



Pengembangan *Flipped Book* Berbasis *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan *Higher Order Thinking Skills* pada Materi Sistem Pertahanan Tubuh

Helti Riana^{1*}, Slamet Suyanto², Hendro Perta³

¹Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, heltiriana.2023@student.uny.ac.id

²Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, slametsuyanto@uny.ac.id

³Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, hendroperta.2021@student.uny.ac.id

*Corresponding Author: heltiriana.2023@student.uny.ac.id

Abstract: This study aims to develop Augmented Reality (AR)-based Flipped book learning media on the subject of the body's defense system in high school. The background of this study is the low learning motivation and higher order thinking skills (HOTS) of students due to learning that is still dominated by conventional methods and limited innovative learning media. This research is research and development (R&D) with a 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate). The research subjects consisted of two expert lecturers (media and material), four biology teachers as practicality assessors, and grade XI students for limited trials. The research instruments were validation sheets and practicality questionnaires. Data were analyzed descriptively and quantitatively using feasibility percentages. The results showed that the AR-based flipped book obtained an average media validation score of 90.34%, E-LKPD 94.31%, teaching modules and ATP 96.42%, and materials 96.87%, all categorized as highly valid. The practicality test results by biology teachers reached 98.75% in the very practical category. Thus, the AR-based flipped book is declared feasible and practical for use in biology learning, especially in the material on the body's defense system.

Keywords: Flipped Book, Augmented Reality, HOTS, Learning Motivation, Immune System

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran Flipped book berbasis Augmented Reality (AR) pada materi sistem pertahanan tubuh di SMA. Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya motivasi belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik akibat pembelajaran yang masih didominasi metode konvensional serta keterbatasan media pembelajaran yang inovatif. Penelitian ini merupakan *research and development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Subjek penelitian terdiri dari dua dosen ahli (media dan materi), empat guru biologi sebagai penilai kepraktisan, dan peserta didik kelas XI untuk uji coba terbatas. Instrumen penelitian berupa lembar validasi dan angket kepraktisan. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Flipped Book* berbasis AR memperoleh skor rata-rata validasi media 90,34%, E-LKPD 94,31%, modul ajar dan ATP 96,42%, serta materi 96,87% dengan kategori sangat valid. Hasil uji kepraktisan oleh

guru biologi mencapai 98,75% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, *Flipped Book* berbasis AR dinyatakan layak dan praktis digunakan dalam pembelajaran biologi khususnya pada materi sistem pertahanan tubuh.

Kata Kunci: *Flipped Book, Augmented Reality, HOTS, Motivasi Belajar, Sistem Pertahanan Tubuh*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah memberikan dampak signifikan dalam dunia pendidikan, terutama dalam penyediaan media pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Rochmah, 2023; Nento, 2023). Namun, pembelajaran biologi di sekolah masih cenderung bersifat teacher-centered dengan dominasi metode ceramah dan penggunaan media konvensional seperti buku paket atau presentasi PowerPoint. Kondisi ini menyebabkan rendahnya keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran (Sipayung et al., 2025).

Salah satu materi yang dianggap sulit adalah sistem pertahanan tubuh, karena objek biologi bersifat abstrak dan mikroskopis sehingga sulit divisualisasikan (As'ari et al., 2019; Lestari et al., 2024). Akibatnya, motivasi belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik cenderung rendah. Padahal, HOTS penting dalam membentuk kemampuan analisis, evaluasi, dan sintesis peserta didik (Nugroho, 2021).

Augmented Reality (AR) merupakan salah satu teknologi yang dapat menjadi solusi karena mampu menampilkan objek abstrak dalam bentuk visual 3D sehingga lebih mudah dipahami (Qumillaila et al., 2017; Carolina, 2022). Integrasi AR dengan Flipped book berpotensi menghadirkan media pembelajaran interaktif yang menyajikan teks, gambar, video, serta animasi 3D sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri maupun bersama guru (Atut et al., 2023).

Selain itu, penggunaan model Problem Based Learning (PBL) dapat meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, sekaligus mengasah kemampuan pemecahan masalah berbasis konteks nyata (Hariyani, 2023; Gunawan et al., 2024). Dengan demikian, integrasi Flipped book berbasis AR dan PBL diyakini mampu meningkatkan motivasi belajar dan HOTS peserta didik. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan produk, dengan tujuan untuk: Menghasilkan Flipped book berbasis AR pada materi sistem pertahanan tubuh. Mengetahui kelayakan produk berdasarkan validasi ahli. Mengetahui kepraktisan produk berdasarkan uji coba guru biologi.

METODE

Penelitian ini merupakan research and development (R&D) yang difokuskan pada pengembangan media pembelajaran berupa Flipped book berbasis Augmented Reality (AR). Model pengembangan yang digunakan adalah 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Tahap Define: dilakukan analisis kebutuhan melalui observasi, wawancara guru, dan penyebaran angket kepada peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran biologi, khususnya pada materi sistem pertahanan tubuh. Tahap Design: perancangan produk Flipped book AR yang memuat materi, E-LKPD, animasi 3D, video, dan barcode AR sesuai sintaks Problem Based Learning (PBL). Tahap Develop: pengembangan produk awal dilanjutkan dengan validasi oleh dua dosen ahli (media dan materi). Hasil validasi menjadi dasar revisi produk. Uji kepraktisan dilakukan oleh empat guru biologi untuk menilai kemudahan dan kesesuaian penggunaan media. Tahap Disseminate: produk yang telah dinyatakan valid dan praktis disebarluaskan secara terbatas kepada guru dan peserta didik untuk digunakan dalam pembelajaran. Instrumen penelitian berupa lembar validasi (media,

materi, modul ajar, instrumen pembelajaran) dan angket kepraktisan guru. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase hasil validasi dan uji kepraktisan. Kriteria interpretasi yang digunakan meliputi kategori sangat valid ($\geq 85\%$), valid (70–84%), cukup (55–69%), dan kurang (<55%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Produk Awal

Model pengembangan 4D terdiri dari tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran dengan penjelasan sebagai berikut.

a. Tahap *define*

1) Analisis karakteristik peserta didik

Peserta didik merupakan siswa kelas XI SMAN 4 Muara Teweh dengan latar belakang pendidikan yang sama yakni lulusan SMP. Peserta didik mengikuti pembelajaran dengan cukup baik meskipun terdapat peserta didik yang terlambat masuk kelas setelah jam isoma dan tertidur saat kegiatan belajar sedang berlangsung. Peserta didik diperbolehkan untuk membawa *smartphone* ke sekolah dan seluruh siswa kelas XI memiliki *smartphone*. Berdasarkan hasil observasi, gaya belajar peserta didik dominasi dengan gaya belajar visual dan auditori. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik berada di kategori cukup dan motivasi belajar berada di kategori tinggi.

