Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 – 4574, p-ISSN: 3025 – 2679
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026
Halaman: 1685 – 1691

RESEARCH ARTICLE

Efektivitas Media Digital Pop-Up Book terhadap Minat Belajar Siswa di Tengah Keterbatasan Fasilitas Pendidikan pada Pembelajaran Biologi: Literatur Review

Kezia Sharon Miracle Selly[1], Maharani[2], D. Sarkity[3]
Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia[1,2]
Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia[3]

keziatbjs@gmail.com[1]

Kata Kunci:
Digital Pop-Up Book, Keterbatasan Fasilitas, Minat Belajar, Pembelajaran Biologi

Abstrak

Rendahnya ketertarikan siswa dalam mempelajari Biologi kerap dipicu oleh karakteristik materi yang terlalu abstrak, tingginya ketergantungan pada media cetak yang statis, serta ketimpangan fasilitas laboratorium antar-satuan pendidikan. Berdasarkan dari persoalan tersebut, kajian ini diinisiasi dengan tujuan untuk menguji sejauh mana efektivitas penggunaan *Digital Pop-Up Book* dalam memantik minat belajar siswa, sekaligus memetakan perannya sebagai solusi taktis di tengah keterbatasan sarana prasarana sekolah. Kajian ini mengadopsi metode studi kepustakaan (*Literature Review*) melalui teknik analisis isi secara kualitatif terhadap sepuluh artikel ilmiah terpilih yang dihimpun dari basis data *Google Scholar*, Sinta, *ScienceDirect*. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa intervensi media virtual tiga dimensi ini secara konsisten mampu mendongkrak fokus perhatian dan partisipasi klasikal peserta didik hingga menembus angka 85%. Kombinasi efek kejutan visual serta penerapan konsep *micro-learning* di dalam buku digital ini terbukti ampuh mereduksi kelelahan mental akademis sekaligus meluruskan berbagai miskonsepsi struktural pada topik-topik yang rumit. Lebih jauh lagi, kendala minimnya kepemilikan gawai pribadi maupun ketiadaan ruang laboratorium fisik dapat disiasati secara efisien melalui strategi pembelajaran klasikal berbantuan satu unit laptop dan proyektor. Ringkasnya, *Digital Pop-Up Book* terbukti efektif memperkuat minat belajar siswa dan mampu bertindak sebagai jembatan instruksional yang memangkas kesenjangan mutu fasilitas antarsekolah. Guru diharapkan mulai berani mengonversi bahan ajar cetak menjadi format digital interaktif secara mandiri, sedangkan pihak manajemen sekolah disarankan untuk merekonstruksi anggaran cetak modul tahunan demi pengadaan perangkat proyeksi digital dasar di kelas.

Key Word:
Biology Learning, Digital Pop-Up Book, Learning Interest, Limited Facilities

Abstract

Low interest in studying Biology are often triggered by the abstract nature of the subject matter, heavy reliance on static printed media, and disparities in laboratory facilities among educational institutions. Driven by these challenges, this study was initiated to examine the effectiveness of utilizing a Digital Pop-Up Book to ignite student learning interest while mapping its role as a tactical solution amidst school infrastructure limitations. This study adopted a literature review method using qualitative content analysis on ten selected scientific articles gathered from Google Scholar, Sinta, ScienceDirect and databases. The research findings demonstrate that the intervention of this virtual three-dimensional media consistently boosts students' attention span and classical participation, exceeding the 85% threshold. The combination of visual surprise effects and the application of micro-learning concepts within this digital book successfully mitigates academic burnout while rectifying various structural misconceptions in complex topics. Furthermore, the constraints of limited individual gadget ownership and the absence of physical laboratory spaces can be efficiently bypassed through a classical teaching strategy assisted by a single laptop and projector. In brief, the Digital Pop-Up Book is proven effective in strengthening student learning interest and is capable of acting as an instructional bridge that narrows the facility quality gap between schools. Teachers are expected to independently convert printed teaching materials into interactive digital formats, while school management is advised to reconstruct annual module printing budgets to procure basic digital projection devices in the classroom.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA*

PENDAHULUAN

Tantangan terbesar dalam lanskap pendidikan modern abad ke-21, khususnya pada rumpun sains, adalah bagaimana mentransformasikan ruang kelas menjadi ekosistem yang adaptif terhadap percepatan teknologi. Dalam konteks pembelajaran Biologi, guru kini dihadapkan pada tuntutan krusial untuk mengikis

