa aspek validasi kelayakan penyajian, kelayakan isi, dan bahasa. Proses validasi media *e-book* dilakukan oleh ahli media ajar, ahli materi, dan guru pelajaran biologi SMA, yang mana setiap aspek diberi skor oleh validator dan kemudian dihitung rata-rata dan modus (Mursitaningrum dkk., 2019). Media *e-book* dikatakan valid jika mencapai skor persentase $\geq 70\%$.

Media *e-book* berbasis *STEM* yang telah divalidasi diujicobakan ke peserta didik untuk mengetahui keefektifan media dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dengan menggunakan lembar *pre-test* yang diberikan di awal kegiatan peserta didik untuk mengetahui pemahaman awal, lembar penggerjaan kegiatan *STEM Zone* yang dikerjakan secara berkelompok untuk memulai dan melatih pemahaman terkait pendekatan *STEM* pada materi *Urban Heat Island* yang dikolaborasikan dalam indikator literasi sains dan diberikan tes akhir pada pertemuan yang lain yakni *post-test* jika semua peserta didik telah menyelesaikan serangkaian kegiatan pada media *e-book* berbasis *STEM*. Pada kegiatan *STEM Zone* yang harus dikerjakan oleh masing-masing kelompok dianalisis dengan melihat nilai kegiatan percobaan ilmiah *STEM Zone*. Analisis ketercapaian menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Nilai} = (\text{Jumlah skor yang diperoleh}) / (\text{Jumlah skor maksimal}) \times 100$$

Menurut Mellyzar dkk. (2022), berdasarkan rumus tersebut diperoleh nilai kriteria interpretasi ketercapaian

literasi sains berdasarkan *STEM* Zone dikatakan sangat tinggi jika mencapai ≥ 80 . Berikut kriteria interpretasi sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Ketercapaian Literasi Sains

Percentase Skor (%)	Kategori
$0 < X \leq 20$	Sangat Rendah
$20 < X \leq 40$	Rendah
$40 < X \leq 60$	Sedang
$60 < X \leq 80$	Tinggi
$X \geq 80$	Sangat Tinggi

Keefektifan juga diukur berdasarkan lembar tes yang dikerjakan oleh masing-masing peserta didik. Peserta didik dianggap memenuhi kriteria ketercapaian apabila nilainya mencapai atau melebihi KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) yang telah ditentukan oleh sekolah sebesar ≥ 75 , analisis peningkatan *pre-test* dan *post-test* secara inferensial melalui analisis uji *Normalized Gain (N-Gain)* yang bertujuan untuk membandingkan peningkatan skor *pre-test* dan *post-test* (Afidah dan Sudibyo, 2025) dengan rumus sebagai berikut.

$$N\text{-Gain} = ((S_{post}-S_{pre}) / (S_{max}-S_{pre}))$$

Keterangan :

- | | |
|---------------|-------------------------|
| <i>N-Gain</i> | = peningkatan hasil tes |
| <i>Spost</i> | = Skor <i>post-test</i> |
| <i>Spre</i> | =Skor <i>pre-test</i> |

Berdasarkan rumus perhitungan tersebut kemudian diinterpretasikan dengan kriteria *N-Gain* yang ternormalisasi menurut Nirmalasari dkk. (2016) bahwa peserta didik dengan *N-Gain* $\geq 0,7$ dikategorikan mengalami peningkatan kemampuan literasi sains yang signifikan. Berikut interpretasi *N-Gain* yang ternormalisasi ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria *N-Gain* yang Ternormalisasi

Batasan <i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$g=0,00$	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 < g < 0,00$	Terjadi penurunan

Perolehan peningkatan indikator kemampuan literasi sains juga dilakukan uji sensitivitas butir soal untuk menilai pengaruh masing-masing butir soal terhadap pengetahuan peserta didik sebelum dan sesudah proses pembelajaran (Grondlund, 1985; Hastuti, 2011). Rumus yang disarankan oleh Norman E.Gronlund, sebagai berikut.

$$S=(Ra-Rb)/T$$

Nilai sensitivitas $\geq 0,30$ menunjukkan butir soal yang peka terhadap efek pembelajaran dan mampu membedakan hasil belajar peserta didik. Butir soal dikatakan efektif jika lebih banyak peserta didik menjawab benar setelah pembelajaran dibandingkan sebelumnya. Sensitivitas butir soal menjadi instrument yang akurat membuktikan masing-masing butir soal dikatakan dari kesesuaian masing-masing indikator literasi sains yang meningkat atau menurun. Instrumen ini menjadi penentu jika semua peserta didik telah bisa menjawab sebelum dan sesudah belajar, artinya pembelajaran yang diberikan tidak berdampak (Al Avina dan Winarsih, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media *e-book* yang dikembangkan memuat aspek multi disiplin *STEM* yakni, sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika yang menjadi penghubung antar pengetahuan faktual, prosedural, dan konseptual dengan aplikasinya menjadi satu serangkaian kegiatan. Media *e-book* berbasis *STEM* memiliki kerakteristik utama seperti akses, struktur, tampilan, isi, dan fitur. Masing-masing isi bagian media *e-book* didukung oleh berbagai fitur untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik yang dikolaborasikan dengan indikator kemampuan literasi sains yakni, 1) menjelaskan fenomena secara ilmiah; 2) mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; dan 3) menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Berdasarkan ketiga indikator tersebut, peneliti juga menghubungkan materi yang dapat diimplementasikan dalam permasalahan kehidupan sehari-hari salah satunya dampak perubahan lingkungan yang termasuk materi elemen perubahan lingkungan yakni, fenomena *Urban Heat Island (UHI)*. Adapun topik yang diimplementasikan dalam materi media *e-book* berbasis *STEM* selaras dengan fitur-fitur memuat indikator literasi sains sebagai berikut.