2) Analisis materi

Materi biologi di kelas XI yang sukar untuk dipelajari adalah sistem koordinasi, sistem sirkulasi dan sistem pertahanan tubuh. Materi yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi adalah sistem pertahanan tubuh. Hal ini karena materi tersebut tidak dapat dilihat langsung dan menggunakan bahasa ilmiah yang sukar untuk dipahami peserta didik. Selain itu, bentuk dari objek yang berperan seperti sel B, T, dan sebagainya sukar untuk dijelaskan dan dipahami.

3) Analisis tugas

Pada awal pembelajaran, guru memberikan tugas peserta didik untuk mempelajari materi terlebih dahulu secara mandiri. Selain itu, meminta peserta didik untuk mengerjakan tugas mandiri yang tersedia pada buku paket seperti *Ayo Membaca!*. Pada aktivitas ini peserta didik dapat membaca berita atau data yang dikemukakan dan berdasarkan data tersebut peserta didik dapat menjawab pertanyaan benar/salah. Selain itu, guru juga memberikan asesmen yang dimuat dalam *Quizziz*.

4) Analisis model, metode, dan media pembelajaran

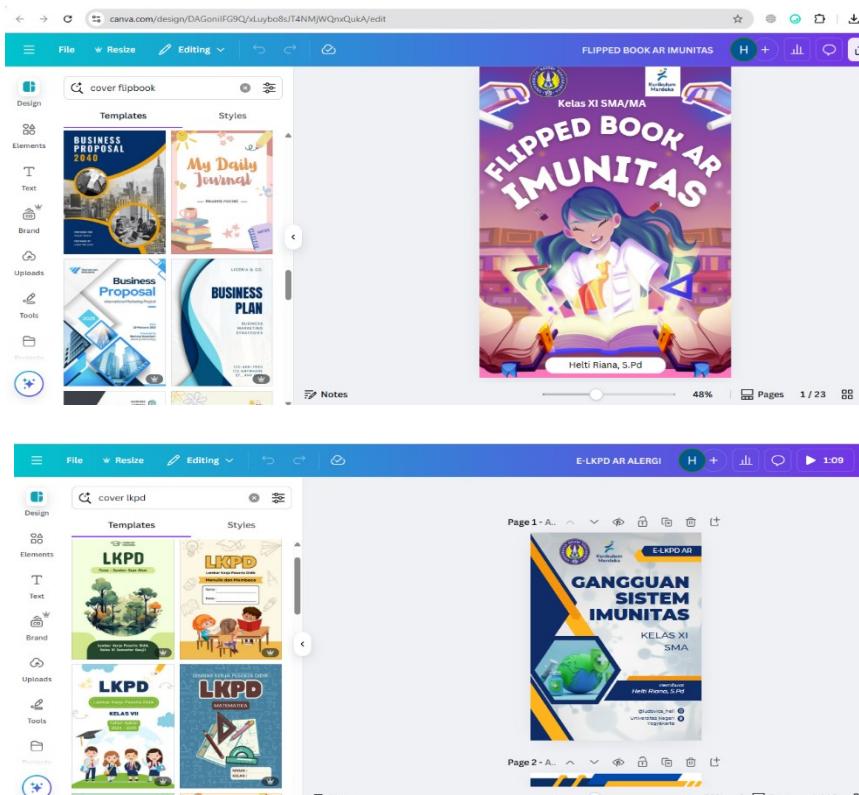
Pada tahap wawancara, peneliti juga menanyakan terkait model, metode, dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru di kelas. Model yang digunakan guru *discovery learning* dan *inquiry learning*. Metode yang digunakan ceramah, tanya jawab, diskusi, dan praktikum. Media pembelajaran yang digunakan guru adalah buku paket, video *youtube* dan PPT namun jarang. Video *youtube* menjadi salah satu media pembelajaran yang sering digunakan dengan membagikan video ke WAG kelas. Fasilitas yang digunakan guru untuk mendukung media pembelajaran adalah WAG, perpustakaan dan proyektor. SMAN 4 Muara Teweh memiliki *smart tv* atau *smartboard*, namun guru belum pernah menggunakan untuk kegiatan pembelajaran. Kendala yang dihadapi dalam penyediaan media pembelajaran adalah menyediakan media berbasis IT yang dapat menunjang gaya belajar peserta didik. Guru berharap terdapat media berbasis IT yang dapat meningkatkan semangat belajar peserta didik. Selain itu, media berbasis IT yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terkhusus pada materi yang sukar dan abstrak.

5) Spesifikasi tujuan pembelajaran

Perumusan tujuan dilakukan untuk menentukan indikator capaian pembelajaran dari pengembangan *Flipped book* berbasis AR. Adapun tujuan pembelajaran materi sistem pertahanan tubuh, sebagai berikut.

- a) Peserta didik melalui pengamatan video pembelajaran mampu menyebutkan fungsi sistem pertahanan tubuh dengan baik.
- b) Peserta didik melalui penjelasan materi pada *Powerpoint Canva* mampu menjelaskan mekanisme sistem pertahanan tubuh tubuh dengan tepat.
- c) Peserta didik melalui pengisian *checklist* data mampu mengingat kembali jenis-jenis imunitas yang sudah diterima dengan benar.
- d) Peserta didik melalui diskusi kelompok mampu menjelaskan jenis-jenis imunitas tubuh dengan lugas.
- e) Peserta didik melalui penjelasan materi pada *Powerpoint Canva* mampu menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi sistem pertahanan tubuh tubuh dengan teliti.
- f) Peserta didik melalui pemecahan masalah pada E-LKPD AR dan telaah jurnal mampu menganalisis gangguan pada sistem pertahanan tubuh dengan cermat.
- g) Peserta didik melalui diskusi kelompok mampu membuat poster terkait gangguan pada sistem pertahanan tubuh.

b. Tampilan *Flipped book* dan E-LKPD



Gambar 1. Tampilan *Flipped book* dan E-LKPD

- 1) Cara penggunaan *Flipped book* imunitas AR dan E-LKPD AR
 - a) Akses *Flipped book* menggunakan gawai atau laptop.
 - b) Download APK AR menggunakan *smartphone tipe android* pada link berikut :
https://drive.google.com/drive/folders/1t0LvIPF8eVf3a8urTKbg2iCyvq-GK4pI?usp=drive_link