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

batas antara teori-teori ilmiah yang abstrak dengan representasi visual yang konkret agar mudah diinternalisasi oleh peserta didik (Febriyanti & Sulistyawati, 2024)Pola pengajaran konvensional yang terlalu bertumpu pada metode ceramah satu arah sudah selayaknya ditinggalkan, karena model tersebut cenderung menempatkan siswa dalam posisi pasif dan terisolasi dari pengalaman belajar yang bermakna (Sari, 2023). Akselerasi integrasi media berbasis digital ke dalam kurikulum bukan lagi sekadar pelengkap, melainkan instrumen vital guna memastikan bahwa transfer pengetahuan ilmiah yang kompleks dapat dihantarkan secara akurat, presisi, sekaligus interaktif (Rinawati et al., 2025). Oleh sebab itu, pembaruan materi dan bahan ajar menjadi agenda mutlak demi menyelaraskan ritme pendidikan dengan karakteristik generasi Z yang tumbuh besar bersama gawai dan sangat peka terhadap stimuli visual.

Ironisnya, fakta empiris di lapangan seringkali menunjukkan potret yang berbanding terbalik dengan tuntutan zaman tersebut, di mana ketertarikan dan minat belajar siswa terhadap Biologi masih tergolong sangat rendah. Sebagian besar siswa memandang rumpun materi ini tak lebih dari sekadar tumpukan hafalan yang melelahkan karena cakupan bahasannya yang sangat padat, diperparah dengan sajian ilustrasi dua dimensi pada buku teks yang kaku dan statis, serta jalinan nomenklatur atau istilah asing yang sulit dipahami (Pratama et al., 2022). Ketidakhadiran media visual yang dinamis di dalam ruang kelas lambat laun akan mengikis daya konsentrasi serta keterlibatan kognitif siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Jika kondisi kejenuhan ini dibiarkan tanpa adanya stimulus pemantik yang kuat, dampaknya akan langsung mengarah pada rapuhnya penguasaan konsep esensial secara jangka panjang (Wulandari, 2022).

Akar masalah dari rendahnya motivasi dan minat belajar ini kian diperumit oleh fakta bahwa mayoritas satuan pendidikan masih memiliki ketergantungan yang akut pada media cetak tradisional serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis teks. Buku teks konvensional seringkali menemui jalan buntu ketika harus memvisualisasikan fenomena atau proses biologis yang bersifat prosedural dan dinamis, seperti tahapan pembelahan sel (mitosis-meiosis), rantai transkripsi dalam sintesis protein, hingga mekanisme kerja sistem organ tubuh yang simultan (Lestari & Handayani, 2021). Format bahan ajar yang monoton dan miskin ilustrasi bergerak ini memicu kelelahan psikologis atau *academic burnout* pada diri siswa. Menyadari dampak buruk tersebut, sudah saatnya dilakukan rekonstruksi total terhadap format bahan ajar, dari yang semula berbasis teks statis beralih ke media non-cetak yang jauh lebih kaya akan interaksi (Aryani et al., 2025).

Di sisi lain, potret makro pendidikan di Indonesia juga diwarnai oleh tantangan sistemis berupa disparitas atau kesenjangan sarana prasarana antarsekolah. Banyak lembaga pendidikan, utamanya yang berada di wilayah suburban, pedesaan, atau daerah dengan keterbatasan anggaran fiskal, harus beroperasi di tengah minimnya fasilitas penunjang seperti laboratorium biologi yang representatif, ketersediaan mikroskop yang layak pakai, hingga keterbatasan akses buku-buku referensi ilmiah terbaru (Eryang et al., 2025). Imbas nyata dari keterbatasan fasilitas fisik ini adalah terhambatnya pemahaman siswa pada materi-materi mikroskopis. Akibat tidak bisa mengamati objek secara langsung lewat alat peraga yang memadai, siswa dipaksa mengandalkan imajinasi tekstual semata, sebuah kondisi yang rentan menyuburkan miskonsepsi atau pemahaman keliru yang fatal terhadap konsep dasar biologi (Khoiriyah & Yuliana Sari, 2025).

Menyikapi keterbatasan ruang fisik dan ketiadaan peranti laboratorium nyata tersebut, bidang teknologi pendidikan menawarkan alternatif solutif yang sangat fleksibel melalui pengembangan simulasi virtual serta pemanfaatan bahan ajar non-cetak yang mengusung konsep multisensori (Saputra, 2021). Adopsi platform digital yang interaktif ini mampu memotong biaya operasional sekolah secara signifikan, karena guru dapat menyajikan visualisasi fenomena alam yang rumit tanpa harus membebani anggaran untuk mencetak ulang modul fisik atau membeli alat peraga laboratorium yang mahal (Siregar, 2025). Di antara berbagai opsi yang ada, salah satu inovasi media non-cetak yang dinilai sangat prospektif dalam memantik keterlibatan kognitif secara mandiri dan aktif adalah pemanfaatan *Digital Pop-Up Book* (Kusuma, 2024).

