PENGEMBANGAN *E-BOOK* INTERAKTIF TIPE *FLIPBOOK* BERBASIS PBL MATERI VIRUS UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI SAINS MURID

Lailatus Sofia[1], Sifak Indana[2]
[1,2]Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya
[1]laila.22138@mhs.unesa.ac.id,[2]sifakindana@unesa.ac.id

ABSTRACT

This research was initiated by the low scientific competence among tenth-grade high school students due to the limitations of static printed teaching materials, which were insufficient to visually demonstrate the dynamic nature of abstract virus topics. This empirical gap called for an innovative, dynamic, and student-centered digital learning medium. Therefore, this study aimed to develop and evaluate the validity, practicality, and effectiveness of an interactive e-book of the flipbook type based on Problem-Based Learning (PBL) on virus material to improve students' scientific competence. Employing a Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model, a limited trial was conducted on 30 tenth-grade students of class X-9 at SMA Negeri 17 Surabaya during the 2025/2026 academic year. Data collection instruments included expert validation sheets, student response questionnaires, learning implementation observation sheets, and learning outcome tests (pre-test and post-test), which were analyzed using the Normalized Gain (N-gain) test. The validation results from experts indicated that the developed interactive e-book was highly valid, scoring an overall average percentage of 97.91%. In terms of practicality, the media received highly positive feedback on linguistic aspects with an average score of 98.88% (highly practical). Furthermore, the effectiveness test demonstrated a significant increase in students' scientific competence, as evidenced by an average N-gain score of 0.87, which falls into the high criteria, alongside a 100% classical mastery learning rate where all students surpassed the minimum criteria (KKTP >76). The most optimal improvement was achieved in the indicator of explaining phenomena scientifically, with an N-gain score reaching 0.93. In conclusion, the PBL-based interactive e-book of the flipbook type on virus material is highly feasible, practical, and effective for enhancing high school students' scientific competence.

Keywords: Interactive E-Book, Flipbook, Problem Based Learning, Virus Material, Scientific Competence.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kompetensi sains murid kelas X SMA akibat keterbatasan bahan ajar cetak yang kurang interaktif dalam memvisualisasikan materi virus yang bersifat abstrak. Kesenjangan ini memerlukan inovasi media digital yang dinamis dan berpusat pada murid. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas, kepraktisan, dan keefektifan *e-book* interaktif tipe

flipbook berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus untuk meningkatkan kompetensi sains murid. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Subjek uji coba terbatas adalah 30 murid kelas X-9 SMA Negeri 17 Surabaya tahun ajaran 2025/2026. Instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi, angket respon murid, lembar observasi, dan tes hasil belajar (*pretest* dan *posttest*) yang dianalisis dengan uji N-gain. Hasil uji validitas oleh para ahli menunjukkan *e-book* memperoleh rata-rata persentase sebesar 97,91% (sangat valid). Ditinjau dari kepraktisan, aspek kebahasaan mendapatkan skor rata-rata 98,88% (sangat praktis). Hasil uji keefektifan menunjukkan adanya peningkatan kompetensi sains murid secara signifikan dengan nilai rata-rata N-gain sebesar 0,87 (kriteria tinggi) dan ketuntasan klasikal mencapai 100% (melampaui KKTP >76). Peningkatan tertinggi dicapai pada indikator menjelaskan fenomena secara ilmiah (N-gain 0,93). Kesimpulannya, *e-book* interaktif tipe *flipbook* berbasis PBL materi virus sangat layak, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kompetensi sains murid.

Kata Kunci: *E-Book* Interaktif, *Flipbook*, Problem Based Learning, Materi Virus, Kompetensi Sains.