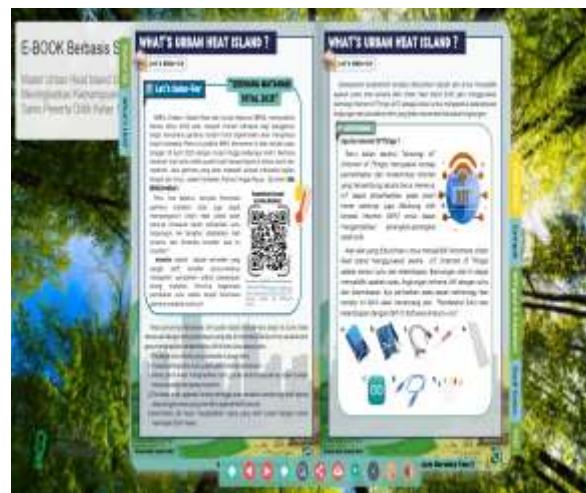
Tabel 3. Tampilan Fitur-fitur Media *E-Book* berbasis *STEM* Materi *Urban Heat Island*

Nama Fitur	Deskripsi
 <i>Let's Mate-Lit</i> (<i>Let's Material and Literation</i>)	Sarana informasi sains dan materi-materi menjelaskan tentang <i>UHI</i> meliputi pengertian, faktor penyebab, dampak, mitigasi dan adaptasi serta solusi studi kasus.
 <i>Let's Sains-For</i>	Sarana pencarian sumber sains berupa fenomena kota yang terkena <i>UHI</i> yang diperoleh dari sumber jurnal dengan bentuk gambar, video, atau <i>QR-Code</i> beserta solusi yang diberikan.

Nama Fitur	Deskripsi
<i>Let's Sains-For (Let's Sains Information)</i>	
 <i>Let's Techie (Let's Technology and Society)</i>	Sarana memanfaatkan teknologi merancang skema IoT berupa sensor DHT-11 software Arduino-Uno serta mengetahui kepadatan vegetasi.
 <i>Let's Ention (Let's Engineering and Exploration)</i>	Sarana berexplorasi melakukan prosedur ilmiah merancang alat pendekripsi suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT-11 software Arduino-Uno
 <i>Let's Mat's (Let's Mathematics and Sains)</i>	Sarana menyimpulkan hasil data yang diperoleh ketika melakukan percobaan inovasi alat pendekripsi suhu dan kelembaban.
 <i>STEM Zone (Sains, Technology, Engineering, and Mathematic's Zone)</i>	Sarana serangkaian kegiatan aspek sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika ditampung menjadi satu percobaan ilmiah dengan mengamati permasalahan di lingkungan sekitar meliputi langkah percobaan ilmiah “Get's Know!, That's Problem, Prediction, Experiment, Count and Analyze, Conclusion, dan Let's Question.”
 <i>Let's Reflect with Literacy</i>	Sarana mereflesikan hasil proses belajar sesuai dengan indikator literasi sains. Tujuannya peserta didik mendapatkan <i>feedback</i> yang dikirimkan oleh guru melalui e-mail.
 <i>Let's Reflect with STEM</i>	Sarana mereflesikan hasil proses belajar dengan menggunakan media e-book berbasis STEM. Tujuannya agar peserta didik memahami aspek sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika dalam mengatasi permasalahan faktual serta mendapatkan <i>feedback</i> yang dikirimkan oleh guru melalui e-mail.

Fitur-fitur tersebut didukung oleh pendapat (Abidin dan Ginanjar, 2023), bahwa inovasi pembelajaran berbasis STEM sebaiknya dilengkapi fitur interaktif seperti audio, animasi, atau objek nyata agar peserta didik terdorong dapat memecahkan masalah di kehidupan

sehari-hari. Media e-book berbasis STEM memiliki fitur yang mengadaptasi aspek teknologi masa kini untuk pendidikan salah satunya pada fitur *Let's Techie* yang bertujuan untuk eksplorasi prosedur ilmiah menggunakan alat dan bahan pengimplementasian *Internet Of Things (IoT)* yang ditampilkan pada (gambar a) dan *Let's Ention* yang menyediakan langkah-langkah perancangan alat pendekripsi sensor DHT-11 software Arduino-Uno pada (gambar b), berdasarkan pemaparan fitur tersebut peserta didik dapat memahami proses perakitan dan mengevaluasi rancangan penyelidikan ilmiah.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Pemaparan *Internet of Things* dalam fitur *Let's Techie*; (b) Pemaparan Video Tutorial Perancangan Alat Pendekripsi yang sesuai dengan Fitur *Let's Ention*