- c) Akses *flipbook* melalui link berikut : <https://pdflink.to/2957802e/>
d) Baca prosedur penggunaan dari *Flipped book*.
- 2) E-LKPD AR dapat diakses sesuai dengan permasalahan yang dipilih oleh kelompok untuk dikerjakan. Terdapat 3 topik, sebagai berikut.
- E-LKPD AR Autoimun : <https://pdflink.to/0279e649/>
 - E-LKPD AR Imunodefisiensi : <https://pdflink.to/8d13fd71/>
 - E-LKPD AR Alergi : <https://pdflink.to/0454b7ea/>
- c. Hasil Uji Coba Produk
Hasil keterlaksanaan pembelajaran

Tabel 1. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan	Keterlaksanaan		Kategori
	Eksperimen	Kontrol	
Pertemuan 1	100%	100%	Sangat terlaksana
Pertemuan 2	100%	100%	Sangat terlaksana
Pertemuan 3	100%	100%	Sangat terlaksana

Hasil keterlaksanaan pembelajaran pada tabel 1 menunjukkan bahwa keseluruhan pembelajaran pada pertemuan 1-3 sudah sangat terlaksana. Hal ini berarti bahwa pembelajaran pada pertemuan 1-3 sudah terlaksana sesuai dengan sintaks PBL.

Hasil analisis deskriptif HOTS dan motivasi belajar**a. Higher order thinking skill (HOTS)****Tabel 2. Hasil Higher Order Thinking Skill**

Keterangan	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Nilai Minimal	5	74	5	60
Nilai Maksimal	61	98	62	91
Jumlah Sampel	91	91	93	93
Rerata	18,05	86,31	15,75	76,15

Hasil HOTS pada tabel 2 menunjukkan rerata pretest & posttest pada kelas eksperimen dan kontrol. Hasilnya menunjukkan bahwa ada peningkatan pada keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen.

b. Motivasi belajar**Tabel 3. Hasil Pengukuran Motivasi Belajar**

Keterangan	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Nilai Minimal	16	78	18	68
Nilai Maksimal	71	98	61	91
Jumlah Sampel	91	91	93	93
Rerata	44,50	88,82	45,97	76,37

Hasil motivasi belajar pada tabel 3 menunjukkan rerata nilai awal-akhir motivasi belajar pada kelas eksperimen dan kontrol. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan motivasi belajar pada kelas eksperimen maupun kontrol dengan persentase yang berbeda.

Pembahasan

Peneliti melakukan penelitian pengembangan R&D dengan model pengembangan 4D yang menghasilkan produk *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh dengan menggunakan model pembelajaran PBL. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kevalidan, keefektifan dan kepraktisan penggunaan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh untuk meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik. Penelitian ini dilakukan di SMAN 4 Muara Teweh, Kab. Barito Utara, Kalimantan Tengah dan SMAN 7 Yogyakarta. Penelitian dilakukan di kedua sekolah karena sekolah menerapkan Kurikulum Merdeka untuk Fase F, terjangkau oleh internet, memiliki fasilitas penunjang seperti *Smart TV*, laptop dan izin penggunaan *smartphone* di sekolah. Penelitian dilakukan pada 6 kelas yang dipilih secara acak yakni kelas XI 1, XI 2, XI 5 dan XI 7 dari SMAN 4 Muara Teweh dan XI 7 & XI 8 dari SMAN 7 Yogyakarta. Kelas XI 2 terdiri dari 30 peserta didik dan kelas XI 5 terdiri dari 33 peserta didik. Kelas XI 1 terdiri dari 30 peserta didik dan kelas XI 7 terdiri dari 31 peserta didik. Kemudian, kelas XI 7 dan XI 8 masing-masing terdiri dari 30 peserta didik. Tiga kelas menjadi kelas eksperimen dan mendapatkan perlakuan yakni penggunaan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh. Sedangkan, tiga kelas lainnya menjadi kelas kontrol dan mendapatkan perlakuan yakni penggunaan model PBL berbantuan buku paket dan ppt pada materi sistem pertahanan tubuh.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D dengan 4 tahap. Pada tahap awal yakni *define*, peneliti melakukan *reseach* terkait permasalahan pendidikan yang ada di Indonesia dengan mengkaji beberapa jurnal berkaitan dengan media pembelajaran yang ingin dikembangkan dan lain-lain. Data yang diperoleh berupa informasi terkait permasalahan peserta didik tentang media pembelajaran, bentuk media berbasis AR, karakteristik *Flipped book* berbasis AR dan sebagainya. Setelah menemukan permasalahan dan solusi secara garis besar. Peneliti melakukan analisis awal-akhir kepada 5 guru yang ada di Muara Teweh dan 2 guru yang ada di Yogyakarta. Setelah menemukan terdapat permasalahan terkait media pembelajaran, materi yang sukar, dan variabel yang perlu ditingkatkan peneliti melakukan observasi lebih lanjut. Peneliti melakukan wawancara dan observasi secara langsung ke SMAN 4 Muara Teweh dan SMAN 7 Yogyakarta. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, peneliti menemukan bahwa model pembelajaran yang sering digunakan oleh guru ada *discovery learning* dan *inquiry learning* dengan metode ceramah, tanya jawab, diskusi, dan praktikum. Media pembelajaran menggunakan buku paket, video dari *youtube* dan kadang-kadang menggunakan ppt. Materi yang sangat sukar untuk dipelajari adalah sistem pertahanan tubuh tubuh karena materi yang abstrak dan objek biologi yang *invisible*. Kemudian, peneliti juga menanyakan terkait motivasi belajar dan HOTS peserta didik.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik menurut guru sudah cukup namun diharapkan bisa ditingkatkan. Selain itu terkait fasilitas, sekolah memberikan fasilitas berupa proyektor, *smart tv*, *wifi* pada area perpustakaan, ruang komputer dan izin untuk membawa *smartphone* dan laptop ke sekolah. Fasilitas-fasilitas ini memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk mengakses berbagai informasi dan *platform* di internet. Namun, pada kegiatan pembelajaran masih sering menggunakan proyektor dan buku dari perpustakaan. Informasi-informasi yang didapatkan dari hasil wawancara dan observasi menunjukkan bahwa belum adanya penggunaan model pembelajaran PBL, materi sistem pertahanan tubuh dianggap sukar, media pembelajaran belum berbasis digital, motivasi belajar dan HOTS masih kategori cukup dan perlu ditingkatkan serta belum menggunakan fasilitas seperti *smart tv* dan *smartphone* secara optimal. *Smart tv* belum tersebar di semua kelas dan hanya ada pada ruangan tertentu saja, sehingga guru tidak bisa sepenuhnya menggunakan fasilitas untuk kegiatan pembelajaran setiap harinya. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian untuk meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik dengan menggunakan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh. Setelah itu, peneliti

menyusun tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dengan model pembelajaran PBL dan media *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh.