A. Pendahuluan

Memasuki abad ke-21 yang semuanya serba digital, dunia pendidikan dituntut untuk menggeser paradigma pembelajaran dari yang semulanya hanya sekadar hafalan materi menjadi pembentukan kompetensi aktif murid. Salah satu keterampilan yang harus dikuasai oleh murid pada abad ke-21 menurut *World Economic Forum* dan PISA adalah kompetensi sains, yang mencakup kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti nyata. Namun, kondisi nyata di lapangan sering kali menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan penguasaan kompetensi sains dengan realita pembelajaran di sekolah. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pra penelitian di SMA Negeri 17 Surabaya, menunjukkan kompetensi sains murid pada materi virus masih rendah. Sebanyak 86,7% murid mengaku kesulitan dalam memahami materi tersebut dikarenakan karakteristik materi virus yang sangat mikroskopis, abstrak, serta proses replikasi yang kompleks seringkali memicu miskonsepsi jika hanya disampaikan secara tekstual. Hal ini semakin diperparah dengan keterbatasan ketersediaan bahan

ajar, dimana guru masih dominan menggunakan buku teks cetak konvensional yang berwarna hitam putih yang bersifat statis, kurang interaktif, dan tidak mampu memvisualisasikan virus secara lebih nyata. Minimnya bahan ajar yang mampu memvisualisasikan materi virus membuat siswa kesulitan dalam membangun pemahaman yang tepat sehingga kegiatan pembelajarran di dalam kelas cenderung berada pada metode hafalan tanpa makna. Selain itu, metode pembelajaran yang masih didominasi ceramah membuat siswa pasif dan kurang terlibat aktif, yang berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan kompetensi sains murid.

Beberapa penelitian terdahulu sudah berupaya untuk mengintegrasikan media digital untuk mengatasi permasalahan mengenai keabstrakan materi biologi. Penelitian yang dilakukan oleh Muhlas dan Kuntjoro (2019) serta Azizah dan Budijastuti (2020) menunjukkan bahwa penggunaan modul digital dengan efek membolak-balik halaman (*flipbook*) efektif dalam meningkatkan minat visual dan kemandirian belajar siswa kelas X. Kemudian penelitian Fadzilah dan Isnawati (2024) menemukan bahwa pengembangan *e-book* interaktif terbukti efektif dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis pada materi biologi yang sulit yakni enzim dan metabolisme. Selain efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis, *e-book* interaktif juga efektif dalam melatihkan kemampuan kompetensi digital murid pada materi respirasi seluler (Shiyamsyah & Yuliani, 2022). Hal ini semakin memperkuat urgensi pengembangan media pembelajaran digital untuk membantu meningkatkan kompetensi sains murid. Di sisi lain, integrasi model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dalam bahan ajar juga telah dibuktikan oleh Andini dan Qomariyah (2022) yang menyatakan bahwa model PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis murid karena menghadapkan mereka langsung pada permasalahan nyata di lapangan.

Adanya kesenjangan antara tuntutan keterampilan abad ke-21 yang harus dikuasai murid yakni kemampuan kompetensi sains dengan keterbatasan bahan ajar yang digunakan dalam proses belajar mengajar materi virus di SMA Negeri 17 Surabaya menjadi dasar perlunya inovasi media pembelajaran berbasis

teknologi. Meskipun pemanfaatan *flipbook* maupun model PBL sudah banyak diteliti, sebagian besar pengembangan media digital sebelumnya masih memiliki keterbatasan teknis. Banyak *e-book* yang dikembangkan hanya sekadar perubahan atau pemindahan teks dari kertas ke layar (statis) atau mengharuskan siswa untuk mengakses tautan (*hyperlink eksternal*) untuk sekadar melihat video ilustrasi. Hal ini justru mengakibatkan hilangnya konsentrasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, belum ada penelitian bahan ajar digital tipe *flipbook* interaktif yang didesain secara spesifik menggunakan sintaks PBL khususnya yang dirancang untuk mengukur peningkatan tiga indikator utama kompetensi sains versi PISA terbaru secara utuh pada materi virus. Oleh karena itu, diperlukan sebuah media inovatif yang menggabungkan seluruh komponen multimedia (video, kuis interaktif, fitur balik halaman) secara mandiri di dalam satu kesatuan produk yang terstruktur berbasis masalah.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, maka tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan *e-book* interaktif tipe *flipbook* berbasis PBL pada materi virus untuk meningkatkan kompetensi sains siswa kelas X SMA. Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teknologi pembelajaran biologi, khususnya dalam pengembangan media interaktif berbasis masalah. Secara praktis, media ini diharapkan dapat menjadi alternatif bahan ajar digital mandiri yang membantu guru Biologi dalam menerapkan pembelajaran mendalam (*deep learning*) serta mempermudah siswa memahami materi-materi biologi yang bersifat abstrak.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development* / R&D) dengan menerapkan model ADDIE yang secara sistematis melalui lima tahapan utama. Tahapan tersebut diawali dari analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).