Keterhubungan fitur interaktif pada media e-book berbasis STEM dipilih peneliti berdasarkan komponen STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi sains. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektifan media melalui hasil tes yakni *pre-test* dan *post-test*. Selain

itu kegiatan *STEM Zone* yang dikerjakan oleh masing-masing kelompok juga termasuk aspek keefektifan agar peserta didik dapat berlatih dan meningkatkan kemampuan literasi sains melalui media *e-book* berbasis *STEM*. Media *e-book* berbasis *STEM* yang dikembangkan telah layak dikatakan valid sesuai dengan hasil para ahli validator, selanjutnya dilakukan uji coba pada 28 peserta didik kelas X IPA-2 SMA Ta'miriyah Surabaya untuk mengetahui keefektifan media *e-book* berbasis *STEM* yang terdiri dari masing-masing enam butir soal *pre-test* dan *post-test* serta kegiatan *STEM Zone* serangkaian percobaan ilmiah yang mana keseluruhan butir soal ataupun langkah percobaan ilmiah mencakup tiga indikator kemampuan literasi sains.

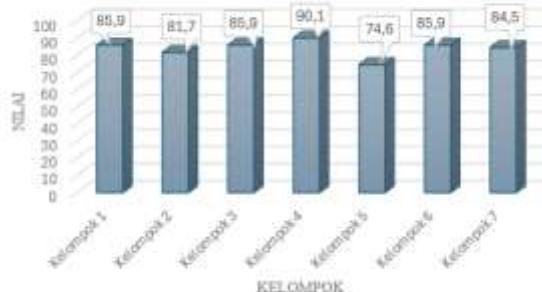
Aktivitas pembelajaran yang interaktif pada media *e-book* berbasis *STEM* berupa fitur *STEM Zone* yang mendorong peserta didik untuk melakukan serangkaian percobaan untuk lebih aktif menciptakan sebuah pengetahuannya sendiri dalam berinteraksi dengan lingkungan sekitar (Suryanti dkk., 2022). Berikut salah satu tampilan kegiatan *STEM Zone* dalam penyajian media *e-book* berbasis *STEM*.



Gambar 3. Serangkaian Percobaan Ilmiah Kegiatan *STEM Zone*

Serangkaian percobaan ilmiah pada kegiatan *STEM Zone* salah satunya dicantumkan dalam Gambar 2 berdasarkan tampilan menggunakan *personal computer* (PC). Serangkaian percobaan ilmiah tersebut mencakup tahapan *Get's Know!, That's Problem, Prediction, Experiment, Count and Analyze, Conclusion, dan Let's Prediction*. Adapun rekapitulasi hasil penilaian kegiatan *STEM Zone* masing-masing kelompok sebagai berikut.

Hasil Rekapitulasi Penilaian Kegiatan *STEM Zone*



Gambar 4. Hasil Ketercapaian Penilaian Kegiatan Kelompok

Berdasarkan gambar 4, diperoleh keseluruhan rata-rata skor sebesar 84,1 termasuk dalam kategori tinggi. Berikut rincian setiap indikator dari kegiatan *STEM Zone* yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Nilai Ketercapaian Indikator Literasi Sains Berdarkan Kegiatan *STEM Zone*

No.	Indikator Literasi Sains	Serangkaian Langkah Percobaan Ilmiah dalam <i>STEM Zone</i>	Nilai	
1.	Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah	Kesesuaian <i>Let's Sains-For</i> dengan Komponen Sains	80,71	
		That's Problem		
		Prediction		
2.	Mengevaluasi & Merancang Penyelidikan Ilmiah	Kesesuaian <i>Let's Sains-For</i> dengan Komponen Teknologi	91,07	
		Experiment		
		Kesesuaian <i>Let's Ention</i> dengan Komponen Rekayasa		
3.	Menafsirkan Sata & Bukti Secara Ilmiah	Count and Analyze	80,42	
		Count and Analyze		
		Kesesuaian <i>Let's Mat's</i> dengan Komponen Matematika		
		Count and Analyze	84,07	
		Conclusion		
		Let's Question		
			Rata-rata Nilai Indikator	

Berdasarkan hasil penilaian rata-rata setiap kelompok dan nilai masing-masing indikator literasi sains dalam kegiatan *STEM Zone*. Rata-rata keseluruhan setiap kelompok diperoleh 8,41 yang termasuk kategori sangat tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Suyidno dkk. (2022) yang menegaskan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis *STEM* integrasi empat disiplin ilmu perlu di implementasikan, terutama dalam pengembangan inovasi pembelajaran yang berorientasi pada isu lingkungan. Sejalan dengan hal tersebut, media *e-book* berbasis *STEM* memfasilitasi keterhubungan pengetahuan sains pada materi perubahan lingkungan dengan fenomena yang lebih mendalam yakni *Urban Heat Island*

(UHI) sebagai konteks pembelajaran yang nyata pernah dirasakan oleh masyarakat terkait suhu lingkungan sekitar.