Pada tahap selanjutnya yakni *design*, peneliti melakukan tahap perancangan dengan membuat ATP (Alur Tujuan Pembelajaran) dan modul ajar untuk kelas eksperimen dan kontrol serta menyusun instrumen untuk mengukur HOTS dan motivasi belajar peserta didik. Selain itu, peneliti juga merancang kerangka multimedia interkatif AR yang berupa *flowcart* dan *storyboard*. Setelah itu, peneliti mulai membuat *prototype 1* dari *Flipped book* yang terdiri dari *Flipped book* imunitas AR dan E-LKPD AR. Pada penyusunan media *Flipped book* imunitas AR memiliki struktur yang merujuk pada 2 sumber yakni Ulandari *et al.* (2022) dan Widyasari *et al.* (2021). Struktur *Flipped book* terdiri dari halaman *cover*, halaman kata pengantar, halaman daftar isi, halaman glosarium, halaman petunjuk penggunaan, halaman kegiatan pembelajaran 1-3, halaman tugas, dan biografi penulis. Pada penyusunan media E-LKPD AR memiliki struktur yang merujuk pada 2 sumber yakni Agustha *et al.* (2021) dan Kholifahtus (2021). Struktur E-LKPD terdiri dari yakni halaman *cover*, halaman daftar isi, halaman petunjuk penggunaan, halaman identitas kelompok, halaman capaian kompetensi (berisikan CP dan tujuan pembelajaran), halaman materi singkat, dan halaman kegiatan E-LKPD dengan tahapan PBL. *Flipped book* dan E-LKPD dirancang menggunakan aplikasi Canva dan ditampilkan dalam bentuk buku digital melalui PDF Deck. Media berisikan materi sistem pertahanan tubuh yang dikemas dalam bentuk teks, gambar, video pembelajaran, dan AR.

Konten AR dapat diakses secara mandiri oleh peserta didik dengan mengunduh aplikasi AR yang disediakan guru dan diakses menggunakan *smartphone tipe android*. Sedangkan, *Flipped book* imunitas AR dan E-LKPD AR dapat diakses melalui segala jenis *smartphone* atau laptop. Pembuatan produk diawali dengan merancang tampilan pada *Flipped book* dan E-LKPD AR. Pada implementasi desain visual *Flipped book* imunitas AR dan E-LKPD AR, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti ukuran yang tepat, warna yang menarik dan tata letak yang sesuai dengan preferensi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya tarik, efektivitas produk dan memudahkan dalam menggunakan (Wahyuningtyas *et al.*, 2023). Aplikasi Canva memberikan berbagai pilihan *template* desain yang dapat digunakan. Meskipun menggunakan *template* desain yang sudah ada, peneliti tetap mengedit dan menambahkan komponen-komponen lain agar lebih menarik untuk dibaca oleh peserta didik. Selain itu, peneliti menambahkan fitur navigasi. Fitur navigasi pada *Flipped book* dan E-LKPD AR mempermudah peserta didik untuk berpindah dari halaman satu ke halaman lainnya. Peserta didik dapat menelaah satu sub materi ke sub materi lainnya, sehingga dapat mempermudah peserta didik dalam memahami hubungan antar materi tersebut (Ramadhan *et al.*, 2025). Pada *Flipped book* terdapat *icon home* yang dapat membuat peserta didik kembali ke halaman menu dan bisa memilih untuk pindah ke halaman yang diinginkan. Selain itu, navigasi juga dapat mengarahkan peserta didik *scan barcode* untuk mengakses materi dari aplikasi AR. Setelah produk sudah menjadi *prototype 1* secara keseluruhan, peneliti menambahkan file Ms. Word untuk cara penggunaan *Flipped book* imunitas AR dan E-LKPD AR yang di dalamnya terdapat barcode dan link produk serta cara penggunaannya.

Tahap selanjutnya adalah tahap *develop*. Pada tahap ini, terdapat 2 tahapan utama yakni validasi produk dan uji coba skala kecil. Validasi atau penilaian produk dilakukan untuk mengetahui kelayakan *Prototype 1* yang sudah dikembangkan. Uji kelayakan dilakukan oleh 2 dosen dari Universitas Negeri Yogyakarta yang ahli dalam bidangnya. Selain itu, terdapat uji kepraktisan yang dilakukan oleh 2 guru biologi SMAN 4 Muara Teweh dan 2 guru biologi SMAN 7 Yogyakarta. Untuk mengetahui produk *Flipped book* AR pada materi sistem pertahanan tubuh dapat meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik maka dilakukan beberapa penilaian ahli yakni uji ahli media, uji validasi E-LKPD, uji validasi ATP dan modul ajar, uji ahli materi, uji validasi instrumen dan uji kepraktisan.

Validasi media dilakukan oleh 2 dosen ahli. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk dengan menilai beberapa aspek utama meliputi aspek tampilan, pemrograman, dan kebahasaan. Selain memberikan penilaian pada ketiga aspek tersebut, validator juga memberikan saran dan masukan terkait produk untuk di revisi. Masukan yang diberikan terkait media *Flipped book* yaitu cara penulisan disesuaikan untuk penggunaan *bold*, *spasi*, *typo*, pemilihan ukuran huruf, dan jenis huruf. Selain itu, validator juga menyarankan untuk menambahkan fitur navigasi agar bisa kembali ke menu utama. Hasil penilaian ahli media pada tabel 10 adalah 90,34% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media *Flipped book* imunitas AR yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas.

Validasi E-LKPD dilakukan oleh 2 dosen ahli. Hasil penilaian E-LKPD adalah 94,31% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD AR yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas. Validasi ATP dan modul ajar untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan agar diketahui kelayakan dari ATP dan modul ajar serta kesesuaiannya agar mencapai target yang diinginkan pada masing-masing kelas. Hasil penilaian ATP dan modul ajar masing-masing adalah 96,42% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ATP dan modul ajar pada kelas eksperimen dan kontrol sangat layak untuk digunakan pada pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas.