Subjek yang terlibat dalam uji coba terbatas ini adalah murid kelas

X-9 SMA Negeri 17 Surabaya tahun ajaran 2025/2026 dengan jumlah total 30 murid. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut memiliki rata-rata nilai kompetensi sains awal yang homogen dan relatif rendah, namun seluruh siswanya difasilitasi *smartphone* atau laptop yang mampu untuk menjalankan media interaktif berbasis web secara optimal.

Data penelitian dikumpulkan secara keseluruhan melalui kombinasi beberapa teknik dan instrumen yang telah dinyatakan valid sebelum digunakan. Teknik penilaian para ahli menggunakan instrumen lembar validasi ahli materi dan ahli media untuk mengukur kelayakan teoretis produk dari sudut pandang akademisi menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1 sampai 4. Selanjutnya, teknik angket menggunakan lembar angket respon siswa berbasis skala Guttman dengan pilihan jawaban "Ya" atau "Tidak" guna mengukur kepraktisan media dari sisi kemudahan navigasi, keterbacaan, aspek kebahasaan, dan pengalaman pengguna (*user experience*). Untuk teknik observasi, digunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh observer guna mencatat kesesuaian aktivitas instruksional guru dan siswa dengan tahapan PBL yang terintegrasi di dalam *e-book*. Sementara itu, teknik tes menggunakan instrumen soal pilihan ganda dan essai sebanyak 7 butir yang disusun berdasarkan indikator kompetensi sains PISA 2025 dan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan, yang diberikan sebagai *pretest* sebelum uji coba dilakukan dan *posttest* setelah uji coba dilaksanakan.

Kriteria kevalidan dan kepraktisan merujuk pada ketentuan yang diadaptasi dari skala Likert dan Guttman (Sangat Layak/Praktis jika persentase $\geq$ 71%). Sementara itu, untuk keefektifan terhadap peningkatan kompetensi sains murid, data skor *pretest* dan *posttest* dihitung menggunakan rumus uji *Normalized Gain* (N-Gain). Kriteria peningkatan skor N-Gain ditentukan sebagai "Tinggi" jika Gain $\geq$ 0,7; "Sedang" jika gain 0,3 $\leq$ Gain < 0,7; dan "Rendah" jika Gain < 0,3. Ketuntasan hasil belajar murid secara klasikal juga diukur berdasarkan ketercapaian nilai KKTP sekolah (>76).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran digital berbentuk *e-book* interaktif tipe *flipbook* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus untuk meningkatkan kompetensi sains murid kelas X SMA Fase E. Adapun tampilan *e-book* interaktif tipe *flipbook* yang telah dikembangkan oleh peneliti yakni sebagai berikut:



Gambar 1. Tampilan *E-Book* Interaktif Tipe *Flipbook* Materi Virus

E-book interaktif tipe flipbook yang dikembangkan mengintegrasikan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk membantu meningkatkan kompetensi sains murid pada materi virus, yang terdiri dari tiga bagian yakni pendahuluan, isi, dan penutup. Pada bagian pendahuluan terdapat *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, fitur-fitur *e-book*, sintaks kegiatan pembelajaran, capaian pembelajaran, peta konsep, tujuan pembelajaran, kompetensi dan apersepsi. Bagian isi memuat seputar materi virus, kegiatan pembelajaran yang disesuaikan dengan sintaks PBL dan fitur *e-book*.