Berdasarkan masing-masing kegiatan tersebut, peserta didik menemukan sebuah permasalahan dalam indikator “menjelaskan fenomena secara ilmiah” sesuai dengan langkah *That’s Problem* dan *Prediction*. Hasil ini menunjukkan adanya kecocokan integrasi komponen sains melalui fitur *Let’s Sains* dengan skor (80,71). Selanjutnya, masing-masing kelompok juga berhasil menyusun dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah melalui tahapan “*Experiment*” yang terintegrasikan dalam fitur *Let’s Techie*.

Fitur *Let’s Techie* dan *Let’s Ention*, diartikan dalam integrasi pendekatan pembelajaran *STEM* komponen teknik/rekayasa melalui serangkaian langkah percobaan ilmiah “*Count and Analyze*” memperoleh skor 91,07 yang termasuk kategori sangat tinggi. Adapun dengan indikator “menafsirkan data dan bukti secara ilmiah” melalui langkah percobaan ilmiah “*Count and Analyze*, *Conclusion*, dan *Let’s Question*” sesuai dengan fitur *Let’s Mat’s* dengan perolehan nilai 80,42. Selaras dengan temuan Rohmah dan Hidayati (2021) peserta didik perlu mengaplikasikan pengetahuan sains dalam konteks nyata. Kegiatan *Let’s Question* juga menjadi sarana evaluatif untuk menilai pemahaman dan keterlibatan peserta didik dalam melakukan percobaan ilmiah.

Percobaan ilmiah dalam kegiatan *STEM Zone* memuat serangkaian langkah pendekatan *STEM* dan indikator literasi sains yang meminta peserta didik untuk berlatih pada indikator literasi sains. Perlunya membandingkan tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) dibandingkan juga dalam kegiatan *STEM Zone* tujuannya agar mengetahui keefektifan peningkatan masing-masing indikator. Berikut rekapitulasi hasil *pre-test* dan *post-test* kemampuan literasi sains yang telah dikerjakan oleh peserta didik dengan jumlah enam butir soal.

Tabel 5. Data Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test* Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik

PD	<i>Pre-Test</i>		<i>Post-Test</i>		<i>N-Gain</i>	Kategori
	N	Ket	N	Ket		
1	45	BT	92	T	0,85	Tinggi
2	45	BT	86	T	0,75	Tinggi
3	65	BT	92	T	0,77	Tinggi
4	65	BT	83	T	0,51	Tinggi
5	73	BT	92	T	0,70	Tinggi
6	38	BT	86	T	0,77	Tinggi
7	35	BT	89	T	0,83	Tinggi

PD	<i>Pre-Test</i>		<i>Post-Test</i>		<i>N-Gain</i>	Kategori
	N	Ket	N	Ket		
8	55	BT	92	T	0,82	Tinggi
9	63	BT	83	T	0,54	Sedang
10	48	BT	92	T	0,85	Tinggi
11	33	BT	89	T	0,84	Tinggi
12	33	BT	92	T	0,88	Tinggi
13	60	BT	92	T	0,80	Tinggi
14	35	BT	86	T	0,78	Tinggi
15	60	BT	94	T	0,85	Tinggi
16	38	BT	92	T	0,87	Tinggi
17	53	BT	92	T	0,83	Tinggi
18	48	BT	92	T	0,85	Tinggi
19	70	BT	100	T	1,00	Tinggi
20	63	BT	92	T	0,78	Tinggi
21	68	BT	92	T	0,75	Tinggi
22	58	BT	92	T	0,81	Tinggi
23	63	BT	86	T	0,62	Sedang
24	73	BT	100	T	1,00	Tinggi
25	58	BT	92	T	0,81	Tinggi
26	55	BT	86	T	0,69	Sedang
27	53	BT	86	T	0,70	Tinggi
28	30	BT	83	T	0,76	Tinggi
Rata-rata	52,7	BT	89,54	T	0,78	Tinggi

Keterangan

PD : Peserta Didik Ke-

N : Nilai

Ket : Keterangan

T : Tercapai

BT : Belum Tercapai

*KKTP mata pelajaran Biologi ≥ 75

Keefektifan media *e-book* berbasis *STEM* dianalisis melalui hasil *pre-test* dan *post-test*. Peserta didik dinyatakan memenuhi kriteria ketercapaian dilihat dari persentase KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) sesuai kurikulum merdeka yang ditentukan oleh masing-masing sekolah (Chasanah dkk., 2023). Informasi yang diperoleh peneliti bahwa KKTP mata pelajaran biologi ≥ 75 , yang mana peserta didik dapat mencapai atau melebihi KKTP yang ditentukan dapat dikatakan memenuhi kriteria ketercapaian kemampuan tes indikator literasi sains. Nilai rata-rata *pre-test* peserta didik sebesar 52,7 yang belum memenuhi kriteria ketercapaian, sedangkan rata-rata *post-test* meningkat signifikan menjadi 89,54. Hal ini menunjukkan adanya

peningkatan ketercapaian tujuan pembelajaran dalam indikator literasi sains. Uji *Normalized Gain* menghasilkan nilai $0,78$ ($0,70 \leq g \leq 1,00$) hasil ini termasuk dalam kategori tinggi. Membuktikan media *e-book* efektif meningkatkan kemampuan literasi sains.