Validasi materi dilakukan untuk mengetahui kelayakan isi dan kebenaran konsep dari materi yang disajikan dalam produk. Terdapat beberapa masukan dari validator tentang memasukkan materi mekanisme kerja vaksin dan jenis vaksin dari segi bahan. Selain itu, glosarium dapat ditambahkan lagi dan mengarah pada sistem imun seperti sel punca dan lain-lainnya. Pada aspek kebenaran konsep, penskoran dilakukan dengan pemilihan benar dan salah. Pada penilaian kebenaran konsep, validator menyatakan bahwa konsep fungsi sistem pertahanan tubuh, mekanisme pertahanan tubuh, program dan jenis imunisasi, faktor yang memengaruhi sistem pertahanan tubuh, serta gangguan sistem pertahanan tubuh sudah benar. Hasil validasi materi adalah 96,87% dengan kategori sangat layak dan sangat sesuai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan terkait aspek isi dan kebenaran konsep dinilai sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran sistem imunitas di kelas.

Validasi instrumen motivasi belajar dilakukan untuk mengetahui kelayakan instrumen dalam mengukur motivasi belajar peserta didik. Adapun beberapa masukan yang diberikan oleh validator tentang pemilihan kata yang mudah untuk dipahami peserta didik dan pernyataan pada angket yang tidak boleh lebih daripada 1 kalimat. Hasil validasi instrumen motivasi belajar adalah 100% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa instrumen sangat layak digunakan untuk mengukur motivasi belajar peserta didik pada pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas.

Validasi instrumen HOTS dilakukan untuk mengetahui kelayakan instrumen dalam mengukur HOTS peserta didik. Adapun beberapa masukan yang diberikan oleh validator tentang beberapa kalimat yang tidak lengkap dan kurang jelas, soal no 2 kurang rasional, pemilihan kata yang kurang tepat, kesalahan dalam penulisan, dan terdapat beberapa kata yang sukar untuk dipahami peserta didik. Hasil validasi instrumen HOTS adalah 99,44% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa instrumen sangat layak digunakan untuk mengukur HOTS peserta didik pada pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas.

Uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dalam penggunaan produk yang dinilai oleh 2 guru biologi SMAN 4 Muara Teweh dan 2 guru biologi SMAN 7 Yogyakarta. Adapun komentar dan masukan validator yakni pemanfaatan multimedia AR memberikan pengalaman yang baru dan lebih baik bagi peserta didik dengan memunculkan objek 3D yang memungkinkan peserta didik untuk memahami pelajaran lebih mudah dibandingkan menggunakan buku paket/LKS. Saran validator untuk kedepannya, agar

pengguna Iphone juga bisa mengakses multimedia AR dan dapat ditambahkan latihan soal pada APK AR. Hasil kepraktisan adalah 97,76% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Flipped book* AR praktis untuk digunakan pada pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas.

Prototype 1 yang sudah dinilai kemudian di revisi oleh peneliti. Setelah itu, dilakukan kegiatan uji coba skala kecil untuk memperoleh data dan umpan balik yang bermanfaat untuk menyempurnakan produk sebelum diimplementasikan dalam skala besar. Uji coba skala kecil dilakukan oleh 16 peserta didik diluar di luar sampel penelitian. Para peserta didik diberikan akses untuk mencoba produk *Flipped book* AR dan memberikan respon dengan mengisi kuisioner yang diberikan oleh peneliti. Hasil uji coba skala kecil pada adalah 92,97% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk *Flipped book* AR sangat layak untuk digunakan uji coba skala besar yang dilakukan di kelas eksperimen. Setelah memperoleh hasil validasi produk dan uji coba skala kecil, peneliti melakukan revisi produk agar menjadi *Prototype 2* yang akan digunakan diuji coba skala besar pada tahap *validation testing*.

Tahap *disseminate* atau penyebaran terdiri dari 3 tahap utama yakni *validation testing*, *packaging*, serta *diffusion and adoption*. Pada *validation testing*, produk yang sudah direvisi diimplementasikan ke subjek uji coba kelompok besar yakni peserta didik kelas XI. Pada tahap ini dilakukan pengukuran terkait capaian tujuan yang berguna untuk mengetahui efektivitas produk yang dikembangkan. Umpan balik yang didapatkan dari uji coba skala kecil menunjukkan bahwa tidak perlu dilakukan revisi produk kembali. Peneliti melakukan uji coba kepada enam kelas yakni 3 kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan khusus yakni pemberian produk *Flipped book* AR. Sedangkan, 3 kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran seperti biasanya. Pada proses pembelajaran kelas eksperimen akan menggunakan *Flipped book* imunitas AR sebagai pengganti buku paket. Kegiatan pembelajaran mengikuti tahapan pada sintaks PBL. Pada kegiatan pembelajaran 1-2, menggunakan media *Flipped book* imunitas AR yang dapat diakses peserta didik secara mandiri melalui smartphone atau laptop masing-masing. Selain itu, untuk menunjang pembelajaran terdapat media *Flipped book* dan ppt juga ditayangkan pada *smart tv* agar dapat mengakses video dengan layar yang besar dan resolusi yang bagus. Aplikasi AR digunakan ketika materi pada media mengarahkan peserta didik untuk memindai barcode. Materi yang ditampilkan pada AR berupa materi yang sukar untuk dipahami karena bersifat abstrak dan sukar untuk diilustrasikan. Seperti mekanisme sistem pertahanan tubuh tubuh yang memiliki tahapan yang rumit dan kompleks. Pada kegiatan pembelajaran ketiga, peserta didik diarahkan untuk mengerjakan E-LKPD AR yang masing-masingnya memilih 1 permasalahan.

Hasil keterlaksanaan pembelajaran berdasarkan observer yang hadir saat kegiatan pembelajaran berlangsung pada setiap pertemuan. Kegiatan observasi dilaksanakan pada setiap pertemuan pembelajaran sistem pertahanan tubuh di kelas eksperimen maupun kontrol. Observer melakukan observasi keterlaksanaan pembelajaran di kelas sesuai dengan modul ajar yang menggunakan model PBL yang sudah dirancang oleh peneliti. Pembelajaran sistem pertahanan tubuh dilaksanakan sebanyak 3 pertemuan untuk kelas eksperimen maupun kontrol. Hasil keterlaksanaan pembelajaran adalah 100% dengan kategori sangat terlaksana. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rencana kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks PBL baik pada kelas eksperimen maupun kontrol.