E-book interaktif tipe *flipbook* yang telah dikembangkan dan telah melalui tahap revisi selanjutnya akan divalidasi oleh dua dosen ahli yakni ahli media dan ahli materi. Tujuan dari tahap validasi ini untuk menguji kualitas produk sebelum digunakan serta memastikan produk layak dipakai. Hasil validasi dapat diamati pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Validasi Media *E-Book* Interaktif Tipe *Flipbook* Materi Virus

Aspek yang dinilai	Persentase
Kelayakan Media dan Penyajian	97,91
Kelayakan Materi (Isi)	95,83
Kebahasaan	100
Rata-rata Validitas Keseluruhan	**97,91**
Kriteria	**Sangat Valid**

Hasil validasi aspek kelayakan media dan penyajian *e-book* interaktif materi virus memperoleh rata-rata 97,91% (Sangat Valid). Hal ini menunjukkan bahwa fitur interaktif (tombol navigasi, audio, video animasi) berfungsi optimal, ringan, dan mudah diakses lintas perangkat

via tautan. Integrasi *platform eksternal* seperti Google Form (kuis) dan Google Docs (pengumpulan tugas) juga berjalan lancar untuk mendukung sintaks *Problem Based Learning* (PBL) dan visualisasi konkret (misalnya kasus DBD di Jawa Timur pada fitur *Virus Story*). Validasi positif ini membuktikan bahwa *e-book* memenuhi standar teknis yang ketat (Mahendri *et al*., 2023) sehingga layak meningkatkan kompetensi sains murid melalui model PBL.

Validasi aspek kelayakan materi mendapatkan rata-rata 95,83% (Sangat Valid), menunjukkan akurasi ilmiah dan kesesuaian konten dengan kurikulum serta pendekatan PBL. Melalui fitur *Virus Story* (kasus DBD) dan *Virus Investigation Hub* (observasi mandiri), materi disajikan secara instruksional untuk melatih kemampuan murid mengidentifikasi masalah hingga merancang penyelidikan, sejalan dengan prinsip kompetensi sains yang menuntut penerapan ilmu biologi dalam fenomena nyata. Secara keseluruhan, tingginya validitas isi ini menjamin informasi tersampaikan secara akurat kepada murid (Azizah & Budijastuti, 2021).

Aspek kebahasaan memperoleh persentase 100% (Sangat Valid) hal ini dikarenakan bahasa yang digunakan dinilai komunikatif dan sesuai dengan perkembangan kognitif murid kelas X SMA serta telah mengikuti PUEBI, menggunakan istilah biologi yang bebas ambigu, dan menyajikan instruksi sintaks PBL yang jelas agar siswa dapat belajar secara mandiri. Bahasa yang sistematis ini penting untuk menjembatani informasi dan membantu murid mengidentifikasi fenomena ilmiah tanpa kendala (Zuhlia & Raharjo, 2026).

Secara keseluruhan, rata-rata persentase validitas *e-book* dari aspek media, materi, dan bahasa mencapai 97,91% (Sangat Valid). Hasil ini menegaskan bahwa *e-book* interaktif *flipbook* berbasis PBL pada materi virus telah memenuhi syarat kelayakan teoritis secara teknis, substansi ilmiah, maupun kualitas bahasa, sehingga sangat layak diimplementasikan pada tahap uji coba terbatas untuk mengukur efektivitasnya terhadap kompetensi sains murid.

Selanjutnya data kepraktisan *e-book* interaktif tipe *flipbook* berbasis PBL materi virus didapatkan dengan menggunakan dua instrumen yakni

lembar observasi keterlaksanaan kegiatan pembelajaran dan lembar angket respon murid. Adapun data yang didapatkan setelah uji coba terbatas yakni pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Observasi Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran Murid

Aspek yang dinilai	Persentase
Interaksi Murid dengan *E-Book*	100
Keterlaksanaan Sintaks Model *Problem Based Learning* (PBL)	100
Keterlaksanaan Peningkatan Kompetensi Sains	98,14
Rata-rata Keseluruhan Aspek	**99,38**
Kriteria	**Sangat Praktis**

Dari data yang telah diperoleh dapat diamati bahwa skor rata-rata sub aspek interaksi murid memperoleh nilai 100% (Sangat Praktis). Hasil ini menunjukkan murid sangat lancar dalam mengoperasikan fitur teknis *e-book* (membalik halaman, memahami ikon/navigasi, mengklik *hyperlink*, serta melakukan *zoom-in/out* gambar). Kemudahan aksesibilitas grafis, video, dan *hyperlink* yang fleksibel kapan saja dan di mana saja ini mendukung pemenuhan standar kepraktisan media pembelajaran digital (Andini & Qomariyah, 2022).