Hasil *N-Gain* yang meningkat sejalan dengan penelitian Sabilah dkk. (2023) menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *STEM* dapat meningkatkan kemampuan literasi sains didukung oleh strategi dalam pembelajaran *STEM*, meliputi, diskusi antar teman sejawat, melakukan penyelidikan ilmiah konstekstual, pengumpulan informasi relevan dan perancangan pengujian solusi. Kemampuan literasi sains diukur menggunakan enam butir soal yang mewakili tiga indikator kemampuan literasi sains. Berdasarkan hasil ketiga indikator tersebut, peserta didik yang memperoleh skor *N-Gain* tinggi ($\geq 0,70$) sebanyak 25, sedangkan 3 peserta didik termasuk dalam kategori sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan tidak terdapat peserta didik yang memperoleh kategori rendah. Rata-rata *N-Gain* sebanyak 0,78 menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kategori tinggi. Analisis dalam masing-masing indikator menunjukkan skor tinggi pada butir soal pertama dan kedua mencakup indikator “menjelaskan fenomena secara ilmiah” dan butir soal ketiga serta keempat mencakup indikator “mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah” keempat butir soal tersebut termasuk kategori tinggi dengan *N-Gain* masing-masing 0,88 dan 0,76. Pecapaian ini menandakan keterlibatan aktif dan minat ketika peserta didik berexperiment.

Pada butir soal lima dan enam mencakup indikator “menafsirkan data dan bukti secara ilmiah” memperoleh *N-Gain* 0,69 yang termasuk kategori sedang, mengindikasikan masih terdapat kesulitan dalam membaca dan menganalisis data *Temperature Humidity Indeks (THI)* menggunakan sensor DHT-11 *software Arduino-Uno*. Sejalan dengan penelitian Harianto (2023), peserta didik menunjukkan penguasaan yang lebih baik dalam indikator menjelaskan fenomena dan merancang penyelidikan dibandingkan menafsirkan data. Temuan serupa ini juga di dukung oleh Latip dan Faisal (2021) menyatakan peserta didik lebih tertarik mengembangkan pemahaman konsep, proses, konteks, sains, dibandingkan dengan penyelesaian soal matematis. Hasil *N-Gain* yang termasuk dalam kategori tinggi menandakan bahwa *pre-test* dan *post-test* materi *UHI* dikatakan efektif meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik kelas X SMA. Keterhubungan peningkatan *pre-test*, kegiatan berlatih dengan *STEM Zone*, hingga *post-test* menunjukkan partisipasi aktif peserta didik dalam mengevaluasi dan merancang percobaan ilmiah. Hal ini

berdampak positif mendukung individu ketika *post-test* yang harus dikerjakan oleh masing-masing peserta didik. Berikut hasil grafik pada Gambar 3 menunjukkan adanya perbandingan ataupun keterhubungan setiap capaian tiap indikator kemampuan literasi sains berdasarkan hasil tes dan kegiatan kelompok yang telah dilaksanakan oleh peserta didik.



Ketercapaian setiap indikator literasi sains menunjukkan peningkatan yang berturut berdasarkan hasil tes dan aktivitas kelompok *STEM Zone*. Indikator “menjelaskan fenomena secara ilmiah” terjadi peningkatan nilai rata-rata *pre-test* 47,70 (grafik warna biru) menjadi 80,71 ketika berlatih dengan kegiatan *STEM Zone* (grafik warna oranye) dan mencapai nilai rata-rata *post-test* 93,62 (grafik warna hijau). Peningkatan ini menunjukkan bukti bahwa adanya keterkaitan ketika pengamatan permasalahan di lingkungan sekitar dengan konsep sains maupun fenomena nyata secara langsung ketika berlatih dalam *STEM Zone* dapat mendorong pemahaman peserta didik (Rahim, 2024). Indikator “mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah” menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 63,39 pada *pre-test* menjadi 91,07 setelah peserta didik berlatih melalui kegiatan *STEM Zone*. Nilai tersebut konsisten dengan hasil *post-test*, yang juga mencapai rata-rata 91,07. Sejalan dengan penelitian Darlis (2024), menekankan pentingnya peserta didik tidak hanya belajar ataupun memahami konsep sains, tetapi juga mampu mengintegrasikan dengan komponen teknologi. Komponen teknik/rekayasa juga merupakan elemen kunci yang terpenting dalam pendekatan *STEM* keduanya saling berhubungan dikarenakan adanya skenario nyata dalam merancang prosedur ilmiah.