Hasil dari uji coba skala besar selanjutnya adalah hasil analisis deskriptif HOTS dan motivasi belajar. Kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik diukur menggunakan instrumen tes berbentuk uraian sebanyak 10 soal. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali yakni di awal sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*). Hasil tes HOTS pada tabel 20 adalah rerata nilai *pretest* kelas eksperimen 18,05 dan nilai rerata *posttest* 86,31. Kemudian, rerata nilai *pretest* kelas kontrol 15,75 dan nilai *posttest* 76,15 dengan jumlah

sampel 91 orang kelas eksperimen dan 93 orang kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan perbandingan nilai antara hasil tes kelas eksperimen dan kontrol. Nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Namun, pada masing-masing kelas mengalami peningkatan nilai HOTS. Setelah mendapatkan data dari 6 kelas, dilakukan analisis *N-Gain*. *Normalized Gain* atau peningkatan yang dinormalisasi merupakan metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas suatu pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik (Sukarelawan et al., 2024).

Pengukuran *N-Gain* menggunakan perbandingan data dari hasil *pretest* dan *posttest*. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh dalam meningkatkan HOTS peserta didik. Hasil uji *N-Gain* HOTS kelas eksperimen dan kontrol menunjukkan bahwa ketiga kelas eksperimen memperoleh nilai $> 76\%$ yakni 87,28%, 81,97%, dan 79,66%. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa penggunaan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh efektif untuk meningkatkan HOTS peserta didik. Sedangkan, pada ketiga kelas kontrol memperoleh nilai di antara 56-75% yakni 68,85%, 70,11%, dan 75,30%. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa penggunaan buku paket pada materi sistem pertahanan tubuh cukup efektif untuk meningkatkan HOTS peserta didik.

Motivasi belajar peserta didik diukur menggunakan instrumen kuisioner yang dilakukan di awal pembelajaran (*pretest*) dan di akhir pembelajaran (*posttest*). Hasil pengukuran motivasi belajar adalah rerata nilai *pretest* 44,50 dan rerata nilai *posttest* 88,82 pada kelas eksperimen. Kemudian, rerata nilai *pretest* 45,97 dan rerata nilai *posttest* 76,37 pada kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan perbandingan nilai antara hasil tes kelas eksperimen dan kontrol. Nilai pengukuran awal dan akhir kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Namun, pada masing-masing kelas mengalami peningkatan nilai motivasi belajar. Nilai *pretest* kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen. Selanjutnya dilakukan analisis *N-Gain*. Hasil uji *N-Gain* motivasi belajar kelas eksperimen dan kontrol pada tabel 23 menunjukkan bahwa pada ketiga kelas eksperimen memperoleh nilai $> 76\%$ yakni 77,39%, 80,45%, dan 79,95%. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa penggunaan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Sedangkan, pada kelas kontrol A dan C memperoleh nilai di antara 56-75% yakni 57,49% dan 66,89%. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa penggunaan buku paket pada materi sistem pertahanan tubuh cukup efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Selain itu, pada kelas kontrol B memperoleh nilai $< 40\%$ yang menunjukkan bahwa penggunaan buku paket pada materi sistem pertahanan tubuh tidak efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

Hasil uji *N-Gain* HOTS dan motivasi belajar menunjukkan bahwa penggunaan model PBL berbantuan *Flipped book AR* pada materi sistem pertahanan tubuh efektif untuk meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik. Hal ini karena penyajian materi pada *Flipped book imunitas AR* kompleks dan menarik. Materi disajikan dalam bentuk teks, video, gambar, dan AR sehingga peserta didik dapat mempelajarinya sesuai dengan gaya belajar masing-masing. Media pembelajaran yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Hal ini diperkuat dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Maulana et al (2020) bahwa penggunaan media AR berbasis mobile dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan persentase klasifikasi motivasi belajar dengan membandingkan nilai rata-rata awal yakni 44,5 dari kelas eksperimen menunjukkan bahwa motivasi belajar peserta didik tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan motivasi intrinsik atau motivasi yang berasal dari dalam diri peserta didik tergolong rendah. Melalui pembelajaran model PBL berbantuan *Flipped book AR* mampu meningkatkan motivasi belajar dari dalam diri peserta didik dengan memberikan motivasi ekstrinsik. Nilai rata-rata akhir motivasi belajar peserta didik adalah

88,82. Berdasarkan persentase klasifikasi nilai tersebut tergolong sangat tinggi yang menunjukkan bahwa motivasi belajar peserta mengalami peningkatan dari rendah menjadi sangat tinggi. Pemberian motivasi ekstrinsik memberikan dorongan tambahan kepada peserta didik agar lebih termotivasi dalam belajar (Umar *et al.*, 2023).

Penggunaan *Flipped book* AR juga dapat meningkatkan HOTS peserta didik. Melalui kegiatan tes pengetahuan dan tahukah kamu pada *Flipped book* dapat mengasah kemampuan analisis dan evaluasi peserta didik untuk mengetahui jawaban yang tepat untuk pertanyaan yang diberikan. Berdasarkan hasil nilai rata-rata kelas eksperimen yang dibandingkan dengan persentase klasifikasi dapat terlihat bahwa terjadi peningkatan dari 26,26 (kategori rendah) menjadi 85,2 (kategori sangat tinggi). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian *Flipped book* AR memberikan pengaruh pada peningkatan HOTS peserta didik.

Selain itu, penugasan pada E-LKPD AR yang menampilkan AR dari suatu proses dan pertanyaan yang berkaitan dengan setiap prosesnya mengharuskan peserta didik untuk menggunakan kemampuan analisis, evaluasi dan mencipta. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Kesimpulan ini diperkuat dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sylvia *et al* (2021) bahwa penggunaan model pembelajaran PBL dalam pembelajaran dapat menuntut peserta didik untuk menggunakan HOTS terutama kemampuan pemecahan masalah dan penyelesaiannya. Serta penggunaan media berbasis AR dapat membuat peserta didik lebih memahami materi karena materi yang bersifat abstrak akan lebih mudah untuk dimengerti dengan visualisasi 3D. Penggunaan media berbasis AR dioperasikan oleh peserta didik itu sendiri. Hal ini dapat membuat peserta didik berperan aktif dalam pembelajaran sehingga HOTS dapat dilatih dengan mendapatkan pengalaman secara langsung yang diawali dengan pengamatan oleh diri sendiri.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan *Flipped book* berbasis Augmented Reality pada materi sistem pertahanan tubuh. Hasil validasi menunjukkan produk berada pada kategori sangat valid, sedangkan hasil uji kepraktisan oleh guru menunjukkan kategori sangat praktis. Dengan demikian, produk ini layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Penggunaan PBL berbantuan *Flipped book* AR sangat layak digunakan untuk meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik pada materi sistem pertahanan tubuh. Penggunaan PBL berbantuan *Flipped book* AR sangat praktis digunakan untuk meningkatkan HOTS dan motivasi belajar peserta didik pada materi sistem pertahanan tubuh. Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Peningkatan Higher Order Thinking Skill dan Motivasi Belajar Peserta Didik Melalui PBL Berbantuan Flipped book Augmented Reality Materi Sistem pertahanan tubuh” terdapat beberapa saran, sebagai berikut. Produk *Flipped book* AR pada materi sistem pertahanan tubuh dapat dikembangkan lagi khususnya pada aplikasi AR agar dapat diakses oleh smartphone tipe Iphone dan dapat diisi dengan latihan soal dalam aplikasi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan *Flipped book* AR pada materi biologi lainnya dengan lebih inovatif dan mengukur peningkatan belajar yang lain.