Keterlaksanaan sintaks *Problem Based Learning* (PBL) berjalan lancar dengan skor rata-rata 100% (Sangat Praktis). Pada sintaks orientasi masalah, murid aktif mengeksplorasi kasus faktual DBD di Jawa Timur lewat fitur *Virus Story*, lalu mengidentifikasi masalah tersebut dalam fitur *Virus Detective*. Penggunaan masalah faktual ini berhasil memicu rasa ingin tahu dan memberikan makna pada aktivitas belajar. Selain itu, aktivitas observasi lingkungan hingga presentasi kelompok membuktikan bahwa *e-book* ini efektif mengubah peran guru menjadi fasilitator dan menempatkan murid sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuannya.

Aspek keterlaksanaan kompetensi sains memperoleh skor rata-rata 98,14% (Sangat Praktis). Variasi nilai terjadi pada indikator menjelaskan fenomena secara ilmiah; sebesar 87% murid mampu mengidentifikasi dan menuliskan masalah pada fitur *Virus Story* secara spesifik dan kritis. Namun, sekitar 13% murid masih mengidentifikasi masalah secara umum atau belum berbentuk rumusan masalah. Hal ini

menunjukkan bahwa stimulus *e-book* sudah sesuai, tetapi kemampuan kognitif sebagian murid masih berkembang. Sebagai tindak lanjut, peneliti memberikan bimbingan khusus di akhir sesi melalui pertanyaan pemantik untuk mengarahkan murid tersebut menyusun rumusan masalah secara tepat. Hasilnya, 13% murid berhasil menyelesaikan tahapan tersebut. Kondisi ini menegaskan bahwa peran guru sebagai fasilitator tetap krusial di samping dukungan media interaktif. Sementara itu, fitur lain seperti *Virus Investigation Hub* sukses mendorong murid menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis sesuai kerangka kompetensi sains OECD 2023. Media digital dinilai praktis jika mendapat respons positif terkait kemudahan akses, penggunaan, dan efektivitasnya dalam mencapai tujuan pembelajaran (Amalia & Fathurrahman, 2023).

Tingginya skor rata-rata keseluruhan aspek pada **Tabel 2.** menegaskan bahwa *e-book* interaktif tipe *flipbook* ini berfungsi sebagai lingkungan belajar digital yang terukur dan terarah. Dengan demikian, media ini dinyatakan sangat praktis dan layak digunakan sebagai media pembelajaran inovatif untuk memfasilitasi pembelajaran biologi yang kontekstual, faktual, berbasis masalah, serta efektif meningkatkan kompetensi sains murid di era digital.

Selain menggunakan lembar observasi keterlaksanaan kegiatan pembelajaran, kepraktisan juga ditinjau dari hasil angket repon murid. Berikut ini akan disaikan tabel mengenai kepraktisan berdasarkan angket respon murid.

Tabel 3. Hasil Angket Respon Murid

Aspek yang dinilai	Persentase
Tampilan	100
Kemudahan dalam Penggunaan	97,77
Isi	100
Bahasa	98,88
Rata-rata Keseluruhan Aspek	**99,16**
Kriteria	**Sangat Praktis**

E-book interaktif berbasis PBL pada materi virus dinyatakan praktis karena hasil analisis angket respon murid mencapai rata-rata keseluruhan 99,16% (Sangat Praktis), jauh melampaui batas minimal kepraktisan sebesar >71%. Hasil ini membuktikan bahwa *e-book* mampu menciptakan pembelajaran digital yang nyaman dan sesuai kebutuhan murid. Pada aspek tampilan media memperoleh

skor sempurna 100% (Sangat Praktis) dari 30 murid. Kombinasi warna, tata letak, kualitas gambar, video, tombol navigasi, dan tautan eksternal dinilai sangat menarik. Tampilan visual yang estetik ini berfungsi menjaga fokus, minat belajar, serta memberikan pengalaman belajar yang dinamis dibanding buku konvensional.