Indikator “menafsirkan data dan bukti secara ilmiah” juga mengalami peningkatan nilai rata-rata *pre-test* 48,47 menjadi 80,42 ketika berlatih dengan *STEM Zone* dan mencapai nilai rata-rata *post-test* 83,93. Peningkatan ini menunjukkan adanya perkembangan pemahaman peserta didik terhadap fenomena *Urban Heat Island (UHI)* ketika

memahami prakiraan suhu dan kelembapan. Meskipun awalnya masih mengalami kesulitan dalam menafsirkan data suhu dan kelembapan secara matematis. Peserta didik aktif menganalisis data melalui serangkaian langkah kegiatan *STEM Zone* yakni “*Count and Analyze*” seperti menghitung *Temperature Humidity Indeks (THI)*, menyimpulkan hasil percobaan, menafsirkan data berdasarkan pertanyaan penelitian. Adapun peserta didik belum mencapai nilai maksimal, tetapi latihan ini memperkuat pemahaman mereka dalam menafsirkan bukti ilmiah. Ketercapaian skor *post-test* yang meningkat menjadi bukti bahwa peserta didik secara individu semakin terampil dan kemampuan analitisinya lebih matang. Sejalan dengan penelitian Wahyu dan Davidi, (2020) konteks berliterasi sains meningkat saat peserta didik mampu berargumen dan mampu mengaplikasikannya dalam konteks yang evaluatif tidak hanya sekedar memahami konsep saja.

Ketercapaian setiap indikator kemampuan literasi sains meningkat signifikan seperti yang ditampilkan dalam grafik perbandingan kemampuan literasi sains setiap aspek keefektifan, pada tahap awal yang peserta didik belum mengetahui pemahaman apa itu materi *Urban Heat Island (UHI)* mencakup penyajian butir soal dengan indikator literasi sains dengan diberikan lembar *pre-test*, *STEM Zone* untuk mulai memahami dan berlatih masing-masing komponen *STEM* pada serangkaian percobaan ilmiah di media *e-book* seiring dengan indikator literasi sains yang akhirnya peserta didik mulai memahami dan belajar untuk meningkatkan literasi sainsnya salah satunya menggunakan lembar *post-test*. Peningkatan dari setiap indikator ini mengindikasikan bahwa pemahaman konsep ilmiah yang semakin berkembang, didukung oleh keterlibatan aktif dalam mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah mengikuti teknologi dengan implementasi *Internet of Things (IoT)* serta keterlibatan perancangan teknik/rekayasa. Selain itu, kemampuan matematis analisis data yang juga harus diperlukan selama eksperimen akan memperkuat pola pikir yang logis dan matematis dalam merancang prosedur ilmiah dan menganalisis data.

Ketercapaian masing-masing indikator berdasarkan nilai *pre-test*, *STEM Zone*, dan *post-test* juga digunakan analisis indikator dalam butir soal setiap indikator literasi sains yakni diukur dengan sensitivitas butir soal. Nilai sensitivitas ini menggambarkan sejauh mana butir soal mampu menjadi pengaruh dari proses pembelajaran. Menurut Gronlund, nilai indeks sensitivitas butir soal berada dalam rentang 0,00 hingga 1,00, jika semakin tinggi nilai sensitivitas (*S*) yang dimiliki sebuah butir soal. Semakin besar juga kemampuan butir soal tersebut dalam

membedakan hasil belajar/menjadi pengaruh dalam hasil belajar (Amilia dkk.,2023). Berikut hasil sensitivitas butir soal dengan masing-masing indikator setiap yang tertera dalam enam butir soal tes kemampuan literasi sains.

Tabel 6. Hasil Sensitivitas Butir Soal Kemampuan Literasi Sains

Indikator Literasi Sains	Butir Soal	Pre-Test	Post-Test	Sensitivitas	Kategori
I	1	6	22	0,57	Sensitif
	2	7	24	0,61	Sensitif
II	3	19	28	0,32	Sensitif
	4	3	18	0,54	Sensitif
III	5	9	28	0,68	Sensitif
	6	2	12	0,36	Sensitif
Rata-rata				0,51	Sensitif

Keterangan.

- Indikator I : Menjelaskan fenomena secara ilmiah
 Indikator II : Mengevaluasi & merancang penyelidikan ilmiah
 Indikator III : Menafsirkan data & bukti secara ilmiah

Hasil sensitivitas dari enam butir soal indikator literasi sains memperoleh hasil yang sensitif berurutan 0,57; 0,61; 0,32; 0,54; 0,68; dan 0,36. Hasil tersebut diperoleh dari jumlah peserta didik yang menjawab benar pada uji akhir yaitu *post-test* (Ra) dikurangi jumlah peserta didik yang menjawab benar pada uji awal (*pre-test*) dan dibagi jumlah peserta didik yang mengikuti tes yakni 28 peserta didik. Nilai rata-rata sensitivitas 0,51 menunjukkan bahwa butir soal termasuk dalam kategori sensitif, karena telah memenuhi kriteria nilai sensitivitas $\geq 0,30$. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Nilamsari dan Indah, 2022) yang menyatakan bahwa peningkatan indikator dapat diamati melalui *N-Gain* serta nilai sensitivitas butir soal secara keseluruhan.