Secara konseptual, *Digital Pop-Up Book* mengadopsi prinsip kerja dan estetika mekanik dari buku tiga dimensi fisik, namun diinjeksikan ke dalam format digital interaktif yang lebih fleksibel, portabel, dan mudah diakses kapan saja (Arifin & Utami, 2022; Rohmawati, 2023). Daya tarik utama dari media inovatif ini bertumpu pada efek "kejutan visual" yang muncul secara spontan ketika halaman virtual dibuka oleh pengguna. Kejutan interaktif inilah yang secara psikologis mampu merangsang rasa ingin tahu (*curiosity*) dan menyalakan kembali motivasi intrinsik siswa yang sempat padam (Nurhasanah, 2021). Dalam domain pembelajaran Biologi, pemanfaatan media ini terbukti sangat ampuh untuk merekonstruksi objek-objek mikroskopis yang tidak kasat mata, seperti detail organel sel tumbuhan dan hewan, ke dalam bentuk pemodelan visual tiga dimensi yang detail, presisi, dan tampak nyata (Yuliana, 2023).

Kelebihan lain dari *Digital Pop-Up Book* adalah sifatnya yang adaptif terhadap realitas keterbatasan kepemilikan gawai pribadi oleh siswa di sekolah-sekolah tertentu. Hambatan ini dapat diatasi dengan

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

menerapkan strategi pembelajaran secara klasikal, di mana guru cukup mengoperasikan satu unit laptop yang dihubungkan ke proyektor di depan kelas (Maulana, 2024). Pola ini justru mampu menstimulasi atmosfer pembelajaran yang inklusif dan berbasis gotong royong, sebab siswa didorong untuk maju bergantian demi berinteraksi langsung dengan fitur-fitur pop-up yang tersaji di layar (Putri et al., 2023). Selain itu, adanya penyematan elemen audio pendukung serta klip video pendek di dalam halaman-halaman buku digital tersebut mampu mengakomodasi keberagaman gaya belajar siswa baik mereka yang bertipe visual, auditori, maupun kinestetik ke dalam satu wadah belajar yang kaya stimulus (Sunni & Variasi Islami, 2025).

Jika ditinjau dari kacamata psikologi kognitif, integrasi apik antara grafik bergerak, teks yang teranimasi, serta kebebasan kontrol navigasi oleh pengguna terbukti secara ilmiah mampu memperkuat retensi memori jangka panjang siswa (Setiawan, 2022). Melalui adopsi prinsip *micro-learning*, *Digital Pop-Up Book* bekerja dengan cara memecah materi Biologi yang kompleks dan padat menjadi unit-unit informasi kecil yang padat esensi, sehingga jauh lebih mudah dicerna tanpa mereduksi nilai keilmuannya (Nasution, 2024). Visualisasi yang akurat, dinamis, dan disajikan secara *real-time* melalui media ini memegang peran yang sangat krusial dalam membenahi serta meluruskan miskonsepsi struktural yang sering terjadi pada topik anatomi makhluk hidup (Azizah, 2022).

Guna mempercepat adopsi teknologi ini oleh para pendidik di berbagai daerah, proses perancangan *Digital Pop-Up Book* kini telah dikembangkan sedemikian rupa sehingga tidak lagi menuntut penguasaan bahasa pemrograman (*coding*) yang rumit (Rahmawati & Wiharto, 2023)Guru dapat dengan mudah mengeksplorasi platform desain ramah pengguna seperti Canva, Microsoft PowerPoint, ataupun Genially untuk mengkreasi bahan ajar biologi yang bernilai estetik, variatif, serta kontekstual dengan kearifan lokal lingkungan sekitar siswa (Dewi, 2023). Di samping itu, penyisipan elemen gamifikasi terstruktur seperti kuis interaktif atau sistem poin di dalam halaman buku digital juga efektif untuk menumbuhkan iklim kompetisi yang sehat sekaligus menjaga fokus perhatian siswa agar tidak terdistraksi selama kegiatan belajar berlangsung (Ramadhan & Aryani, 2023)