Selanjutnya pada aspek kemudahan penggunaan meraih rata-rata 97,77% (Sangat Praktis). Hal ini dikarenakan terdapat satu indikator dengan skor sedikit lebih rendah pada sub aspek operasional awal. Berdasarkan kolom komentar, seorang murid mengalami kendala saat pertama kali mengakses fitur interaktif tertentu. Setelah ditelusuri, kendala tersebut bersifat situasional karena murid yang bersangkutan tidak berada di kelas saat orientasi awal. Peneliti menindaklanjutinya dengan memberikan bimbingan langsung kepada murid tersebut.

Aspek isi (materi) mendapatkan respon sempurna 100% (Sangat Praktis). Murid merasa terbantu oleh integrasi model PBL melalui analisis kasus nyata wabah virus. Video animasi dan infografis interaktif sukses memvisualisasikan struktur virus yang mikroskopis, sementara aktivitas penyelidikan melatih kemampuan merancang solusi. Hasil wawancara menegaskan murid lebih menyukai pembelajaran berbasis masalah dan observasi lapangan daripada kelas konvensional yang monoton.

Terakhir pada aspek bahasa memperoleh rata-rata 98,88% (Sangat Praktis). Hal ini dikarenakan pada sub aspek kemudahan bahasa terdapat satu murid menyatakan adanya beberapa kalimat yang sulit dimengerti. Setelah dikonfirmasi, murid tersebut belum mengeksplorasi fitur *Word Explorer* (kamus mini) dan glosarium yang telah disediakan peneliti. Temuan ini menunjukkan pentingnya penguatan instruksi di awal pembelajaran agar murid dapat memanfaatkan seluruh fitur pendukung kebahasaan secara optimal. Perpaduan visual interaktif, kemudahan operasional, materi relevan, dan fitur kebahasaan yang lengkap menjadikan *e-book* ini sangat praktis untuk meningkatkan kompetensi sains murid. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurrahmah & Sukarmin (2023) yang menyatakan bahwa kepraktisan media digital ditinjau melalui angket respon murid yang meliputi aspek tampilan,

kemudahan penggunaan, penyajian materi, serta kemudahan bahasa.

Pada penelitian pengembangan, *e-book* interaktif tipe *flipbook* materi virus, dikatakan efektif apabila terdapat peningkatan skor N-gain yang signifikan ditinjau dari tes hasil belajar yang sudah dikerjakan oleh murid saat kegiatan pembelajaran dilaksanakan. Tes hasil belajar ini berupa *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada murid. Adapun hasil perhitungan skor N-Gain dari 30 murid pada setiap indikator kompetensi sains yakni disajikan berikut dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Skor N-Gain Indikator Kompetensi Sains

Indikator Kompetensi Sains	Nilai Rata-rata		Skor N-Gain
	Pretest	*Posttest*	
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	26,66	95,00	0,93
Meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan.	35,00	95,00	0,92
Menyusun dan mengevaluasi desain desain untuk penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis.	50,27	91,11	0,82

Berdasarkan **tabel 4.** terlihat jelas benar adanya terjadi peningkatan nilai rata-rata yang signifikan dari tahap *pretest* menuju *posttest* pada seluruh aspek indikator kompetensi sains yang diuji. Selanjutnya setiap indikator kompetensi sains juga akan dianalisis ketuntasan hasil belajarnya pada *pretest* dan *posttest.* Murid akan dinyatakan tuntas apabila sudah berhasil memenuhi KKTP apabila nilainya >76.

Uji coba terbatas pada 30 siswa kelas X SMA menunjukkan bahwa penggunaan *e-book* interaktif *flipbook* berbasis PBL pada materi virus efektif meningkatkan kompetensi sains murid secara signifikan. Peningkatan ini merata pada semua indikator berdasarkan perolehan rata-rata skor N-Gain. Pada indikator pertama, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, nilai rata-rata murid melonjak dari *pretest* sebesar 26,66 menjadi 95,00 pada *posttest,* dengan skor N-gain tertinggi sebesar 0,93 (Tinggi). Keberhasilan ini didorong oleh fitur *Virus Story* yang menyajikan kasus faktual DBD di Jawa Timur guna

melatih murid mengaitkan konsep biologi dengan realitas lingkungan. Sejalan dengan Sari et al. (2025), kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah memang akan meningkat optimal jika pembelajaran dikaitkan langsung dengan fenomena nyata di sekitar murid.