Melalui analisis sensitivitas ini, keberhasilan peserta didik juga dipengaruhi oleh efektivitas *treatment* (ketika peserta didik berlatih dengan serangkaian percobaan ilmiah pada fitur *STEM Zone* yang dikembangkan oleh peneliti) (Chasanah dkk., 2023), bukan hanya semata terkait dengan kualitas butir soal. Soal yang sensitif juga berfungsi sebagai evaluatif yang baik, karena mampu mengukur dampak pembelajaran terhadap pemahaman konsep untuk lebih akurat.

Sehubungan dengan hal itu, media *e-book* berbasis *STEM* yang dikembangkan tidak hanya menyajikan materi secara visual dan interaktif, melainkan juga memuat kegiatan berbasis *STEM* yang mendukung peningkatan kemampuan literasi sains pada mata pelajaran biologi, guna mendukung hal tersebut, integrasi komponen sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika merupakan inti dari pendekatan yang kini

menjadi fokus perhatian dunia, dengan adanya media *e-book* dapat mengoptimalkan peserta didik untuk ber eksperimen, menyelesaikan masalah nyata dan merancang solusi untuk meningkatkan kemampuan literasi sains.

PENUTUP

Simpulan

Media *electronic book (e-book)* berbasis *STEM* pada materi *Urban Heat Island (UHI)* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik kelas X SMA, telah dinyatakan valid ditinjau dari aspek penyajian, isi, dan kebahasaan. Keefektifan media *e-book* berbasis *STEM* diukur berdasarkan analisis hasil kemampuan literasi sains peserta didik menggunakan kegiatan *STEM Zone*, lembar *pre-test*, dan lembar *post-test*. Selain itu, juga dilakukan indeks sensitivitas butir soal terhadap indikator literasi sains untuk mengetahui pengaruh dari proses pembelajaran.

Media *e-book* dinyatakan efektif memperoleh rata-rata nilai indikator literasi sains 84,07 dari kegiatan *STEM Zone*. Hal ini menunjukkan, nilai tersebut termasuk kategori yang sangat tinggi. Berdasarkan tes kemampuan literasi sains juga diperoleh hasil nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik diperoleh rata-rata *N-Gain* 0,78(tinggi). Ketiga indikator tersebut juga diperoleh rata-rata sensitivitas 0,51 dari keenam butir soal *pre-test* dan *post-test* sehingga dapat dinyatakan media *e-book* berbasis *STEM* pada materi *Urban Heat Island (UHI)* yang dikembangkan efektif berpengaruh untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik kelas X SMA.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan, adapun beberapa saran yang diberikan oleh peneliti, yaitu perlu adanya Penelitian lanjutan diperlukan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *STEM* pada materi *Urban Heat Island (UHI)* dengan fokus memperhatikan indikator kemampuan literasi sains “menafsirkan data dan bukti secara ilmiah” sebaiknya mengintegrasikan aspek matematika dalam *STEM* secara kolaboratif dengan materi pelajaran biologi untuk mendukung pemahaman.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si yang telah memberikan masukan dan saran pada peneliti demi terselesaikannya penelitian ini dan kepada dosen penguji, yang telah melakukan penilaian validasi beserta perbaikan agar media ini dapat layak di uji cobakan. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada Ianatur Rofiqoh S.Pd

selaku validasi guru biologi di SMA Ta'miriyyah Surabaya dan peserta didik kelas X IPA 2 SMA Ta'miriyyah Surabaya tahun ajaran 2024/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Ginanjar Arip, A. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis *STEM* Dengan Media Canva Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Numerasi Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(22), 888–903.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.1015299>
- Afidah, N., & Sudibyo, E. (2025). Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa di SMP Negeri 51 Surabaya. *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 648–658.
<https://doi.org/10.51878/science.v4i4.4121>
- Al Avina, Y. P., & Winarsih, W. (2020). Pengembangan Instrumen Penilaian sebagai Contoh Paket Soal *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(2), 217–223.
<https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n2.p217-223>
- Amilia, S., Rahayu, D. W., Ibrahim, M., & Rulyansah, A. (2023). Penerapan Media Potoon Pada Pembelajaran Materi Perubahan Wujud Benda terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Kelas III. *NUSRA: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 4(3), 428–439.
<https://doi.org/10.55681/nusra.v4i3.1241>
- Arkadiantika, I., Ramansyah, W., Effindi, M. A., & Dellia, P. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Reality pada Materi Pengenalan Termination dan Splicing Fiber Optic. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.24269/dpp.v0i0.2298>
- Azhari, M. A., Sriyanti, I., & Marlina, L. (2025). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul Berbasis *STEM* dengan Memanfaatkan Membran Nanofiber pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Journal for Physics Education and Applied Physics*, 7(1).
- Chasanah, M. C., Purwaningsih, W. I., & Nugraheni, P. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Discovery Learning yang Berorientasi Pada Kemampuan Numerasi Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Sains Teknologi*, 5(1), 325–330.
<https://doi.org/10.55338/saintek.v5i1.1636>
- Darlis Ab. (2024). Pembelajaran *STEM* untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Materi Sistem Pencernaan Makanan. *Jurnal Inovasi Guru Indonesia*, 1(1), 7–12.
<https://doi.org/10.63202/jigi.v1i1.24>
- Hajrah, H., Nasir, M., & Olahairullah, O. (2021).