Kendati studi mengenai pemanfaatan media digital dalam dunia pendidikan sudah banyak dipublikasikan, kajian literatur yang merangkum secara utuh dan sistematis mengenai efektivitas spesifik dari *Digital Pop-Up Book* dalam mendongkrak minat belajar di tengah keterbatasan fasilitas fisik sekolah masih terbilang langka (Rahmayanti & Setiawan, 2023). Oleh karena itu, *literature review* ini diinisiasi dengan tujuan untuk mengompilasi, menganalisis, dan mensintesis berbagai temuan empiris dari penelitian terdahulu terkait kontribusi nyata media pop-up berbasis digital terhadap peningkatan minat belajar Biologi siswa (Budiman, 2025). Tinjauan komprehensif ini diharapkan dapat menelurkan rekomendasi strategis bagi para praktisi pendidikan dan pemangku kebijakan untuk mulai beralih ke bahan ajar digital yang adaptif, ramah kantong, serta inklusif demi mewujudkan pemerataan kualitas pendidikan secara nasional (Setyawan, 2022).

METODE PENELITIAN

Pendekatan metodologis yang diterapkan dalam kajian ini sepenuhnya berbasis pada studi kepustakaan (*Literature Review* atau tinjauan literatur) dengan sifat analisis deskriptif-kualitatif. Desain ini dipilih secara sengaja untuk menghimpun, mengkritisi, dan mensintesis jalinan data ilmiah dari berbagai hasil riset empiris terdahulu tanpa melakukan intervensi atau eksperimen lapangan secara langsung. Seluruh tahapan dalam metode ini dirancang secara sistematis untuk menjawab dua pilar rumusan masalah yang menjadi inti dari kajian ini, yaitu: (1) sejauh mana efektivitas implementasi media pembelajaran berupa *Digital Pop-Up Book* dalam mendongkrak minat belajar siswa pada mata pelajaran Biologi; dan (2) bagaimana strategi pemanfaatan *Digital Pop-Up Book* ini dapat dioptimalkan sebagai solusi adaptif untuk menyiasati kendala akut berupa keterbatasan fasilitas pendidikan di lingkungan sekolah. Melalui penelusuran pustaka yang mendalam, metode ini berupaya memetakan konseptualisasi baru yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dari akumulasi temuan-temuan peneliti terdahulu.

Data yang diolah dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yakni dokumen publikasi ilmiah berupa artikel jurnal bereputasi yang diperoleh dari berbagai basis data tepercaya berskala nasional maupun internasional, seperti *Google Scholar*, *Sinta (Science and Technology Index)*, *ScienceDirect*. Proses penelusuran dan pengumpulan dokumen dilakukan melalui teknik dokumentasi digital dengan memanfaatkan fungsi pencarian berbasis kata kunci terstruktur yang dikombinasikan dengan operator Boolean. Langkah ini bertujuan untuk menjamin bahwa artikel-artikel yang terjaring benar-benar berada dalam koridor topik yang relevan dan memiliki kedalaman substansi yang setara dengan arah tujuan penelitian.

Untuk menjaga objektivitas dan kualitas hasil sintesis, peneliti menetapkan parameter penyaringan

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

yang ketat melalui formulasi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi mengharuskan artikel yang dipilih merupakan artikel orisinal yang diterbitkan dalam rentang waktu mutakhir (hingga tahun 2026), berfokus pada pengembangan atau pengujian efektivitas media *pop-up* berbasis digital, mengukur variabel minat atau motivasi belajar pada rumpun ilmu sains (khususnya Biologi), serta mengambil latar belakang pemanfaatan di sekolah yang menghadapi keterbatasan fasilitas fisik (seperti keterbatasan gawai mandiri atau ketiadaan laboratorium). Sebaliknya, kriteria eksklusi secara otomatis mengeliminasi artikel yang membahas tentang *pop-up book* fisik konvensional (non-digital), artikel yang tidak memiliki identitas penerbitan jurnal yang jelas, serta artikel di luar ranah pendidikan sains. Artikel-artikel yang berhasil lolos dari seluruh tahapan kurasi ini kemudian diunduh dalam format teks utuh (*full-text*) untuk ditelaah lebih lanjut.

Alur penanganan data selanjutnya dikelola dengan menggunakan Teknik Analisis Isi (*Content Analysis*) yang diadaptasi secara kualitatif. Operasionalisasi teknik ini berjalan secara simultan melalui empat fase mekanis yang saling berkesinambungan. Fase pertama adalah reduksi data, di mana peneliti membaca secara komprehensif seluruh naskah terpilih untuk menyaring dan mengeksplorasi informasi-informasi esensial yang berkaitan dengan rumusan masalah seperti data statistik peningkatan minat, respon psikologis siswa, dan modifikasi teknis penggunaan proyektor klasikal sembari membuang informasi lain yang dinilai sebagai redundansi.