Peningkatan signifikan juga terjadi pada indikator kedua, yakni meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan, dengan kenaikan rata-rata dari 35,00 menjadi 95,00, serta skor N-gain 0,92 (Tinggi). Hasil ini membuktikan bahwa murid mampu mengambil keputusan berbasis data melalui dukungan fitur *Virus Analyzer* dan *Virus Thinker* yang memfasilitasi analisis observasi lingkungan, presentasi solusi larvasida alami, dan refleksi kritis. Hal ini diperkuat oleh penelitian Elmanazifa *et al*. (2023) yang menyatakan bahwa model PBL efektif melatih murid mengembangkan kemampuan mengambil keputusan berdasarkan konsep sains saat memecahkan kasus nyata.

Sementara itu, indikator ketiga yakni menyusun dan mengevaluasi desain penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data secara kritis memperoleh skor N-gain terendah dibanding indikator lainnya, yaitu sebesar 0,82 (Tinggi). Skor N-gain yang relatif lebih rendah ini bukan menunjukkan kelemahan media, melainkan karena nilai awal *pretest* murid yang sudah tinggi (50,27) sehingga ruang peningkatan secara matematis menjadi lebih terbatas. Menariknya, pada tahap *posttest*, indikator ketiga ini justru mencatat persentase ketuntasan tertinggi mencapai 96,66% (Sangat Tuntas). Stabilitas murid dalam menjawab soal esai yang menuntut kemampuan mencipta (C6) ini dipengaruhi oleh aktivitas langsung pada fitur *Virus Detective* dan *Virus Investigation Hub*. Melalui observasi sarang jentik nyamuk di lapangan, murid mendapatkan pengalaman langsung untuk menyusun argumen logis terkait protokol keselamatan dan edukasi masyarakat. Sejalan dengan Daud (2024), pendekatan kontekstual (CTL) melalui pengalaman langsung terbukti mempermudah murid dalam memahami dan mengingat materi secara mendalam.

Secara keseluruhan, analisis ketuntasan hasil belajar menunjukkan perubahan kesiapan belajar murid yang drastis. Saat *pretest*, mayoritas

indikator menunjukkan persentase ketuntasan 0% (kecuali indikator kedua sebesar 6,66%), yang menandakan murid belum mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Namun setelah dua pertemuan menggunakan *e-book*, seluruh indikator berhasil melampaui batas KKTP (76) dan mencapai kriteria "Sangat Tuntas" di atas 90% (indikator 1 dan 2 sebesar 90%, serta indikator 3 sebesar 96,66%). Dengan demikian, aktivitas berbasis masalah dan fitur interaktif dalam *e-book* ini terbukti efektif sebagai lingkungan belajar digital yang sukses memfasilitasi penguasaan materi virus sekaligus meningkatkan kompetensi sains murid.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, *e-book* interaktif tipe *flipbook* berbasis PBL pada materi virus dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk pembelajaran. Media ini terbukti sangat valid secara teoritis berdasarkan penilaian ahli dengan rata-rata 97,91%. Selain itu, tingkat kepraktisannya berkategori sangat praktis, ditinjau dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran (99,38%) dan angket respon murid (99,16%) yang menunjukkan proses belajar berjalan lancar dan menarik bagi siswa. *E-book* ini juga sangat efektif meningkatkan kompetensi sains murid, dibuktikan dengan perolehan rata-rata nilai *posttest* sebesar 92,66% dan rata-rata skor N-gain sebesar 0,87.