REFERENSI

- Aditama, P. W., Widhi Adnyana, I. N., & Ariningsih, K. A. (2019). *Augmented reality* dalam multimedia pembelajaran. *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain Dan Aplikasi Bisnis Teknologi)*, 2, 176–182. Retrieved from <https://eprosiding.idbbali.ac.id/index.php/senada/article/view/225>
- Agung Wahyu, Smaragdina, A. A., Akbar, I. P. F., Nasmansyah, W., Sari, A. Y., Fauziah, N., & Wardhani, E. R. (2024). Pemanfaatan Augmented Reality (AR) Dalam Pengembangan E-Modul Gamifikasi Berbasis Problem Based Learing untuk

- Meningkatkan Motivasi Belajar. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(3), 1975–1988. <https://doi.org/10.51574/jrip.v4i3.2213>
- Ansori, I., Arianto, F., & Khotimah, K. (2025). The Effectiveness of Augmented Reality on Students' Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Geography. *Edunesia : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 6(1), 448–464. <https://doi.org/10.51276/edu.v6i1.1083>
- Arnidah, A., Anwar, C., & Aswan, D. (2023). Pengembangan Media Video Mengajar dengan Menerapkan Model Pembelajaran *Case Method* dan *Team-Based Project* untuk Perguruan Tinggi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(10), 768-779. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8017423>
- Aripin, I., Suryaningsih, Y. (2019). Pengembangan media pembelajaran biologi menggunakan teknologi *augmented reality* (AR) berbasis *android* pada konsep sistem saraf. *Jurnal Sainsmat*, 8(2), 47-57. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Atut, R., Patonah, S., dan Agustini, F. (2023). Pengembangan media *flipbook* berbasis *augmented reality* pada materi siklus air kelas V SDN Bugangan 01. *Indonesian Journal of Elementary School*, 3(1), 263-274. <http://journal.upgris.ac.id/index.php/ijes>
- Augustha, A., Susilawati., Haryati, S. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis discovery learning menggunakan aplikasi *adobe acrobat 11 pro extended* pada materi kesetimbangan ion dan pH larutan garam untuk kelas XI SMA/MA sederajat. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 3(1), 28-42. [https://doi.org/10.25299/jrec.2021.vol3\(1\).6485](https://doi.org/10.25299/jrec.2021.vol3(1).6485)
- Carolina, Y. D. (2022). Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif 3D untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Digital Native. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 8(1), 10-16. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v8i1.448>
- Chusna, E. M., & Abd. Kholiq. (2025). Pengembangan Media EDIBOOK (Electrostatics Digital Book) Matari Medan Listrik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 14(2), 75–83. <https://doi.org/10.26740/ipf.v14n2.p75 - 83>
- Fajariyanti, N. (2025). *Immersive science learning: flipbook web-AR* untuk visualisasi dan interaksi konsep IPA. *JKPI: Jurnal Kajian Pendidikan IPA*, 5(2), 222-231. <https://doi.org/10.52434/jkpi.v5i2.42851>
- Falny, L. A., Pohan, S. A., Salsabila, N., Andayani, L. N., Ritonga, N. K., Sari, A. S., & Zahara, R. (2025). Pengaruh kurangnya menerapkan penggunaan teknologi terhadap motivasi belajar siswa. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(01), 288 - 295. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v11i01.5262>
- Ginting, S. H. N., Singh, B., & Zhang, J. (2025). Development of augmented reality based learning media to introduce computer components to student in senior high school. *International Journal of Educational Insights and Innovations*, 2(1), 1-13. Retrieved from: <https://ijedins.technolabs.co.id/index.php/ijedins>
- Harefa, M., Lase, N. K., & Zega, N. A. (2022). Deskripsi Minat Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(2), Page 381–389. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.65>
- Hariyani, S. (2024). Penerapan Model Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Buletin Pengabdian Multidisiplin*, 1(1), 51–55. <https://doi.org/10.62385/budimul.v1i1.97>
- Hutahaean, H. D., Rahman, S. M. A., and Mendozam M. D. (2021). *Development of interactive learning media in computer network using augmented reality technology*. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193, 1-7. [10.1088/1742-6596/2193/1/012072](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012072)

