

PENGEMBANGAN *E-MODUL* BERBASIS INTERACTIVE *AUGMENTED REALITY* DIAGRAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA SMP

Tria Arvillatu Jannah^{1*}, Zainur Rasyid Ridlo², Ulin Nuha³

^{1,2,3}Universitas Jember, Indonesia

*Corresponding author: triaarvillatu@gmail.com

Abstract: 21st-century education emphasizes the development of Higher Order Thinking Skills (HOTS), such as analyzing, evaluating, and creating. However, students' mastery of HOTS, particularly at cognitive levels C4–C6, remains low. One of the challenges lies in the difficulty of understanding abstract material, such as the human digestive system in science lessons. Augmented Reality (AR) offers an innovative solution through realistic 3D object visualization, enriching the learning experience. Based on this issue, there is a need for instructional media that can bridge students' conceptual understanding while also enhancing their higher-order thinking abilities. This study aims to develop an interactive AR diagram-based e-module to improve students' HOTS on the topic of the digestive system. The development model used is ADDIE, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. Validation was carried out by lecturers and teachers, while testing was conducted on students. The results showed that the e-module has a very high level of validity (92%), excellent practicality (96%), and moderate effectiveness in improving HOTS, with an N-Gain score of 0.66. Student responses were also very positive (83.125%). Therefore, the interactive AR diagram-based e-module is considered valid, practical, and effective for use in science learning and is feasible to be implemented in schools to support the enhancement of students' HOTS.

Keywords: Educational Games, Baamboozle, Learning Media, ADDIE, Vocational School

Abstrak: Pendidikan abad ke-21 menekankan pengembangan Higher Order Thinking Skills (HOTS), seperti analisis, evaluasi, dan membuat. Namun, penguasaan HOTS siswa, khususnya pada level kognitif C4–C6, masih rendah. Salah satu kendalanya adalah kesulitan memahami materi abstrak, seperti sistem pencernaan manusia dalam pelajaran IPA. Augmented reality (AR) menjadi solusi inovatif dengan visualisasi objek 3D yang realistis, sehingga memperkaya pengalaman belajar. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah media pembelajaran yang mampu menjembatani kebutuhan siswa dalam memahami konsep sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul berbasis diagram AR interaktif untuk meningkatkan HOTS siswa pada materi sistem pencernaan. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Validasi dilakukan oleh dosen dan guru, sedangkan uji coba dilakukan pada siswa. Hasil menunjukkan bahwa e-modul ini memiliki tingkat validitas sangat tinggi (92%), kepraktisan sangat baik (96%), dan efektivitas sedang dalam meningkatkan HOTS, dengan skor N-Gain sebesar 0,66. Respon siswa juga sangat positif (83,125%). Dengan demikian, e-modul berbasis diagram AR interaktif ini dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPA, serta layak diimplementasikan di sekolah guna mendukung peningkatan HOTS siswa.

Kata kunci: ADDIE, E-Modul, Augmented Reality, Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

PENDAHULUAN

Memasuki abad ke-21, pendidikan menekankan pengembangan keterampilan menyeluruh, termasuk pengetahuan, sikap, keterampilan, serta penguasaan teknologi (Hafidh et al., 2023). Salah satu keterampilan utama yang harus dimiliki siswa adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), yang mencakup analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6) dalam Taksonomi Bloom (Sari & Sutihat, 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa penguasaan peserta didik terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi masih rendah. Putri et al. (2018) mencatat skor rata – rata 53,02% akibat keterbatasan dalam memahami materi pada level kognitif C4–C6. Amalia & Pujiastuti (2020) menekankan perlunya peningkatan HOTS, dengan skor analisis 33,33%, evaluasi 44,44%, dan membuat 22,23%. Rendahnya capaian ini disebabkan oleh keterbatasan sumber daya pendidikan dan pemahaman siswa terhadap format soal. Temuan serupa disampaikan oleh Andriani et al. (2022) dengan skor rata-rata 50,28%.

Dalam konteks pembelajaran IPA di SMP, tantangan ini semakin besar karena sebagian materi bersifat abstrak dan sulit dipahami tanpa visualisasi konkret, seperti pada topik sistem pencernaan manusia (Halim, 2022; Situmorang & Andayani, 2019). Siswa kerap hanya mengandalkan ilustrasi atau teks deskriptif, sehingga pemahaman konsep menjadi terbatas (Bagus et al., 2023).

Kemajuan teknologi digital memberikan peluang besar untuk menjawab tantangan ini. Salah satunya melalui penerapan *Augmented Reality* (AR) yang memungkinkan visualisasi objek 3D secara interaktif dan *real-time* (Al-Ansi et al., 2023). AR dapat membantu siswa memahami materi abstrak dengan lebih konkret dan menarik, seperti melihat struktur organ pencernaan secara tiga dimensi menggunakan smartphone (Ferdiansyah et al., 2023).

Dalam mendukung proses pembelajaran, media seperti modul juga memiliki peran penting karena dapat diakses secara mandiri dan fleksibel (Irmawati et al., 2021). Modul yang dikembangkan secara digital menjadi lebih interaktif, apalagi jika dipadukan dengan teknologi AR. E-modul berbasis AR mampu menyajikan materi dengan cara yang lebih menarik, serta dirancang untuk menstimulasi HOTS siswa melalui aktivitas analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah (Sari & Sutihat, 2022; Puspitasari, 2019).

Teknologi AR belum banyak digunakan dan masih terbatas di sekolah menengah

pertama di Indonesia untuk tujuan pendidikan. Oleh karena itu, pengembangan e-modul berbasis interaktif diagram menjadi solusi yang berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan demikian, dilakukan penelitian ini yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbasis *Interactive Augmented Reality Diagram* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP” terutama terkait materi sistem pencernaan manusia.