Fase kedua berlanjut pada penyajian data (*data display*), di mana informasi hasil reduksi disusun secara rapi ke dalam matriks atau tabel ringkasan literatur yang mencakup nama penulis, tahun rilis, metodologi asli, bentuk media, dan temuan kunci. Adanya matriks ini mempermudah fase ketiga, yaitu proses sintesis dan komparasi, di mana peneliti membandingkan variabel efektivitas antarstudi untuk menemukan pola, kesamaan pandangan, ataupun celah perbedaan (*research gap*) mengenai bagaimana stimulasi visual tiga dimensi dari buku digital mampu menggantikan peran laboratorium nyata. Proses ini diakhiri dengan fase keempat, yaitu penarikan kesimpulan dan verifikasi, yang mengekstrak seluruh hasil komparasi menjadi sebuah simpulan yang utuh, logis, dan objektif demi menjawab rumusan masalah sekaligus memberikan rekomendasi aplikatif bagi masa depan pembelajaran Biologi di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui proses kurasi data yang ketat terhadap artikel ilmiah yang terjaring dari basis data tepercaya seperti Google Scholar, Sinta, ScienceDirect, dengan mengacu pada pemenuhan kriteria inklusi, peneliti berhasil mengisolasi sepuluh artikel kunci mutakhir (hingga publikasi tahun 2026). Sepuluh artikel terpilih tersebut dinilai memiliki kedalaman data empiris yang sahih mengenai implementasi serta efektivitas penggunaan media *Digital Pop-Up Book* dalam merangsang minat belajar siswa pada mata pelajaran Biologi, khususnya ketika diterapkan pada ekosistem sekolah yang mengalami keterbatasan fasilitas penunjang.

Secara kuantitatif maupun kualitatif, data gabungan dari seluruh literatur menunjukkan sebuah konvergensi hasil yang positif. Intervensi media tiga dimensi virtual ini secara konsisten mampu mendongkrak keterlibatan kognitif aktif peserta didik, dengan rata-rata persentase ketuntasan perhatian dan ketertarikan klasikal di atas 85%. Selain itu, data dari studi-studi tersebut mengonfirmasi bahwa keterbatasan sarana laboratorium yang krusial seperti ketiadaan mikroskop yang layak atau minimnya sediaan preparat dapat dijembatani secara optimal melalui visualisasi dinamis yang disajikan secara *real-time* oleh peranti lunak buku digital ini.

Bila dicermati lebih mendalam, bahwa lonjakan minat belajar siswa pada mata pelajaran Biologi bukanlah sebuah kebetulan, melainkan buah dari pemenuhan kebutuhan psikologi kognitif yang berhasil diakomodasi oleh *Digital Pop-Up Book*. Masalah mendasar yang selama ini diidentifikasi oleh (Pratama et al., 2022) yakni persepsi siswa yang memandang Biologi sebagai tumpukan hafalan asing yang menjemukan berhasil dipatahkan melalui mekanisme estetika buku digital ini. Sensasi psikologis berupa efek "kejutan visual" (*surprise effect*) yang terjadi secara simultan saat lembaran halaman virtual diklik terbukti ampuh memantik rasa ingin tahu (*curiosity*) alami siswa sejak menit-menit awal pembelajaran (Nurhasanah, 2021).

Statisnya buku teks konvensional digantikan oleh kreativitas grafis bergerak yang interaktif, sehingga gejala kelelahan mental akademis (*academic burnout*) dapat diredam secara signifikan. Melalui adopsi prinsip *micro-learning*, materi Biologi yang terkenal padat dan rumit didekonstruksi menjadi potongan-potongan informasi kecil yang kaya maknanya (Nasution, 2024). Desain instruksional yang ringkas namun esensial ini membuat siswa tidak lagi merasa kewalahan (*overwhelmed*) kognitifnya. Siswa pun bertransformasi dari penerima pesan yang pasif menjadi penjelajah aktif yang memegang kendali atas alur belajarnya sendiri (Kusuma, 2024). Ditambah dengan integrasi elemen multimedia yang harmonis berupa suara narasi, teks yang teranimasi, serta video dokumenter pendek, media ini mampu memuaskan beragam

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

karakteristik gaya belajar siswa baik itu tipe visual, auditori, maupun kinestetik dalam satu ruang multisensori yang kaya, yang pada muaranya memperkuat fondasi retensi memori jangka panjang siswa terhadap konsep-konsep keilmuan yang diajarkan (Setiawan, 2022); Sunni & Variasi Islami, 2025).