- Kamil, B., Velina, Y., & Kamelia, M. (2019). *Students' Critical Thinking Skills in Islamic Schools: The Effect of Problem-Based Learning (PBL) Model*. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 4(1), 77–85. <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i1.4212>
- Kartini, N. E., Nurdin, E. S., Hakam, K. A., dan Syihabuddin. (2022). Telaah revisi teori domain kognitif taksonomi bloom dan keterkaitannya dalam kurikulum pendidikan agama Islam. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7292-7302. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3478>
- Kholifahtus, Y. F., Agustiningsih, A., & Wardoyo, A. A. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143–151. <https://doi.org/10.26740/eds.v5n2.p143-151>
- Koumpouros, Y. (2024). Revealing the true potential and prospects of augmented reality in education. *Smart Learning Environments*, 11(2), 1-62. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00288-0>
- Kusumawati, I., Soebagyo, J., & Nuriadin, I. (2022). *Literature Study of Critical Thinking Ability with the Application of the PBL Model in the Constructivism Theory Approach*. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 5(1), 13 - 18. <https://doi.org/https://doi.org/10.37081/mathedu.v5i1.3415>
- Lestari, T., Kaspul , K. ., & Nurtamara, L. (2024). Pengembangan E-Booklet Pada Konsep Sistem Imun Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik : (Development of E-Booklet on Immune System Concepts to Improve Learners' Learning Outcomes). *BIODIK*, 10(4), 645–658. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i4.37931>
- López-Faican, L., & Jaen, J. (2020). EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children. *Computers & Education*, 149, 103814. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103814>
- Maturahmah, E., Wiska Baharuddin, Ainul Yaqinah, & Febriansyah, R. (2025). Pemanfaatan obat tradisional dalam konteks pendidikan biologi untuk meningkatkan kesadaran kesehatan. *Lentera Arfak: Jurnal Pendidikan Dan Sains*, 4(1), 1-9. Retrieved from <https://jurnaljpsla.umpb.ac.id/index.php/LenteraArfak/article/view/31>
- Maulana, I., Asrowi., & Suryani, N. (2020). *The use of mobile-based augmented reality in science learning to improve learning motivation*. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 3(3), 364-371. <https://doi.org/10.31681/jetol.670274>
- Maulida, S., Fadilah, M., Ardi., dan Yuniarti, E. (2022). Validitas LKPD berbasis problem based learning pada materi sistem pertahanan tubuh dalam upaya mitigasi bencana Covid-19 untuk kelas XI SMA. *Journal On Teacher Education*, 4(1), 490-496. <https://doi.org/10.31004/jote.v4i1.6512>
- Muhartini, M., Amril Mansur, & Abu Bakar. (2022). Pembelajaran kontekstual dan pembelajaran *problem based learning*. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 1(1), 66–77. <https://doi.org/10.55606/lencana.v1i1.881>
- Nento, F., Manto, R. (2023). Peran teknologi dalam dunia pendidikan. *Jurnal E-Tech*, 11(1), 2621-7759. <https://doi.org/10.24036/et.v11i1.123814>
- Nistrina, K. (2021). Penerapan *augmented reality* dalam media pembelajaran. *Jurnal Sistem Informasi J-SIKA*, 3(1), 1-6. <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/j-sika/article/view/527/438>
- Nugroho, R. A. (2021). *HOTS (Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi) Edisi Revisi*. Jakarta: Gramedia.
- Nurjanah, N., Trimulyono, G. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis problem based learning untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis pada materi hereditas manusia. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(2), 765-774. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n3.p765-774>

- Puspitasari, D., Praherdhiono, H., dan Adi, E. P. (2020). Pengembangan suplemen *augmented reality animation* pada buku ajar biologi untuk penguatan kognitif siswa. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(1), 29-39. <http://journal2.um.ac.id/index.php/jktp/index>
- Qomariyah, S., Tabitha, S. H. W. Uji validitas pengembangan lembar kerja siswa (LKS) biologi berbasis *probing prompting* pada materi pencemaran lingkungan MTS kelas VII untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 245-250. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/31778>
- Ramadhan, M. F., Siroj, R. A., & Afqani, M. W. (2024). Validitas and Reliabilitas. *Journal on Education*, 6(2), 10967-10975. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i2.4885>
- Ramadhani, G. A. ., & Pratiwi, V. . (2025). Pengembangan bahan ajar berbasis augmented reality berbantuan flipbook pada materi akuntansi perusahaan dagang. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(8), 10058-10065. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i8.9116>
- Rochmah, T. S., (2023). Analisis membangun keterlibatan dan komunikasi gen z dengan kecerdasan buatan di pendidikan tinggi. *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu Pendidikan*, 4(3), 694-699. <https://doi.org/10.55681/nusra.v4i3.1422>
- Sabitri, Z., Meirawan, D., and Rahayu, S. (2024). Enhancing vocational students' critical thinking skills in society 5.0 with flipbook and augmented reality learning media. *Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 24(1), 31-42. <http://invotek.ppj.unp.ac.id/index.php/invotek>
- Sani, R. A. (2019). *Pembelajaran berbasis HOTS (higher order thinking skills)*. Tanggerang: Tira Smart.
- Sipayung, W. S., Waruwu, A. T. M., Kurniawan, J., & Sitorus, J. (2025). Pengaruh Media dan Teknologi Pembelajaran terhadap Motivasi dan Semangat Belajar Siswa. *ANTHOR: Education and Learning Journal*, 4(1), 09–16. <https://doi.org/10.31004/anthor.v4i1.291>
- Suparman, U. (2021). *Bagaimana meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik*. Bandar Lampung: Pusaka Media.
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. . (2021). Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(07), 1256–1268. <https://doi.org/10.59141/japendi.v2i07.233>
- Susanti, L. (2019). *Strategi pembelajaran berbasis motivasi*. Jakarta: Gramedia.
- Syahputra, E. (2024). Pembelajaran Abad 21 Dan Penerapannya di Indonesia. *Journal of Information System and Education Development*, 2(4), 10–13. <https://doi.org/10.62386/jised.v2i4.104>
- Syarifuddin, Irdawati, & Desma Juita, Ghea Aina Khairunisa. (2025). Pendekatan pembelajaran sains untuk menumbuhkan sikap ilmiah dan karakter sosial peserta didik. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(2), 332 - 342. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v11i02.6192>
- Sylvia, F., Ramdhan, B. ., & Windyariani, S. . (2020). Efektivitas Augmented Reality Terhadap Higher Order Thinking Skills Siswa Pada Pembelajaran Biologi: (The Effectiveness of Augmented Reality Towards Students' Higher Order Thinking Skills in Biology Subject). *BIODIK*, 7(2), 131–142. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.13034>
- Vertucci, R., D'Onofrio, S., Ricciardi, S., De Nino, M. (2023). *History of Augmented Reality. In: Nee, A.Y.C., Ong, S.K. (eds) Springer Handbook of Augmented Reality. Springer Handbooks*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67822-7_2
- Widodo, W., Suciati, S., & Hidayat, R. (2024). Implementasi Model Pembelajaran RADEC (Read Answer Discuss Explain Create) Serta Dampaknya Pada Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Kemampuan Komunikasi . *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 7(1), 270–285. <https://doi.org/10.30605/jsgp.7.1.2024.3706>

- Zahrudin, Z., Syah, S. D., & Basrin, A. (2021). Pembelajaran dalam situasi pandemi covid-19: Strategi pemanfaatan e-lkpd di sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(1), 84-94. <https://doi.org/10.21831/jpv.v11i1.39586>
- Zubir, N., Junaidi, J. (2021). Pengembangan instrumen penilaian sikap peserta didik pada pembelajaran sosiologi kelas XI SMA. *Jurnal Sikola: Jurnal Kajian Pendidikan dan Pembelajaran*. 3(2), 170-178. <http://dx.doi.org/10.24036/sikola.v3i2.169>