METODE

Penelitian pengembangan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* dilaksanakan di MTs Negeri 1 Jember. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Sekolah dipilih berdasarkan pemenuhan persyaratan yang diperlukan untuk penelitian, termasuk penggunaan *smartphone* dalam proses pendidikan dan penyediaan akses internet.

Subjek penelitian dilaksanakan oleh peserta didik kelas VIII H berjumlah 32 siswa. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menentukan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan sampel yaitu sesuai dengan tingkat kelas yang mempelajari materi yang relevan, kemampuan awal siswa yang beragam (rendah, sedang, dan tinggi), terbiasa dengan teknologi dalam pembelajaran, dan sesuai dengan rekomendasi dari guru.

Penelitian yang akan dilakukan merupakan jenis penelitian pengembangan, yang dikenal juga sebagai *Research and Development* (R&D). Penelitian pengembangan adalah penelitian yang berfungsi mengembangkan dan memvalidasi sebuah produk penelitian (Branch & Varank, 2009). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE yang melibatkan 5 prosedur meliputi *analyze*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* (Branch & Varank, 2009).

Teknik dan instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi (angket), lembar observasi keterlaksanaan (angket), lembar uji keefektifan melalui *pretest – posttest* dan angket serpon siswa, wawancara, dan dokumentasi.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada penerapan teknik *research and development* (R&D) sebagai berikut:

1. Uji Validasi Produk

Bertujuan memvalidasi e-modul sebelum diujicobakan. Adapun rumus validasi produk sebagai berikut:

$$Valpro = \frac{TSe}{TSh} \times 100$$

Keterangan:

Valpro = Validitas produk

TSe = Skor diraih

TSh = Skor maksimal yang dapat diraih

Hasil validitas produk dapat merujuk berdasarkan analisis validasi sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Hasil Validasi Produk oleh Validator Ahli

Kriteria Skor (%)	Kriteria Validasi Produk
$85 < Valpro \leq 100$	Sangat Valid
$70 < Valpro \leq 84$	Valid
$55 < Valpro \leq 69$	Cukup Valid
$40 < Valpro \leq 54$	Kurang Valid
$25 < Valpro \leq 39$	Sangat Kurang Valid

Sumber: Nurhusain & Hadi (2021)

2. Uji Kepraktisan

Bertujuan mengetahui tingkat kepraktisan penggunaan produk yang telah dikembangkan. Adapun rumus menghitung kepraktisan produk sebagai berikut:

$$p = \frac{\sum x}{n} \times 100$$

Keterangan:

p = Skor angket kepraktisan

$\sum x$ = Skor diraih

n = Skor maksimal yang dapat diraih

Hasil analisis uji kepraktisan selanjutnya dapat merujuk berdasarkan tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan Penggunaan Produk

Rentang Skor (%)	Kriteria Kepraktisan
85 – 100	Sangat Praktis
70 – 84	Praktis
55 – 69	Cukup Praktis
40 – 54	Kurang Praktis
25 – 39	Sangat Kurang Praktis

Sumber: Nurhusain & Hadi (2021)

3. Uji Keefektifan

a. Uji keefektifan relatif

Bertujuan membandingkan performa e-modul yang telah dikembangkan

dengan dilakukan *posttest*. Adapun rumus untuk menghitung keefektifan relatif sebagai berikut:

$$N - \text{Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}}$$

Hasil analisis uji keefektifan relatif selanjutnya dapat merujuk berdasarkan tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Kriteria N-Gain

Skor N-Gain	Kriteria
$0,70 \leq \text{N-Gain} \leq 1$	Tinggi
$0,30 \leq \text{N-Gain} \leq 0,70$	Sedang
$0 < \text{N-Gain} < 0,30$	Rendah

Sumber: (Hake, 1998)

b. Uji keefektifan dari respon peserta didik

Adapun rumus menghitung keefektifan dari respon peserta didik sebagai berikut:

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

Keterangan:

p = Skor angket peserta didik

f = Skor diraih

N = Skor maksimal yang dapat diraih

Hasil analisis uji keefektifan dari respon peserta didik selanjutnya dapat merujuk berdasarkan tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Kriteria Keefektifan Respon Peserta Didik

Rentang Skor (%)	Kriteria Keefektifan
85,00 – 100	Sangat Efektif
70,00 – 84,99	Efektif
55,00 – 69,99	Cukup Efektif
40,00 – 54,99	Kurang Efektif
25,00 – 39,99	Sangat Kurang Efektif

Sumber: Nurhusain & Hadi (2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* pada materi struktur dan fungsi sistem organ manusia, khususnya sistem pencernaan. E-modul ini diimplementasikan dalam pembelajaran IPA kelas VIII H MTs Negeri 1 Jember pada semester ganjil dan dikembangkan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap: analisis, desain,

pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Tahap analisis diawali dengan identifikasi masalah melalui wawancara dengan guru IPA kelas VIII di MTs Negeri 1 Jember. Wawancara bertujuan menggali informasi terkait proses pembelajaran serta media dan sumber belajar yang digunakan. Hasil analisis meliputi: 1) analisis kurikulum, 2) analisis proses pembelajaran, dan 3) analisis kebutuhan siswa. Temuan ini menjadi dasar pengembangan e-modul AR.

Dari wawancara diketahui bahwa pembelajaran belum memanfaatkan teknologi terkini. Oleh karena itu, dikembangkan e-modul berbasis augmented reality yang memungkinkan siswa mengakses objek 3D melalui smartphone. Teknologi ini digunakan untuk membantu pemahaman konsep abstrak dan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama pada aspek mencipta (C6) yang masih lemah.

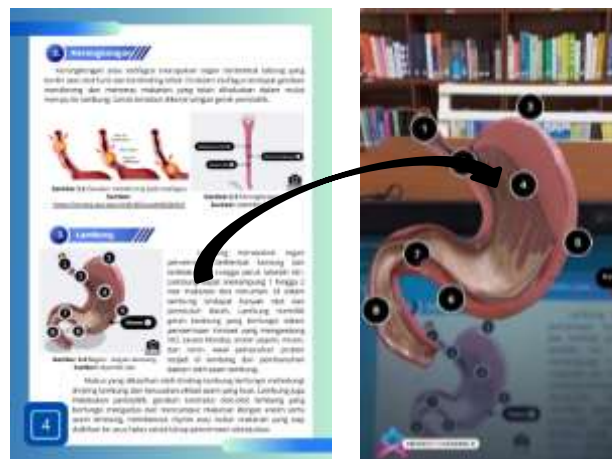
Tahap desain bertujuan merancang e-modul yang dapat meningkatkan HOTS siswa kelas VIII, khususnya pada materi sistem pencernaan. E-modul dirancang untuk diakses menggunakan smartphone dengan bantuan *marker* untuk menampilkan objek 3D organ pencernaan. Pada tahap ini, produk disiapkan untuk diuji validitas, kepraktisan, dan keefektifannya.

Desain e-modul dibuat menggunakan Canva, mencakup berbagai komponen seperti cover, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, pendahuluan, petunjuk penggunaan e-modul dan *Assembler Edu*, materi pembelajaran, petunjuk membuat AR, rangkuman, dan daftar pustaka. *Cover* e-modul menampilkan judul, jenjang sekolah, dan nama penulis serta menyesuaikan dengan tema dan fitur interaktif AR yang digunakan.



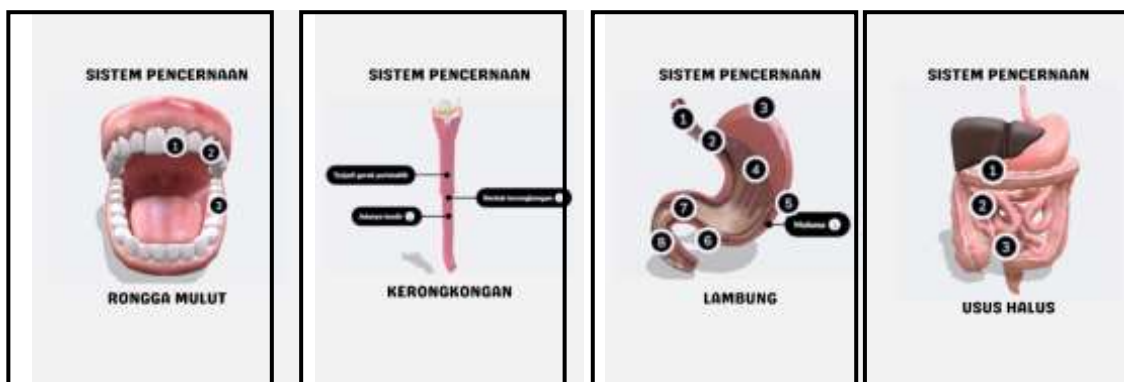
Gambar 1. Desain *Cover* E-Modul Berbasis *Interactive Augmented Reality* Diagram

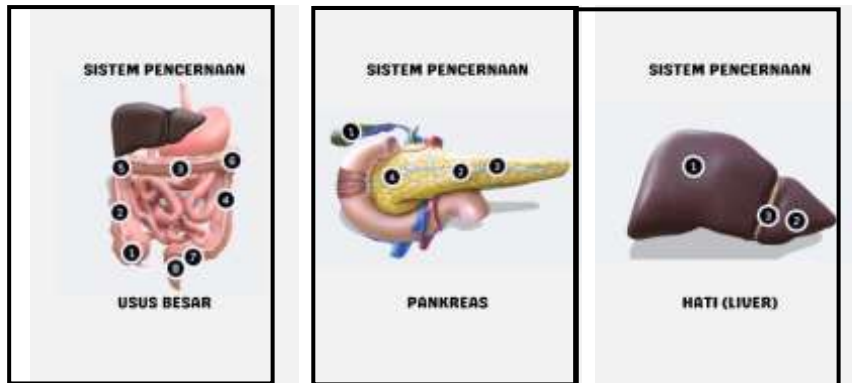
Pada submateri organ penyusun sistem pencernaan, gambar yang digunakan adalah marker yang dibuat dengan aplikasi *Assemblr Edu*. Aplikasi ini dapat diunduh melalui *Google Play Store* di *smartphone* atau diakses melalui *Assemblr Edu Studio* di <https://www.assemblrworld.com/id/studio> menggunakan laptop. Selama pembelajaran, siswa cukup memindai gambar marker dalam e-modul, lalu gambar tersebut akan muncul sebagai objek 3D yang tampak nyata, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Marker Organ Penyusun Sistem Pencernaan

Selain menggunakan gambar marker dalam e-modul, peneliti juga mencetak organ penyusun sistem pencernaan dalam bentuk kartu berukuran seperti kartu remi untuk memudahkan siswa melakukan scan marker. Setiap kartu memuat gambar marker organ pencernaan yang, saat dipindai menggunakan aplikasi *Assemblr Edu* di *smartphone*, menampilkan objek 3D organ tersebut. Melalui kartu marker ini, siswa dapat berinteraksi langsung dengan objek 3D, melihat struktur organ dari berbagai sudut, dan memahami hubungan antarorgan secara lebih jelas. Pendekatan ini tidak hanya memperjelas materi, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan meningkatkan keterlibatan siswa.





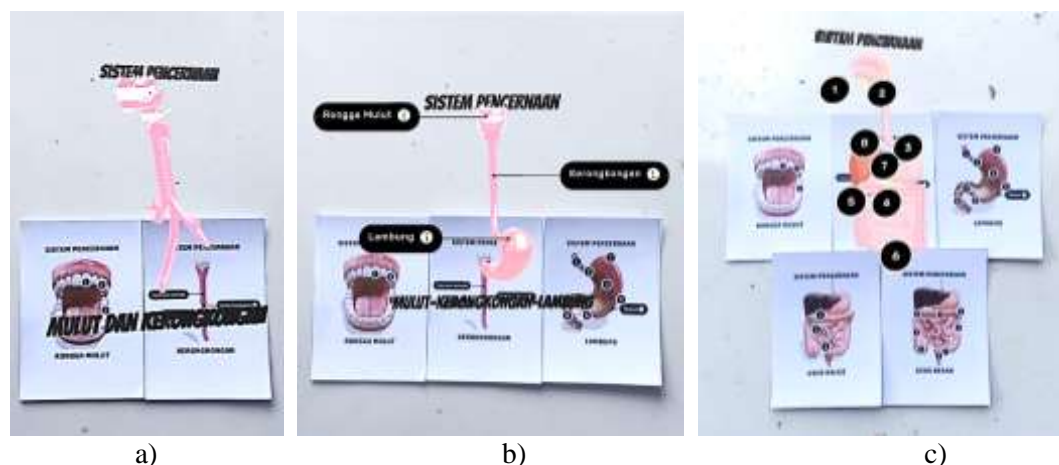
Gambar 3. Kartu Marker Organ Penyusun Sistem Pencernaan

Terdapat fitur petunjuk penggunaan *assemblr edu* yang dicantumkan dalam e-modul guna memudahkan siswa untuk men-*scan* organ pencernaan tersebut yang dapat dilihat pada gambar 4. sebagai berikut:



Gambar 4. Petunjuk Penggunaan *Assemblr Edu*

Kartu marker pada Gambar 4. dapat membentuk marker baru saat beberapa kartu dipindai secara bersamaan. Misalnya, saat kartu rongga mulut dan kerongkongan di-scan, akan muncul marker gabungan mulut-kerongkongan. Jika ditambah dengan kartu lambung, akan terbentuk marker mulut-kerongkongan-lambung sebagai satu kesatuan. Saat semua kartu dipindai bersama, terbentuk marker yang menggambarkan seluruh organ penyusun sistem pencernaan manusia, seperti terlihat pada Gambar 5. Gabungan ini disebut diagram karena menunjukkan keterpaduan dari kartu organ yang di-*scan*.



Gambar 5. a) hasil *scan* organ mulut dan kerongkongan, b) hasil *scan* organ mulut-kerongkongan-lambung, c) hasil *scan* semua organ sistem pencernaan.

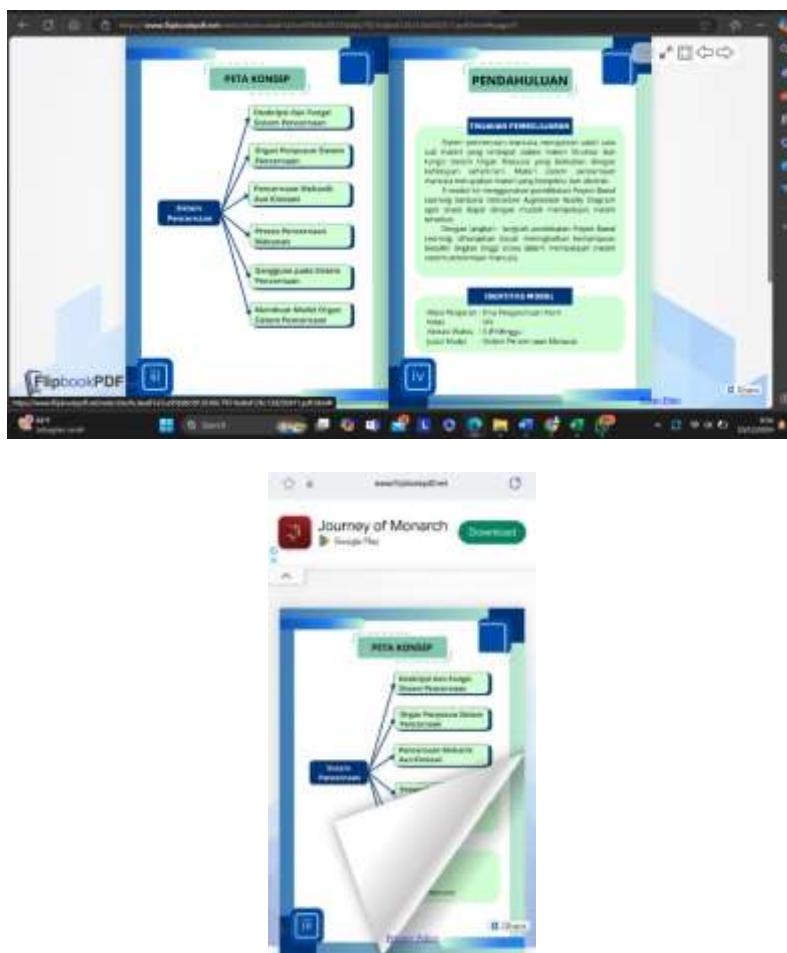
Proses ini menunjukkan bahwa teknologi *augmented reality* (AR) dapat dimanfaatkan untuk menciptakan visualisasi interaktif yang menggambarkan hubungan antarorgan dalam sistem pencernaan manusia. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya memahami struktur masing-masing organ, tetapi juga keterkaitan antarorgan dalam satu sistem yang utuh. Fitur AR memungkinkan pembelajaran bertahap, dari organ individu hingga pemahaman sistem secara keseluruhan. Visualisasi interaktif yang dinamis dari AR juga meningkatkan daya tarik dan keterlibatan siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif.

Instrumen pretest–posttest disusun berdasarkan indikator HOTS, meliputi menganalisis (C4) pada soal nomor 1 dan 2, mengevaluasi (C5) pada soal nomor 3 dan 4, serta membuat (C6) pada soal nomor 5. Indikator membuat (C6) juga terdapat dalam e-modul dan dapat dilihat pada Gambar 6. sebagai berikut:



Gambar 6. Indikator Membuat (C6) dalam E-Modul

Setelah e-modul selesai dirancang menggunakan aplikasi canva, selanjutnya akan diunggah pada laman *FlipbookPDF.net* melalui link berikut <https://www.flipbookpdf.net/>. Tampilan e-modul setelah diunggah akan berbentuk *flipbook* yang dapat dilihat pada gambar 7. sebagai berikut:



Gambar 7. Tampilan E-Modul Dalam Bentuk *Flipbook* diakses Melalui Laptop dan Diakses Melalui *Smartphone*

Validitas e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

Tahap lanjutan dari penelitian pengembangan ini adalah tahap pengembangan atau *develop*. Pada tahap ini, dilakukan dengan melaksanakan validasi guna memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan berbasis *interactive augmented reality diagram* dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran di dalam kelas.

Penilaian terhadap e-modul yang dilakukan oleh 3 validator digunakan untuk mengetahui kevalidan e-modul sebelum diimplementasikan kepada siswa di kelas. Proses penilaian lebih lanjut digunakan untuk mengevaluasi e-modul yang kemudian dapat dikatakan layak untuk digunakan. Hasil validasi e-modul berbasis *interactive augmented*

reality diagram untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Validasi E-Modul Berbasis *Interactive Augmented Reality Diagram*

Aspek Penilaian	Presentase (%)			Rata – rata (%)	Kategori
	V1	V2	V3		
Isi	80	100	100	93	Sangat Valid
Konstruk					
Materi	83	93	97	91	Sangat Valid
Penyajian	80	96	92	89	Sangat Valid
Bahasa	80	96	96	91	Sangat Valid
Kegrafikan	93	100	93	95	Sangat Valid
Rerata Skor	84	97	95	92	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi pada tabel 5. mengenai e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* diperoleh skor rata – rata sebesar 92%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini termasuk dalam kategori sangat valid menurut Nurhusain (2021). Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan layak untuk dipergunakan dalam pembelajaran IPA di kelas.

Kepraktisan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan uji kepraktisan e-modul yang telah melalui tahap pengembangan dan revisi, serta dinyatakan sangat layak digunakan untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Pelaksanaan implementasi e-modul dilakukan oleh siswa kelas VIII H yang terdapat 32 siswa pada pembelajaran IPA terutama terkait materi sistem pencernaan manusia. Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dilakukan sebanyak 4 kali pertemuan dengan masing – masing pertemuan terdiri atas 2 JP.

Data yang diperoleh dari tahap implementasi dijadikan sebagai acuan penggunaan kepraktisan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* yang digunakan di dalam kelas. Hasil data kepraktisan tersebut diperoleh dari penilaian yang dilakukan oleh 3 observer yang melakukan pengamatan selama kegiatan pembelajaran IPA berlangsung. Hasil data kepraktisan penggunaan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* berdasarkan observer dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Kepraktisan Penggunaan E-Modul Berbasis *Interactive Augmented Reality Diagram*

Aspek Penilaian	Presentase (%)			Rata – rata (%)	Kategori
	O1	O2	O3		
Siswa membawa perangkat yang diperlukan dan dapat	100	100	95	98	Sangat Praktis

Aspek Penilaian	Presentase (%)			Rata –	Kategori
mengoperasikan e-modul dengan mudah					
Siswa membaca e-modul melalui <i>smartphone</i> yang terhubung dengan internet	100	100	95	98	Sangat Praktis
Siswa menjawab pertanyaan terkait materi dengan benar	95	90	95	98	Sangat Praktis
Siswa menerapkan penggunaan aplikasi <i>Augmented Reality</i> yang telah dipelajari untuk mengerjakan soal dalam e-modul	100	100	100	100	Sangat Praktis
Siswa melakukan diskusi kelompok untuk memecahkan permasalahan yang telah disajikan dalam e-modul	100	95	100	98	Sangat Praktis
Siswa mengerjakan tes evaluasi yang telah disediakan dalam e-modul untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi terhadap pengetahuan yang telah dipelajarinya	90	100	90	93	Sangat Praktis
Rerata Skor	97	97	95	96	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 6. menunjukkan bahwa presentase kepraktisan penggunaan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* memperoleh skor rata – rata sebesar 96% yang termasuk dalam kategori sangat praktis menurut Nurhusain (2021). Rata – rata yang diperoleh dari observer 1 sebesar 97%, rata – rata yang diperoleh dari observer 2 sebesar 97%, dan rata – rata yang diperoleh dari observer 3 sebesar 95%. Hasil data tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang digunakan sangat praktis dan dapat dikatakan sangat baik digunakan dalam pembelajaran IPA.

Berikut merupakan *link* dan *QR code* untuk mengakses e-modul yang digunakan dalam pembelajaran IPA:

Link

<https://flipbookpdf.net/web/site/a166186d0b78f46a8cd7db77de1a66e180f2dbf1202505.pdf.html>

QR code



Keefektifan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

Tahap evaluasi merupakan tahap terakhir dalam penelitian pengembangan ini yang dilakukan dengan tujuan memperoleh data keefektifan penggunaan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*. Hasil data keefektifan penggunaan e-modul diperoleh dari kegiatan evaluasi berupa *pretest – posttest* dan angket respon siswa diakhir kegiatan pembelajaran dan penelitian. Hasil dari tahap evaluasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Data hasil keefektifan penggunaan e-modul melalui *pretest – posttest*

Kegiatan *pretest – posttest* dilakukan guna memperoleh data seberapa signifikan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* dapat meningkatkan hasil belajar siswa berdasarkan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Hasil *pretest – posttest* siswa dapat dilihat pada tabel 7. sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil *Pretest – Posttest* Siswa

Komponen	Kelas VIII H		N-Gain	Kategori
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Jumlah siswa	32	32	0,66	Sedang
Rata – rata	34,43	78,06		

Berdasarkan Tabel 7. mengenai hasil *pretest – posttest* siswa, menunjukkan bahwa terdapat adanya peningkatan terhadap rata – rata skor siswa pada saat melakukan *pretest* dan *posttest*. Hasil rata – rata nilai *pretest* sebesar 34,43 dan *posttest* sebesar 78,06. Perolehan hasil data tersebut dapat diketahui bahwa nilai N-Gain yang didapatkan sebesar 0,66 yang termasuk dalam kategori sedang. Analisis data menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa setelah siswa mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* pada materi sistem pencernaan manusia.

Analisis mengenai data hasil *pretest – posttest* siswa pada setiap indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dilakukan dengan perhitungan N-Gain. Hasil perhitungan N-Gain pada setiap indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dilihat pada Tabel 8. sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Analisis Perhitungan N-Gain Setiap Indikator HOTS

Indikator HOTS	No. soal	Rata – rata skor		N-Gain	Kategori
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Menganalisis (C4)	1,2	50,15	77,81	0,65	Sedang

Indikator HOTS	No. soal	Rata – rata skor		N-Gain	Kategori
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Mengevaluasi (C5)	3,4	60,31	94,53	0,54	Sedang
Membuat (C6)	5	12,34	44,53	0,85	Tinggi

Hasil data analisis pada Tabel 8. menunjukkan bahwa terdapat peningkatan skor *pretest* dan *posttest* pada setiap indikator berpikir tingkat tinggi siswa setelah menggunakan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*. Indikator menganalisis (C4) memperoleh skor N-Gain sebesar 0,65 dalam kategori sedang, indikator mengevaluasi (C5) memperoleh skor N-Gain sebesar 0,55 dalam kategori sedang, dan indikator membuat (C6) memperoleh skor N-Gain sebesar 0,85 dalam kategori tinggi.

Pembahasan

Validitas e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

E-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* yang dikembangkan dalam penelitian ini telah divalidasi oleh tiga ahli, terdiri dari satu dosen Pendidikan IPA dan dua guru IPA MTs Negeri 1 Jember. Hasil validasi menunjukkan skor rata-rata sebesar 92%, yang tergolong sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul layak digunakan dalam pembelajaran IPA karena telah memenuhi kriteria validitas tinggi pada semua aspek penilaian, yakni isi dan konstruk, yang mencakup materi, penyajian, bahasa, dan kegrafikan. Mengacu pada Nurhusain & Hadi (2021), skor di atas 70% sudah dapat dikategorikan valid.

Pada aspek isi, skor validasi mencapai rata – rata 93% dengan rincian 80% (validator 1), 100% (validator 2), dan 100% (validator 3). Ini menunjukkan bahwa konten e-modul sesuai dengan indikator HOTS (analisis, evaluasi, dan membuat), mendukung tujuan pembelajaran, dan relevan dengan kebutuhan siswa. Menurut Noverisa et al. (2022), validitas isi yang tinggi menandakan bahwa materi telah memenuhi standar kurikulum dari segi keakuratan dan kedalaman. Selain itu, kehadiran gambar marker yang dapat dipindai melalui aplikasi *Assemblr Edu* menjadikan materi abstrak lebih mudah dipahami dan menarik bagi siswa, sekaligus memperkuat aspek visual dan interaktif e-modul.

Subaspek materi pada konstruk memperoleh rata-rata 91% (83%, 93%, dan 97% dari masing – masing validator), menunjukkan bahwa materi disusun sistematis, akurat, dan sesuai capaian pembelajaran. Hal ini mendukung pendapat Dewi dan Lestari (2020)

bahwa e-modul akan efektif bila materi tersaji lengkap dan selaras dengan tujuan pembelajaran.

Subaspek penyajian meraih skor rata – rata 89%, dengan penilaian positif terhadap struktur penyajian, keterurutan materi, ilustrasi yang jelas, dan kemudahan akses. Penyajian yang konsisten dan lengkap, seperti dikemukakan Bohalima (2022), membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam.

Pada aspek bahasa, skor rata-rata sebesar 91% menunjukkan penggunaan bahasa yang jelas, sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia, dan mudah dipahami. Hal ini sejalan dengan Nila & Mustika (2022) yang menyatakan bahwa bahasa yang tepat meningkatkan efektivitas penyampaian materi. Pemilihan kata dan struktur kalimat yang sederhana menjadi kunci dalam penyampaian yang komunikatif.

Terakhir, aspek kegrafikan mendapat skor tertinggi, yaitu rata-rata 95%, dengan visualisasi yang menarik dan interaktif. Hal ini memperkuat minat siswa serta membantu pemahaman konsep, sebagaimana dikemukakan Noverisa et al. (2022), bahwa tampilan grafis yang menarik dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar.

Kepraktisan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

Kepraktisan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* dinilai untuk mengukur kualitas pembelajaran saat modul diterapkan. Penilaian dilakukan oleh tiga observer dari Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Jember, dengan fokus pada aspek yang memengaruhi keberhasilan pembelajaran (Salsabila et al., 2024). Aspek pertama adalah kemudahan penggunaan perangkat digital, termasuk aksesibilitas dan kompatibilitas, yang memastikan e-modul dapat digunakan tanpa kendala teknis. Aspek kedua adalah interaktivitas modul yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa melalui fitur diagram AR. Aspek ketiga adalah efektivitas modul dalam membantu pemahaman materi.

Berdasarkan hasil uji kepraktisan pada Tabel 6, e-modul ini memperoleh skor rata – rata 96%, tergolong sangat praktis. Interaktivitas yang disediakan memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan diagram AR, seperti memperbesar, memutar, atau menyesuaikan tampilan organ sehingga materi abstrak menjadi lebih mudah dipahami dan pengalaman belajar terasa lebih menarik (Salsabila et al., 2024).

Kepraktisan juga tampak dari kemudahan akses melalui smartphone atau tablet tanpa memerlukan alat tambahan yang mahal. Antarmuka yang sederhana membuat

modul mudah digunakan baik oleh guru maupun siswa tanpa pelatihan khusus. Modul ini fleksibel untuk digunakan di kelas maupun pembelajaran mandiri di rumah (Puspitasari, 2019). Dengan demikian, e-modul ini tidak hanya memenuhi standar kepraktisan, tetapi juga mendukung pembelajaran yang modern, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa saat ini.

Keefektifan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram*

Keefektifan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP pada materi sistem pencernaan manusia dilaksanakan di kelas VIII H pada kegiatan *pretest – posttest* dan angket respon siswa. Penjelasan mengenai keefektifan penggunaan e-modul dijelaskan pada subbab berikut:

a. Analisis keefektifan penggunaan e-modul melalui *pretest – posttest*

Hasil analisis N-Gain menunjukkan skor sebesar 0,66 yang termasuk dalam kategori sedang. Ini menandakan adanya peningkatan signifikan antara rata – rata skor *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa setelah menggunakan e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* di kelas VIII H MTs Negeri 1 Jember. Rata – rata skor *pretest* siswa sebesar 34,43 meningkat menjadi 79,78 pada *posttest*. Peningkatan ini disebabkan oleh ketertarikan siswa dalam membaca e-modul, yang mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sistem pencernaan manusia. Gambar *augmented reality* dalam e-modul membantu siswa memahami materi abstrak dengan menghadirkan pengalaman langsung melalui visualisasi objek 3D organ pencernaan. Hal ini sejalan dengan penelitian Purba & Saragih (2023), yang menyatakan bahwa AR merupakan inovasi efektif untuk materi abstrak di dunia pendidikan.

b. Analisis keefektifan penggunaan e-modul melalui angket respon siswa

Keefektifan e-modul diukur melalui angket respons siswa kelas VIII H setelah *posttest* pada pertemuan terakhir. Berdasarkan Tabel 8, e-modul berbasis *interactive augmented reality diagram* memperoleh skor rata – rata 83,25%, yang tergolong sangat efektif. Indikator ketertarikan mencatat skor 77,5% dan masuk kategori efektif, menunjukkan bahwa e-modul cukup menarik perhatian siswa, meskipun masih perlu peningkatan pada desain visual dan penyajian konten. Ilustrasi yang lebih menarik dan variasi warna diyakini dapat meningkatkan daya tarik, sejalan

dengan pendapat Laraphaty *et al.* (2021) bahwa relevansi topik dan desain memengaruhi minat siswa.

Indikator pemahaman memperoleh skor rata – rata 83,75%, menunjukkan bahwa e-modul efektif dalam menyampaikan materi secara jelas. Hal ini didukung oleh penyajian materi yang terstruktur, penggunaan ilustrasi dan contoh nyata, serta pemecahan konsep menjadi bagian yang lebih sederhana. Puspitasari (2019) menegaskan bahwa penyajian yang sederhana dan materi yang mendalam mampu meningkatkan pemahaman siswa.

Keterbacaan pesan menjadi indikator tertinggi dengan skor 86,25%, juga dalam kategori sangat efektif. Teks dalam e-modul dinilai mudah dipahami karena menggunakan bahasa yang tepat, kalimat singkat, serta format penulisan yang rapi. Menurut Laraphaty *et al.* (2021), pemilihan font, ukuran huruf, dan tata letak berpengaruh besar terhadap keterbacaan dan kenyamanan membaca.

Indikator kemudahan penggunaan mencatat skor 85%, yang menunjukkan bahwa e-modul dirancang secara sederhana dan mudah digunakan. Navigasi yang jelas, panduan penggunaan, dan kompatibilitas dengan berbagai perangkat memudahkan siswa dalam mengakses materi. Sesuai dengan Maulina *et al.* (2023), e-modul digital mendukung pembelajaran mandiri karena memungkinkan siswa mengulang materi atau latihan secara fleksibel untuk memperkuat pemahaman.

SIMPULAN

Pengembangan e-modul berbasis interactive augmented reality diagram terbukti sangat valid (92%), sangat praktis (96%), dan efektif (N-Gain 0,66) dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa SMP, khususnya pada materi sistem pencernaan. E-modul ini mampu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami materi abstrak melalui visualisasi interaktif 3D yang menarik dan mudah diakses. Respon siswa yang sangat positif (83,125%) menunjukkan bahwa media ini layak diterapkan dalam pembelajaran IPA untuk mendukung pengembangan HOTS sesuai tuntutan pendidikan abad ke-21.

E-modul ini dapat diimplementasikan secara lebih luas pada mata pelajaran atau jenjang pendidikan lain dengan materi bersifat abstrak. Perlu pengembangan lanjutan dengan peningkatan fitur AR, seperti animasi interaktif atau simulasi proses organ secara dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Recent Development in Education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Amalia, A., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi pada Siswa Smp Ypwks Cilegon dalam Menyelesaikan Soal Pola Bilangan. *Wahana Didaktika: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 18(3), 247–254. <https://doi.org/10.31851/wahanadidaktika.v18i3.4370>
- Andriani, R., Turmuzi, M., & Prayitno, S. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dalam Menyelesaikan Masalah Open Ended pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(2), 476–484. <https://doi.org/10.29303/griya.v2i2.171>
- Bagus, D. E. P., Rusdianto, R., & Supeno, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Terintegrasi Android untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 306–314. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.893>
- Bohalima, I. M. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Interaktif Berbasis Discovery Materi Sistem Pencernaan Manusia. *FAGURU: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan*, 1(2), 167–179. <https://doi.org/10.57094/faguru.v1i2.679>
- Branch, R. M., & Varank, İ. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer.
- Ferdiansyah, E. A., Septyaningrum, A. N., Sari, D. A. M., & Wijayanti, M. D. (2023). Improved Capabilities Think Critically and Creatively in Learning Natural Science with Media Base HOTS with AR in the Era Society 5.0. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 6(3). <https://doi.org/10.20961/shes.v6i3.82329>
- Hafidh, M., Yulia, G., & Anggraeni, A. (2023). Evolusi Teknologi dalam Pembelajaran menurut Pandangan Aliran Filsafat Rekonstruksionisme. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 24467–24473. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10476>
- Hake, R. R. (1998). Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research Conference*, 8(1), 1–14.
- Halim, S. (2022). Application of Biology Learning Media at SMA Negeri 3 Samarinda Using the Direct Instruction Model to Improve Student Learning Outcomes. *Educationist: Journal of Educational and Cultural Studies*, 1(2), 242–251. <https://doi.org/https://jurnal.litnuspublisher.com/index.php/jecs/article/view/84>
- Irmawati, I., Syahmani, S., & Yulinda, R. (2021). Pengembangan Modul IPA pada Materi Sistem Organ dan Organisme Berbasis STEM-inkuiri untuk Meningkatkan HOTS Siswa. *Journal of Mathematics Science and Computer Education*, 1(2), 64–73. <https://doi.org/10.20527/jmscedu.v1i2.4048>
- Laraphaty, N. F. R., Riswanda, J., Anggun, D. P., Maretha, D. E., & Ulfa, K. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul. *Nasional*

Pendidikan *Biologi*, 4(1), 145–156.
<https://doi.org/https://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/semnaspbio/article/view/676>

- Maulina, Y., Supriyono, S., & Yuzianah, D. (2023). Pengembangan E-Modul Matematika Berbantuan Canva untuk Meningkatkan Pemahaman Materi pada Siswa SMA. *Konstanta: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(4), 22–36. <https://doi.org/10.59581/konstanta.v1i4.1419>
- Nila, W. T., & Mustika, D. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Model Problem Based Learning (PBL) materi Organ Gerak Hewan dan Manusia. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(2), 411–422. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i2.4129>
- Noverisa, E. J., Setiawati, N., & Prasetyo, V. M. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android dalam Mata Kuliah Bunpou I. *Kagami: Jurnal Pendidikan dan Bahasa Jepang*, 13(1), 64–78.
- Nurhusain, M., & Hadi, A. (2021). Desain Pembelajaran Statistika Terapan Berbasis Kasus Berkualitas Baik (Valid, Praktis, dan Efektif) untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Indonesian Journal of Educational Science*, 3(2), 105–119. <https://doi.org/10.31605/ijes.v3i2.951>
- Purba, A., & Saragih, A. (2023). Peran Teknologi dalam Transformasi Pendidikan Bahasa Indonesia di Era Digital. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 3(3), 43–52. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v3i3.619>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.24252/jpf.v7i1.7155>
- Putri, R. R., Ahda, Y., & Rahmawati, D. (2018). Analisis Aspek Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi pada Instrumen Penilaian Materi Protista untuk Peserta Didik SMA/MA Kelas X. *Jurnal Biodik*, 4(1), 8–17.
- Salsabila, A., Putra, D. P. A., & Ridlo, Z. R. (2024). Pengembangan Modul Ajar Interaktif Berbantuan Augmented Reality pada Pembelajaran IPA SMP untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Eduproxima (Jurnal Ilmiah Pendidikan Ipa)*, 6(3), 1113–1122. <https://doi.org/10.29100/v6i3.5085>
- Sari, P. K., & Sutihat, S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(3), 509–526. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i3.24789>
- Situmorang, R. P., & Andayani, E. P. (2019). Penggunaan Media Animasi Berbasis Macromedia Flash untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Konsep Materi Sistem Peredaran Darah Manusia. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 2(1), 35–41. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v2i1.14544>