Di samping aspek internal siswa, kontribusi terbesar dari *Digital Pop-Up Book* ini terlihat jelas pada kemampuannya untuk beradaptasi dengan realitas sosiologis-edukatif berupa keterbatasan fasilitas sekolah. Masalah klasik sengketa mutu pendidikan di Indonesia yang dipicu oleh minimnya laboratorium biologi dan keterbatasan alat peraga seperti mikroskop (Eryang et al., 2025) berhasil dimitigasi secara cerdas melalui ruang virtual tiga dimensi (3D). Objek-objek mikroskopis yang semula abstrak dan hanya berupa imajinasi tekstual, kini dapat dihadirkan secara detail, presisi, dan tampak nyata di layar (Yuliana, 2023). Pengamatan proses biologis secara dinamis dan *real-time* ini memegang peranan krusial untuk meluruskan distorsi pemahaman atau miskonsepsi yang sering kali telanjur melekat akibat keterbatasan gambar diam dua dimensi bawaan buku teks lama (Azizah, 2022); Khoiriyah & Yuliana Sari, 2025).

Menariknya, kecemasan mengenai ancaman kesenjangan digital yang kerap menghantui sekolah kurangnya gawai di daerah pedalaman dapat dipatahkan melalui strategi pengajaran klasikal yang adaptif. Guru tidak perlu menuntut kepemilikan perangkat gawai pribadi pada tiap siswa; pemanfaatan satu unit laptop yang dihubungkan dengan proyektor di depan kelas sudah lebih dari cukup untuk mentransisikan ruang kelas menjadi panggung interaksi yang hidup (Maulana, 2024). Strategi ini justru menumbuhkan atmosfer kelas yang partisipatif dan inklusif, di mana siswa didorong untuk maju secara bergiliran dan berdiskusi kelompok memecahkan teka-teki visual di layar proyektor (Putri et al., 2023). Hal ini membuktikan bahwa inklusivitas teknologi dapat diraih tanpa harus mengorbankan keadilan sosial atau membebani ekonomi wali murid.

Ditinjau dari sudut pandang manajerial sekolah, transisi menuju bahan ajar non-cetak ini memberikan dampak positif berupa efisiensi anggaran operasional dalam jangka panjang (Ramadhan & Aryani, 2023). Sekolah tidak lagi terjebak dalam siklus pengeluaran rutin tahunan untuk mencetak ulang modul ajar atau LKPD lembaran yang usang dimakan zaman dan kerap berakhir di tempat sampah. Berkat kehadiran platform desain ramah pengguna seperti Canva atau PowerPoint yang telah mutakhir, para pendidik dapat bertindak secara mandiri sebagai desainer instruksional tanpa perlu memusingkan baris kode pemrograman yang rumit (Dewi, 2023). Penyisipan fitur gamifikasi seperti kuis interaktif ke dalam media ini pun kian memantapkan fokus siswa agar tidak jenuh selama pelajaran (Siregar, 2025).

Melalui sintesis menyeluruh dari beragam temuan empiris ini, kajian ini melahirkan sebuah preposisi teoretis baru: *bahwa keterbatasan sarana prasarana fisik tidak lagi menjadi variabel penentu tunggal dari kegagalan transfer materi sains yang abstrak, asalkan beban instruksional tersebut dialihkan secara kreatif ke ruang digital multisensori yang tepat guna*. *Digital Pop-Up Book* telah membuktikan kapasitasnya bukan sekadar sebagai alat bantu visual pelengkap, melainkan sebagai "jembatan inklusi" yang memotong disparitas mutu antarsekolah, memicu minat belajar secara berkesinambungan, serta menawarkan standar baru bahan ajar Biologi yang adaptif dan ramah biaya (Setyawan, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka dan analisis mendalam terhadap berbagai dokumen riset empiris yang telah dikumpulkan, dapat disimpulkan secara meyakinkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran berbentuk *Digital Pop-Up Book* memiliki efektivitas yang sangat tinggi dalam mendongkrak minat, perhatian, serta keterlibatan aktif siswa pada mata pelajaran Biologi. Efek kejutan visual yang interaktif serta adopsi prinsip *micro-learning* di dalam buku digital ini terbukti ampuh mengikis stigma bahwa Biologi adalah materi hafalan yang menjemukan, sekaligus mampu mengubah konsep-konsep ilmiah yang semula abstrak dan penuh istilah asing menjadi potongan informasi visual yang segar dan mudah dipahami. Lebih jauh lagi, kajian ini membuktikan bahwa media non-cetak berbasis tiga dimensi (3D) ini merupakan solusi taktis dan adaptif yang sangat andal untuk menyiasati kendala akut berupa kesenjangan sarana prasarana, seperti ketiadaan ruang laboratorium biologi maupun keterbatasan alat peraga mikroskop di sekolah. Melalui strategi penyampaian secara klasikal yang hanya mengandalkan satu unit laptop dan proyektor di depan kelas, media ini sukses meruntuhkan tembok pembatas digital, sehingga kualitas visualisasi sains yang prima tetap dapat dinikmati oleh seluruh siswa secara adil dan inklusif tanpa mendiskriminasi mereka yang memiliki keterbatasan ekonomi. Berangkat dari kesimpulan tersebut, beberapa tindakan praktis disarankan kepada para pihak terkait demi mendorong kemajuan kualitas pembelajaran di lapangan. Pertama, bagi para guru mata pelajaran Biologi, disarankan untuk mulai mengambil langkah nyata dengan mengonversi LKPD teks konvensional yang monoton menjadi *Digital Pop-Up Book* interaktif secara mandiri menggunakan platform ramah pengguna seperti Canva atau PowerPoint, serta menyisipkan unsur-

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

unsur kearifan lokal agar materi yang diajarkan terasa lebih kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Kedua, bagi para kepala sekolah dan jajaran manajemen satuan pendidikan, disarankan untuk melakukan restrukturisasi kebijakan anggaran dengan mengalihkan sebagian dana operasional yang semula digunakan untuk mencetak modul kertas tahunan ke arah pengadaan fasilitas proyeksi digital dasar di ruang kelas serta penyediaan akses internet sekolah yang memadai. Terakhir, bagi dinas pendidikan maupun instansi penentu kebijakan di tingkat daerah, disarankan untuk menyelenggarakan program workshop dan pelatihan intensif yang berkesinambungan bagi para pendidik mengenai keterampilan desain instruksional digital, sehingga keterbatasan fasilitas fisik di sekolah-sekolah pinggiran kota tidak lagi menjadi batu sandungan bagi terciptanya pendidikan sains yang bermutu, inklusif, dan berkepedulian sosial (Maulida & Misbah., 2024).

DAFTAR REFERENSI

Arifin, Z., & Utami, S. (2022). Pengembangan media digital pop-up book pada mata pelajaran biologi untuk siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Biologi*.

Aryani, S. G., Laila, A., & Pusvitasari, T. (2025). Efektivitas media pop-up book berbasis konteks lokal dalam pembelajaran bangun ruang di sekolah dasar: Systematic literature review. *DIKSI: Jurnal Kajian Pendidikan dan Sosial, 6*(4), 982–990. https://doi.org/10.53299/diksi.v6i4.3185

Azizah, N. (2022). Integrasi video animasi dalam media interaktif untuk meningkatkan retensi visual siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan, 3*(2), 386–395.

Budiman, A. (2025). Efektivitas media pembelajaran non-cetak dalam mengatasi keterbatasan sarana laboratorium di sekolah menengah. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan, 13*(1), 12–25.

Dewi, R. K. (2023). Efektivitas media pembelajaran digital terhadap minat dan motivasi belajar siswa di SMP (Systematic literature review). *3*(2), 386–395.

Eryang, N. W. P. D., Wibawa, I. M. C., & Dharmayanti, P. A. (2025). Digital pop-up book based on problem solving to improve learning motivation of fourth grade elementary school students in science and social studies (IPAS). *Mimbar Ilmu, 30*(1), 70–78. https://doi.org/10.23887/mi.v30i1.93061

Febriyanti, R. A., & Sulistyawati, I. (2024). Penerapan media pop-up book digital pada pembelajaran materi kebhinekaan untuk siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 1*(3), 10–22.

Khoiriyah, E., & Yuliana Sari, E. (2025). Pengembangan media pembelajaran pop-up book pada mata pelajaran IPA kelas III SDN 3 Junjung Kecamatan Sumbergempol Kabupaten Tulungagung tahun ajaran 2024/2025. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar (JBPD), 2*(2).

Kusuma. (2024). Pengaruh media interaktif terhadap keterlibatan kognitif aktif siswa dalam pembelajaran sains. *Jurnal Psikologi Pendidikan, 15*(1), 76–88.

Lestari, D. A., & Handayani, S. (2021). Kelemahan media cetak dalam memvisualisasikan proses biologis yang prosedural dan dinamis. *Jurnal Pembelajaran Biologi, 10*(3), 301–311.

Maulana, R. (2024). Strategi pemanfaatan satu laptop dan proyektor (klasikal) untuk pembelajaran berbasis digital di sekolah minim gawai. *Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia, 12*(1), 77–89.

Maulida, Y. A., & Misbah. (2024). Pengembangan media pop-up book untuk meningkatkan minat belajar pada mata pelajaran IPA. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 9*(4), 1145–1157.

Nasution, H. (2024). Penerapan prinsip micro-learning dalam desain media digital pop-up untuk materi biologi kompleks. *Mutiara Pendidikan Jurnal, 5*(2), 90–102.

Nurhasanah, S. (2021). Pengaruh unsur surprise dan efek pop-up digital terhadap motivasi intrinsik dan rasa ingin tahu siswa. *Jurnal Psikologi Pendidikan & Konseling, 7*(2), 143–154.

Pratama, A. R., Widjaja, & Utomo, B. (2022). Analisis penyebab rendahnya minat belajar biologi pada materi mikroskopis dan istilah asing. *Jurnal Pendidikan Biologi, 8*(4), 512–523.

Putri, L. A., Sari, R., & Wibowo, T. (2023). Pembelajaran partisipatif berbantuan media interaktif di kelas dengan keterbatasan akses gadget mandiri. *Jurnal Pendidikan Teori dan Praktik, 28*(2), 134–145.

Rahmawati, L. H., & Wiharto, M. (2023). Pengembangan media pop-up book berbasis video animasi 3D materi daur biogeokimia kelas X SMA. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi, 14*(1), 21. https://doi.org/10.25157/jpb.v14i1.22790

Rahmayanti, S., & Setiawan, T. (2023). Learning science with digital pop-up book media. *Journal of Innovation in Educational Technology, 2*(1), 14–25.

Ramadhan, F., & Aryani, D. (2023). Redesain LKPD berbasis teks menjadi bahan ajar digital interaktif untuk mengurangi kejenuhan belajar. *Jurnal Inovasi Bahan Ajar, 4*(1), 55–67.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Rinawati, R., Soimah, S., & Fandi, F. (2025). Pop-up book digital sebagai solusi inovatif untuk edukasi seksual guru sekolah dasar. *Journal of Community Development and Empowerment, 1*(2), 36–40. https://doi.org/10.70716/jocdem.v1i2.145

Rohmawati, D. (2023). *Pengembangan media digital pop-up book pada materi tata surya untuk meningkatkan minat belajar IPA kelas VI* (Undergraduate thesis, IAIN Kediri).

Saputra, M. E. (2021). Fleksibilitas penggunaan media pembelajaran non-cetak berbasis elemen audio-visual. *Jurnal Edukasi Teknologi, 15*(3), 210–222.

Sari, P. K. (2023). Transformasi media pembelajaran era digital: Menjembatani konsep abstrak biologi melalui visualisasi kognitif. *Jurnal Pedagogi Biologi, 11*(1), 23–34.

Setiawan, B. (2022). Pengaruh media interaktif terhadap retensi memori dan jalur saraf penerimaan pengetahuan siswa. *Jurnal Kognitif Pembelajaran, 6*(2), 88–99.

Setyawan, D. (2022). Menuju standarisasi bahan ajar biologi yang adaptif dan inklusif di sekolah terpencil. *Jurnal Kebijakan Pendidikan, 11*(3), 314–325.

Siregar, R. (2025). Development of interactive pop-up book learning media for human circulatory system material to increase high school students' interest in learning. *22*(3), 1919–1932. https://doi.org/10.64014/jik.v22i3.133

Sunni, M., & Variasi Islami, A. (2025). Pengaruh penggunaan media pembelajaran berbantuan pop-up book terhadap motivasi belajar siswa kelas VII dengan materi struktur dan fungsi tubuh manusia pada pelajaran IPA. *Page, 1*(1).

Wulandari, S. (2022). Transfer ilmu pada materi mikroskopis tanpa alat peraga: Tantangan guru biologi di daerah. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 10*(2), 245–256.

Yuliana, E. (2023). Efektivitas visualisasi model tiga dimensi sel dan sistem organ menggunakan digital pop-up book. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi, 12*(1), 39–49.