Peneliti menyarankan beberapa perbaikan untuk pengembangan media di masa mendatang. Pengembang selanjutnya diharapkan dapat mengintegrasikan sistem pengumpulan tugas langsung di dalam *e-book* tanpa aplikasi eksternal, membuat versi offline, dan menambah variasi fitur interaktif. Selain itu, peneliti selanjutnya disarankan mengadakan sesi pengenalan (matrikulasi) teknis media di awal pembelajaran agar murid dapat mengoptimalkan seluruh fitur tanpa kendala operasional, sehingga fokus belajar pada materi dan kompetensi sains tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

Andini, A. R., & Qomariyah, N. (2022). Validasi *E-Book* Tipe *Flipbook* Materi Sistem Pencernaan Manusia Berbasis PBL Untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis Murid SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan*

Biologi (BioEdu), 11(2), 330-340.

Amalia, S. N., & Fathurrahman, M. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran *Flipbook* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V Pelajaran IPS. *Joyful Learning Journal, 12(1)*, 53-58.

Azizah, V. N., & 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 Results Using Fry Graphics. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 9(1)*, 109-114.

Daud, R. (2024). Penerapan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) Dalam Proses Pembelajaran Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 1(2)*, 94-105.

Elmanazifa, S., Novita, R., Fitra, D., & Rawani, D. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Bermuatan Literasi Sains Terhadap Kompetensi Belajar. *Jurnal Inovasi Edukasi, 6(1)*, 38-52. doi:https://doi.org/10.35141/jie.v6i1.677

Fadzilah , H. N., & Isnawati. (2024). Pengembangan *E-Book* Interaktif Tipe *Flipbook* pada Materi Enzim ddan Metabolisme untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Murid Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 13(2)*, 356-369.

Mahendri , R. P., Amanda, M., & Latifah, U. (2023). Pengembangan *E-Modul* Interaktif Berbasis *Flipbook* Sebagai Media Pembelajaran Distance Learning. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning, 1(1)*, 1-14.

Muhlas, & Kuntjoro, S. (2019). Pengembangan *E-Book* Tipe *Flipbook* Berbasis Kompetensi Sains Pada Materi Ekologi Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 8(1)*.

Nurrahamah, N. A., & Sukarmin. (2023). Pengembangan *flipbook* Interaktif dengan Strategi *Conceptual Change* sebagai Media Reduksi Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi. *PENDIPA Journal of Science Education, 7(2)*, 185-194.

OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/9789264181564-en

OECD. (2004). *PISA 2003 Assessment Framework Mathematics, Reading. Science and Skills.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/9789264101739-en

OECD. (2014). *PISA 2012 Result: What Students Know and Can Do-Student Performance in Mathemathics Reading and Science.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/9789264208780-en

OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/9789264281820-en

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume 1) The State of Learning and Equity in Education.* Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/53f23881-en

OECD. (2025). *PISA 2025 Science Framework (Draft).* Paris: OECD Publishing.

Riduwan. (2013). *Skala Pengukuran Variabel Variabel Penelitian.* Bandung : Alfabeta.

Rusmayana, T. (2021). *Model Pembelajaran ADDIE Integrasi Pedati di SMK PGRI Karisma Bangsa.* Bandung: Wildina Bhakti Persada Bandung.

Saputro, B. (2017). *Manajemen Penelitian Pengembangan (Research & Development) bagi Penyusun Tesis dan Disertasi.* Yogyakarta : Aswaja Pressindo .

Sari, Y. N., Putri, Y. R., & Indrawati, E. S. (2025). Eksplorasi Fenomena Lokal Sebagai Strategi Penguatan Literasi Sains. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(4)*, 137-151.

Shiyamsyah, F. S., & Yuliani. (2022). Pengembangan *E-Book* Interaktif Pada Materi Respirasi Seluler Untuk Melatihkan Kemampuan KompetensiDigital Murid SMA Kelas XII. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 11(2)*, 492-501.

Siahaan, L. H. (2025). *R&D Dalam Pendidikan: Implementasi Model ADDIE Dan 4D Pada Pendidikan Bahasa Inggris dan PGPAUD.* Jogjakarta: KBM Indonesia .

WEFUSA. (2015). Unlocking the potential of the smart grid. *AIP Conference Proceedings* (p. 1702). Poland: https://doi.org/10.1063/1.4938795.

Zuhlia, S., & Raharjo. (2026). Pengembangan *E-Book* Berbasis SETS Materi Sistem Imun untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains pada Peserta Didik. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi, 15(1)*, 021-030.