- Implementasi Model Pembelajaran *Discovery Learning* untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas XI di SMA Negeri 1 Soromadi. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 5(4), 1113–1118. <https://doi.org/10.58258/jisip.v5i4.2439>
- Harianto, R. (2023). Media Pembelajaran Digital Phisics Module (DPM) di SMA: Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 86–92. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.303>
- Latip, A., & Faisal, A. (2021). Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa melalui Media Pembelajaran IPA Berbasis Komputer. In *Jurnal Pendidikan UNIGA* (Vol. 15, Issue 1, p. 444). <https://doi.org/10.52434/jp.v15i1.1179>
- Mellyzar, M., Zahara, S. R., & Alvina, S. (2022). Literasi Sains Dalam Pembelajaran Sains Siswa Smp. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 5(2), 119. <https://doi.org/10.31764/pendekar.v5i2.10097>
- Muliama, A., Sakdiah, H., & Ginting, F. W. (2022). Analisis *Employability Skill* dan Literasi Sains Siswa Melalui *Authentic Self-Assessment* pada Kurikulum Merdeka di SMA Aceh Utara. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 11(1), 24–32. <https://doi.org/10.24252/jpf.v11i1.34010>
- Mursitaningrum, R. S., Yuliani, & Yakub, P. (2019). Keefektifan LKPD Berbasis *Guided Discovery* untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), 97–104.
- Nilamsari, W., & Indah, N. (2022). Implementasi LKPD Elektronik Berbasis *Guided Discovery* pada Materi Fotosintesis untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(2), 446–456.
- Nirmalasari, Santiani, & Rohmadi, H. M. (2016). Penerapan Model Pembelajaran *Learning Cycle* terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Getaran Harnomis. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika*, 4(3), 74–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.23971/eds.v4i2.511>
- Nurhasanah, N., Denny, Y. R., & Utami, S. I. (2020). Penerapan Media Pembelajaran Majalah Fisika “Physicsmagz” Berbasis *Contextual Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains. *SPEKTRA : Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.32699/spektra.v6i1.129>
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA. In *Perfiles Educativos* (Vol. 1). OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pratama, W. I., & Andrianingsih. (2024). Rancang Bangun Pemantau Suhu dan Kelembapan di Kota Depok dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 8(1), 210–217. <https://doi.org/10.35870/jtik.v8i1.1449>
- Rafidah, H. N., & Rachmadiarti, F. (2022). Pengembangan *E-Book* Berbasis Collaborative Learning pada Submateri Pencemaran Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 418–433. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p418-433>
- Rahanli, A. M. M., & Puspitawati, R. P. (2025). Visualisasi Trend Penelitian Bibliometrik Pada Bidang STEM Pembelajaran Biologi Dalam Rentang Tahun 2021-2023. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(1), 249–259.
- Rahim, A. (2024). Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Pendekatan Proyek Sains Interdisipliner di Tingkat Sekolah Menengah. *Journal Sains and Education*, 2(2), 60–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.59561/jse.v2i02.424>
- Rajagukguk, K. P., Lubis, R. R., Kirana, J., & Rahayu, N. S. (2021). Pelatihan Pengembangan Media Pembelajaran Model 4D Pada Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 14–22.
- Rohmah, I. L., & Hidayati, S. N. (2021). Analisis Literasi Sains Peserta Didik SMPN 1 Gresik. *PENSA E-JURNAL :Pendidikan Sains*, 9(3), 363–369.
- Sabila, S., Tanjung, I. F., & Jayanti, U. N. A. D. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Materi Bioteknologi. *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 4(1), 33–43. <https://doi.org/10.37304/bed.v4i1.10762>
- Sukma, I. M., Marianti, A., & Ellianawati. (2023). Development of an *E-Book* Based on STEM-Integrated Creative Problem Solving on Environmental Change Material to Improve Students' Critical Thinking and Creative Thinking. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6111–6121. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4356>
- Surata, I. K., Sudiana, I. M., & Sudirgayasa, I. G. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi. *Journal of Education Technology*, 4(1), 22. <https://doi.org/10.23887/jet.v4i1.24079>
- Suryanti, E., Jamaluddin, J., & Merta, I. W. (2022). Pengaruh Pembelajaran Daring dengan Model *Reading Quistioning and Aswering (RQA)* Terhadap Hasil Belajar Kognitif Biologi Peserta

Didik Kelas X di SMAN 1 Madapangga Kabupaten Bima. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4). <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4.666>

Suyidno, S., Fitriyani, F., Miriam, S., Mahtari, S., & Siswanto, J. (2022). STEM-Problem Based Learning: Pembelajaran Inovatif untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa di Era Industri 4.0. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(2), 163–170.

<https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i2.11402>

Wahyu, Y., & Davidi, E. I. (2020). SERBA SERBI STEM. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng.