

Pengembangan Media Interaktif Materi Sistem Pencernaan Manusia Berbasis Keterampilan Proses Sains pada Pembelajaran IPA

Silvia Isna Billa ^{1*}, Faudina Permatasari ²

^{1, 2} Universitas Bhinneka PGRI Tulungagung, Indonesia

* isna44404@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya Keterampilan Proses Sains (KPS) peserta didik akibat proses pembelajaran IPA yang cenderung konvensional, serta keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah untuk memvisualisasikan materi abstrak yang membutuhkan visualisasi dinamis seperti sistem pencernaan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kevalidan dan kepraktisan media pembelajaran interaktif berbasis KPS yang dikembangkan menggunakan platform Kodular pada materi sistem pencernaan manusia untuk peserta didik kelas VIII. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan menerapkan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*. Subjek uji coba dalam penelitian ini melibatkan 20 peserta didik kelas VIII B MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen angket skala Likert untuk ahli materi, ahli media, guru IPA, serta peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid dengan persentase rata-rata kevalidan sebesar 83,64% dari ahli materi dan 87,72% dari ahli media. Selain itu, kepraktisan media memperoleh persentase yang sangat tinggi yaitu sebesar 88,8% dari respon guru dan 88,5% dari hasil uji coba respon peserta didik, sehingga masuk dalam kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis KPS materi sistem pencernaan manusia terbukti sangat valid, praktis, dan sangat layak digunakan sebagai media inovatif pendukung kegiatan pembelajaran IPA kelas VIII. Penelitian ini berimplikasi pada peningkatan keterampilan proses sains dan pemahaman konsep siswa melalui penggunaan media interaktif dalam pembelajaran IPA.

Kata Kunci: *Keterampilan Proses Sains (KPS), Kodular, Media Pembelajaran Interaktif, Sistem Pencernaan Manusia.*

Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari fenomena alam melalui proses ilmiah yang sistematis, yang mencakup tiga komponen utama: sikap, proses, dan produk (Permatasari et al., 2019). Oleh karena itu, pembelajaran IPA tingkat SMP/MTs diharapkan mampu memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) sebagai bagian dari kemampuan bernalar kritis yang selaras dengan Kurikulum Merdeka (Hidayatullah et al., 2025). KPS merupakan keterampilan dasar (mengamati, mengklasifikasi, membuat inferensi, dan memprediksi) yang harus dimiliki peserta didik untuk memahami konsep sains secara menyeluruh dan membangun pengetahuan secara mandiri, esensi pembelajaran IPA adalah proses penemuan ilmiah yang dilakukan secara sistematis yang tidak hanya berorientasi pada produk melainkan keaktifan siswa (Angelia, 2022).

Namun, kondisi ideal tersebut berbanding terbalik dengan kenyataan di lapangan. Berdasarkan data nasional *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022, skor literasi sains peserta didik Indonesia mengalami penurunan dari 396 poin (2018) menjadi 383 poin (2022) (OECD, 2023). Penurunan ini mencerminkan rendahnya aspek KPS dasar siswa, seperti menjelaskan fenomena ilmiah dan menafsirkan data. Faktor utama penyebab rendahnya KPS adalah proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*) dan penggunaan media yang bersifat konvensional (Aufa et al., 2021).

Kondisi empiris ini juga ditemukan di MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung. Berdasarkan hasil wawancara, kegiatan pembelajaran IPA di sekolah tersebut masih didominasi metode ceramah serta media statis berupa buku teks, LKS, dan presentasi PowerPoint sederhana. Keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah mengakibatkan visualisasi proses biologi yang dinamis dan mikroskopis jarang dipraktikkan. Sebagai solusi, diperlukan media pembelajaran inovatif yang mampu mengintegrasikan simulasi digital dengan KPS dalam satu platform terpadu (Subeki et al., 2022; Ulfa et al., 2022). Penelitian ini memanfaatkan platform Kodular untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis KPS. Penggunaan model pengembangan ADDIE dipilih karena tahapannya yang sistematis untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan layak (Branch, 2016).

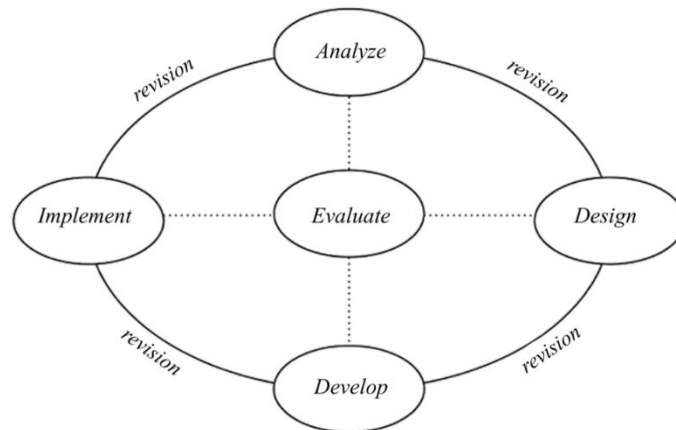
Masalah ini semakin terlihat jelas pada materi Sistem Pencernaan Manusia. Materi kelas VIII ini memiliki tingkat kompleksitas tinggi karena bersifat multidimensional, sekuensial (berurutan), dan abstrak (Azizah & Hakim, 2026; Matturungan et al., 2023). Proses mekanisme dan kimiawi seperti gerakan peristaltik, pemecahan makanan oleh enzim pencernaan, mekanisme penyerapan nutrisi di vili usus hingga gangguan yang ada didalamnya merupakan konsep mikroskopis yang tidak dapat diamati secara langsung oleh mata telanjang (Anwar et al., 2023; Karentius & Hardiyantari, 2025). Hambatan ini seringkali memicu miskonsepsi kognitif pada peserta didik serta memaksa mereka menghafal istilah ilmiah tanpa memahami esensi prosesnya (Agustina et al., 2024; Rochmah et al., 2025).

Inovasi media pembelajaran interaktif berbasis KPS yang dirancang khusus untuk melatih KPS agar mengatasi kesenjangan tersebut (Salsabila et al., 2022). Salah satu teknologi *no-code/low-code* modern yang representatif adalah Kodular, yang mampu diakses oleh peserta didik secara fleksibel. Melalui media interaktif ini, hambatan fasilitas laboratorium fisik dapat diatasi dengan simulasi virtual, animasi perjalanan makanan, dan *immediate feedback* (umpan balik instan) (Pratama, 2020). Keterbaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi sistematis antara simulasi digital 2D berbasis Kodular dengan empat indikator KPS dasar (mengamati, mengklasifikasi, menginferensi, memprediksi) ke dalam satu media pembelajaran terpadu untuk materi sistem pencernaan manusia Kurikulum Merdeka. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media interaktif materi sistem pencernaan manusia yang secara khusus mengintegrasikan keterampilan proses sains ke dalam aktivitas pembelajaran IPA, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga terlibat aktif dalam mengamati, mengidentifikasi, menganalisis, dan menarik kesimpulan secara mandiri.

Metode

Metode penelitian yang dipilih adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan tujuan menghasilkan produk berupa media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada materi sistem pencernaan manusia. Pendekatan ini menitikberatkan pada proses perancangan, pengujian, serta perbaikan produk guna menjamin kualitas dan kelayakannya saat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam pelaksanaannya,

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menerapkan kerangka model ADDIE yang diadopsi dari studi terdahulu yang mencakup lima fase terstruktur: *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Alur tahapan kerja ini diadopsi untuk memastikan produk yang dikembangkan matang secara konseptual maupun teknis (Branch, 2016).



Gambar 1. Tahapan Model ADDIE

Tahap analisis, Peneliti mengidentifikasi permasalahan dasar di lapangan melalui wawancara di MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung seperti keterbatasan visualisasi laboratorium, analisis kurikulum, dan gaya belajar siswa sesuai prinsip analisis terstruktur (Dewi & Haerani, 2023; Widiya et al., 2025). Analisis dilakukan terhadap kebutuhan belajar peserta didik, keterbatasan fasilitas laboratorium, hambatan kognitif pada materi yang bersifat abstrak (sistem pencernaan), serta analisis kurikulum yang berlaku. Pada tahap perancangan, Difokuskan pada pembuatan rancangan awal produk (*blueprint*) berupa alur logika program (*flowchart*) dan lembar cerita (*storyboard*) (Khoirunnisa & Astuti, 2022; Mulawarman & Rismayanti, 2021). Konten sains distrukturkan secara bertahap agar meminimalkan beban kognitif siswa (Sefrinal et al., 2026). Aktivitasnya meliputi penyusunan materi sistem pencernaan yang diintegrasikan dengan indikator KPS (mengamati, mengklasifikasi, menginferensi, memprediksi), pembuatan alur logika program (*flowchart*), serta penyusunan lembar cerita (*storyboard*) sebagai cetak biru antarmuka aplikasi Android pada platform Kodular. Pada tahap ini juga dirancang instrumen pengumpulan data berupa angket penilaian.

Tahap pengembangan, rancangan yang telah dipersiapkan diwujudkan menjadi produk nyata berupa aplikasi media pembelajaran interaktif menggunakan platform Kodular. Setelah prototipe produk selesai, dilakukan proses validasi oleh para ahli yang terdiri atas ahli materi dan ahli media pembelajaran. Masukan kualitatif dari validator digunakan sebagai dasar revisi untuk menyempurnakan produk sebelum diujicobakan. Pada tahap Implementasi, produk yang telah dinyatakan valid kemudian diujicobakan secara terbatas untuk mengukur parameter kepraktisannya. Subjek uji coba dalam penelitian ini melibatkan 20 peserta didik kelas VIII B di MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung, serta guru mata pelajaran IPA di sekolah. Pada tahap Evaluasi, dilakukan secara integral di setiap akhir fase guna mengontrol kualitas media yang diciptakan. Evaluasi akhir difokuskan pada hasil kompilasi data angket penilaian guna menarik kesimpulan final mengenai kelayakan produk berdasarkan standar kevalidan dan kepraktisan.

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen penilaian, penilaian kualitas media dilakukan menggunakan instrumen berskala Likert 1–4 untuk mendapatkan angket dari

responden dari kategori kurang baik hingga sangat baik. Instrumen pengumpulan data tersebut meliputi: 1) Lembar validasi ahli materi yang menitikberatkan pada aspek kualitas isi, kesesuaian kurikulum, dan ketepatan integrasi indikator Keterampilan Proses Sains (KPS), 2) Lembar validasi ahli media yang menitikberatkan pada aspek desain visual, kemudahan navigasi, keterbacaan teks, serta kinerja teknis aplikasi menggunakan platform Kodular, 3) Angket Respons Guru IPA dan Peserta Didik digunakan untuk menjangkau data persepsi pengguna mengenai kepraktisan dan kemudahan penggunaan media saat diaplikasikan dalam pembelajaran, 4) Analisis Data Kualitatif yang mana data berupa komentar dan saran dari para ahli dianalisis secara deskriptif untuk melakukan perbaikan/revisi pada produk media. Serta Analisis Data Kuantitatif (Uji Kevalidan & Kepraktisan) yang mana data dari angket skala Likert dihitung persentasenya menggunakan rumus:

$$V = \frac{\sum x}{\sum x_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kevalidan/kepraktisan produk.

$\sum x$ = Jumlah skor empiris yang diberikan oleh responden.

$\sum x_{maks}$ = Jumlah skor ideal maksimum dalam instrumen.

Hasil

Prosedur pengembangan dalam studi ini merujuk pada model ADDIE yang mencakup lima langkah fundamental, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*. Kerangka ini dipilih karena kemampuannya dalam menjamin struktur pengembangan yang rapi, sehingga proses pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis KPS dapat terlaksana secara metodologis. Setiap fasenya saling berkesinambungan, yang diawali dengan analisis kebutuhan lapangan dan diakhiri dengan evaluasi produk secara menyeluruh. Oleh karena itu, pemaparan hasil media pembelajaran interaktif ini disesuaikan dengan sistematika ADDIE untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai keterkaitan proses desain terhadap capaian kualitas media di tahap akhir.

Tahap Analysis

Tahap analisis diorientasikan untuk memetakan urgensi instruksional, profil peserta didik, serta problematika yang menghambat penguasaan materi sistem pencernaan manusia pada jenjang kelas VIII MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung. Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan adanya dependensi terhadap strategi konvensional (ceramah) menggunakan buku teks dan gambar statis, serta keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah untuk memvisualisasikan materi abstrak yang membutuhkan visualisasi dinamis. Keterbatasan visualisasi mikroskopis dan biokimia tersebut mengakibatkan peserta didik terjebak dalam pola belajar pasif, sehingga Keterampilan Proses Sains (KPS) mereka tidak terstimulasi secara optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, kehadiran media pembelajaran yang bersifat interaktif dan mampu memfasilitasi keterlibatan aktif menjadi kebutuhan mendesak guna mentransformasi suasana belajar menjadi lebih dinamis.

Penentuan materi sistem pencernaan manusia didorong oleh karakteristik kontennya yang memiliki kompleksitas tinggi dan melibatkan banyak proses fisiologis yang abstrak (seperti pemecahan molekul oleh enzim dan penyerapan nutrisi), yang membutuhkan bantuan visualisasi tepat. Sebagai respons atas keterbatasan fasilitas, dikembangkan inovasi berupa media

pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) yang dikembangkan melalui *platform* Kodular. Perangkat ini dirancang secara khusus untuk membantu peserta didik mengonstruksi pemahaman mengenai sistem pencernaan melalui tampilan video edukatif dan simulasi virtual. Selain mengeliminasi kejenuhan dalam belajar, penggunaan media ini bertujuan untuk memperkuat Keterampilan Proses Sains (KPS) peserta didik yang dibatasi pada empat indikator utama, yaitu mengamati, mengklasifikasi, membuat inferensi, dan memprediksi.

Tahap Design

Tahap desain, peneliti menyusun rancangan awal (*storyboard*) media pembelajaran interaktif sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka dan indikator Keterampilan Proses Sains (KPS). Proses perancangan meliputi penyusunan alur navigasi, aturan penggunaan aplikasi, tampilan visual (antarmuka), serta penentuan komponen media yang akan diintegrasikan. Desain media disesuaikan dengan karakteristik peserta didik kelas VIII agar lebih menarik, mudah dipahami, dan mendukung keterlibatan aktif secara mandiri. Aplikasi dirancang non-linear dengan pembagian sub-bab materi yang terstruktur (Nutrisi, Struktur dan Fungsi Organ, serta Gangguan dan Upaya Menanggulangnya). Selain merancang elemen visual, peneliti juga menyusun instrumen penilaian kelayakan berupa lembar angket validasi ahli (materi dan media) menggunakan skala Likert serta angket respons pengguna untuk guru IPA dan peserta didik.

Rancangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) menggunakan *platform* Kodular: 1). Splash Screen: Menampilkan judul media, gambar singkat, dan background sebagai identitas awal media saat aplikasi dibuka (menunggu otomatis 3–5 detik). 2). Menu Utama: Memuat tombol navigasi yang terdiri dari Tujuan Pembelajaran, Materi Sistem Pencernaan, Video, Latihan, Evaluasi, dan Penutup untuk memudahkan orientasi pengguna. 3). Sub-bab 1 (Nutrisi): Dilengkapi dengan fitur Identifikasi Nutrisi Pada Makanan berupa video edukatif dilanjutkan pemilihan menu makanan yang memuat nilai kalori (karbohidrat, protein, lemak) serta latihan soal via Quizizz. 4). Sub-bab 2 (Struktur & Fungsi Organ): Dilengkapi Menu Utama Organ Interaktif yang menampilkan visualisasi anatomi (mulut hingga anus) serta animasi proses mekanik dan enzimatik (enzim pencernaan dan vili usus). 5). Sub-bab 3 (Gangguan & Upaya): Memuat infografis penyakit (obesitas dan gastritis/maag) disertai simulasi "Detektif Penyakit" untuk mencocokkan gejala klinis pasien dengan jenis gangguan. 6). Evaluasi & Penutup: Menyediakan bank soal acak secara komprehensif dengan skor yang muncul otomatis sebagai umpan balik instan hasil belajar peserta didik.

Tahap Development

Tahap pengembangan dilakukan dengan mengubah rancangan konseptual (*storyboard*) menjadi produk nyata berupa kode QR/barcode menggunakan platform Kodular. Seluruh komponen media yang memadukan teks, gambar, video, dan simulasi disusun secara proporsional sesuai dengan karakteristik materi dan indikator KPS dasar. Setelah produk selesai dikembangkan, media melalui tahapan pengujian kelayakan (validasi) oleh para ahli sebelum diimplementasikan di dalam kelas.

Kevalidan Media Pembelajaran Interaktif (Hasil Uji Validasi)

Uji kevalidan dilakukan melalui proses penilaian (validasi) oleh para ahli yang kompeten, meliputi ahli materi dan ahli media. Proses validasi melibatkan unsur akademisi (Dosen Universitas Bhinneka PGRI Tulungagung) dan praktisi lapangan (Guru IPA MTs. Miftahul Huda Karangsono). Pengumpulan data validasi menggunakan instrumen angket skala Likert (rentang skor 1–4).

Hasil Validasi Ahli Materi

Pengujian kelayakan pada aspek substansi materi dilakukan oleh ahli materi menggunakan instrumen angket skala Likert. Indikator penilaian berfokus pada 5 aspek penilaian, yaitu: kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka, kebenaran konsep fisiologi dan biokimia pencernaan, kelengkapan materi/KPS, kemenarikan isi, serta teknik penyajian. Berdasarkan rumus analisis persentase kevalidan, hasil penilaian ahli materi dipaparkan sebagai berikut: a) Aspek Kesesuaian Materi: Menunjukkan keselarasan yang tinggi antara substansi materi di dalam aplikasi dengan CP IPA Kelas VIII dan tujuan pembelajaran berbasis KPS. b) Aspek Kebenaran Konsep: Seluruh konsep anatomi saluran pencernaan (mulut hingga anus), organ aksesori (hati, kantung empedu, pankreas), dan peran enzim pencernaan disajikan secara akurat tanpa indikasi miskonsepsi. c) Aspek Kelengkapan Materi: Penyelidikan kontekstual mengenai zat nutrisi makanan (karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, air) serta integrasi 4 indikator KPS dasar tersaji secara lengkap. d) Aspek Kemenarikan Isi: Penyajian visual materi dinamis mampu merangsang ketertarikan kognitif peserta didik. e) Aspek Teknik Penyajian: Alur penyajian materi bersifat runtut, sistematis, serta dilengkapi soal evaluasi yang representatif. Rekapitulasi data hasil penilaian ahli materi disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Total Skor yang Diperoleh (ΣX)	Skor Maksimal (ΣX_{maks})	Persentase Kevalidan (V)	Kategori
1	Kesesuaian Materi	2	7	8	87,50%	Sangat Valid
2	Kebenaran Konsep	2	7	8	87,50%	Sangat Valid
3	Kelengkapan Materi	2	6	8	75,00%	Valid
4	Kemenarikan Isi	1	3	4	75,00%	Valid
5	Teknik Penyajian	2	7	8	87,50%	Sangat Valid
Total	Rata-rata Kelayakan Materi	9 Butir	30	36	83,64%	Valid

Analisis Data Ahli Materi: Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus persentase validitas $V = \frac{\Sigma X}{\Sigma X_{maks}} \times 100\%$, diperoleh nilai rata-rata validasi materi sebesar 83,64%. Merujuk pada kriteria validasi, nilai tersebut berada pada interval 70,01% - 85,00%, yang berarti media memenuhi kategori Valid dan layak digunakan dengan perbaikan-perbaikan kecil (*minor revision*) sebelum diimplementasikan.

Hasil Validasi Ahli Media

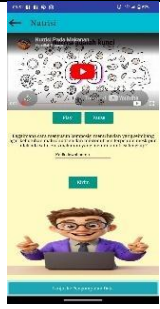
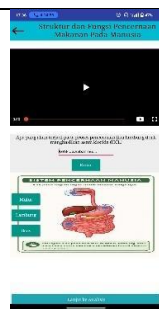
Validasi ahli media ditujukan untuk mengevaluasi kualitas teknis, desain estetika, dan fungsi interaktivitas aplikasi Android yang dikembangkan. Penilaian mencakup aspek kepraktisan media teknis, kesesuaian media dengan karakteristik materi, kemenarikan perpaduan tata letak/warna, serta kualitas operasional tombol navigasi. Rekapitulasi data penilaian ahli media dijabarkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Total Skor yang Diperoleh (ΣX)	Skor Maksimal (ΣX_{maks})	Persentase Kevalidan (V)	Kategori
1	Kepraktisan Media	3	11	12	91,67%	Sangat Valid
2	Kesesuaian Media	2	7	8	87,50%	Sangat Valid
3	Kemenarikan Media	3	10	12	83,33%	Valid
4	Kualitas Teknis	2	7	8	87,50%	Sangat Valid
Total	Rata-rata Kelayakan Media	10 Butir	35	40	87,72%	Sangat Valid

Hasil analisis data kuantitatif dari lembar angket ahli media menghasilkan persentase rata-rata kevalidan sebesar 87,72%. Berdasarkan kriteria validasi, nilai ini berada pada rentang interval 85,01% - 100,00%, sehingga media dikategorikan Sangat Valid dan dinyatakan tidak memerlukan revisi struktural pada aspek perwajahan media digitalnya.

Tabel 3. Perbaikan Ahli Materi dan Ahli Media

Komentar dan Saran Ahli Materi dan Media	Sebelum	Sesudah
Ahli Materi: Tampilan tujuan pembelajaran per subbab belum berbasis KPS yang diamati, terlihat kosong, belum menarik dan warna Sebelum: Tampilan tujuan pembelajaran per subbab materi hanya ada satu, masih terlihat kosong, belum menarik di pandang, belum ada warna Sesudah: Tampilan tujuan pembelajaran per subbab materi diberikan 3-4 poin, sudah ditambahkan warna dan gambar yang terlihat menarik		
Ahli Materi: Tampilan tambahkan gambar biar tidak terlihat kosong Sebelum: Tampilan terlihat hanya simple, belum membuat menarik minat peserta didik Sesudah: Tampilan terlihat menarik dapat menarik minat peserta didik		
Ahli Materi dan Ahli Media: Tampilan video pembelajaran mencakup KPS Screen materi nutrisi pada makanan terlihat kurang menarik, berikan gambar agar tidak terlihat kosong Sebelum: Tampilan belum mencantumkan KPS didalamnya, screen hanya bagian orientasi masalah saja, maka dari itu terlihat kosong. Sesudah: Tampilan video sudah mencantumkan kps didalamnya, sudah ditambahkan dengan adanya rumuskan hipotesis		
Ahli Materi dan Ahli Media : Tampilan video pembelajaran mencakup KPS, Screen materi struktur dan fungsi pencernaan makanan ;ada manusia terlihat kurang, belum berikan gambar/warna agar tidak terlihat kosong/polosan Sebelum: Tampilan belum mencantumkan kps didalamnya, masih terlihat kosong, belum menarik di pandang, belum ada warna Sesudah: Tampilan video sudah mencantumkan kps didalamnya, sudah ditambahkan warna dan gambar yang menarik		
Ahli Materi: Screen materi gangguan dan upaya menangulangnya terlihat kurang menarik, belum berikan gambar/warna agar tidak terlihat kosong/polosan Sebelum: Tampilan masih terlihat kosong, belum menarik di pandang, belum ada warna Sesudah: Tampilan ditambahkan warna dan gambar yang menarik		

Berdasarkan hasil validasi ahli media pada Tabel 3, diperoleh masukan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada materi sistem pencernaan manusia ini perlu memuat tampilan video, gambar yang lebih menarik dan dekat dengan pengalaman siswa agar dapat meningkatkan perhatian dan pemahaman dalam proses pembelajaran. Sebelum dilakukan revisi, media pembelajaran interaktif dinilai belum menyajikan video edukatif yang mencantumkan indikator KPS dasar, gambar yang menarik maupun bersentuhan langsung dengan kehidupan siswa. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan dengan menambahkan simulasi interaktif berupa perjalanan makanan mulai dari mulut hingga anus, enzim yang masuk didalamnya, proses pencernaan yang terjadi. Tampilan video/gambar tersebut dipilih karena mudah ditemukan dan diamati dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih konkret. Perbaikan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman peserta didik berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) sekaligus mendukung keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran.

Tahap Implementation

Tahap implementasi diwujudkan melalui pengintegrasian aplikasi Android menggunakan platform Kodular ini ke dalam dinamika pembelajaran IPA sesungguhnya. Uji coba produk dilakukan secara terbatas di MTs. Miftahul Huda Karangsono dengan melibatkan subjek sebanyak 20 peserta didik kelas VIII B serta 1 orang guru mata pelajaran IPA. Selama proses pembelajaran, peserta didik mengoperasikan aplikasi secara mandiri untuk mengeksplorasi materi sistem pencernaan. Pasca-pemanfaatan media, dilakukan pendistribusian kuesioner angket respons (*skala Likert*) kepada guru dan peserta didik guna mengevaluasi derajat praktikalitas dan keterbacaan instrumen pembelajaran tersebut.

Kepraktisan Media Pembelajaran Interaktif (Hasil Uji Coba)

Uji kepraktisan media diukur untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan, kemudahan pengoperasian, kejelasan instruksi, serta kemanfaatan media ketika diintegrasikan dalam situasi pembelajaran IPA yang sesungguhnya. Subjek uji coba dalam penelitian ini melibatkan 20 peserta didik kelas VIII B MTs. Miftahul Huda Karangsono, Tulungagung, beserta guru mata pelajaran IPA selaku pengguna utama.

Hasil Angket Respon Guru

Penilaian kepraktisan oleh Respon guru sebagai praktisi lapangan diambil melalui instrumen angket kepraktisan yang mencakup aspek kemudahan operasional, kesesuaian materi dengan kurikulum, serta efektivitas media dalam memfasilitasi KPS. Tabel rekapitulasi penilaian guru disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Angket Kepraktisan Guru

No	Aspek Penilaian	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Kesesuaian Materi	64	72	88,89%	Sangat Praktis
2	Kebenaran Konsep	57	72	79,17%	Praktis
3	Kelengkapan Materi	61	72	84,72%	Praktis
4	Kemenarikan Isi	30	36	83,33%	Sangat Praktis
5	Teknik Penyajian	59	72	81,94%	Sangat Praktis
Total	Rata-rata Keseluruhan	271	324	88,8%	Sangat Praktis

Hasil angket respon guru IPA memperoleh nilai persentase kepraktisan sebesar 88,8%, yang menempatkan produk ini ke dalam kualifikasi Sangat Praktis. Media dinilai sangat membantu

guru memvisualisasikan bioproses mikroskopis yang abstrak (seperti penyerapan vili usus dan gerak peristaltik) tanpa bergantung penuh pada ketersediaan alat peraga laboratorium fisik yang terbatas.

Respon Peserta Didik (Uji Lapangan)

Uji coba lapangan dilakukan pada kelas penuh yang terdiri dari 20 peserta didik untuk mengisi angket respon setelah menggunakan aplikasi Android *platform* Kodular tersebut. Angket mengukur 4 aspek utama, yaitu: tampilan, pengoperasian, pemanfaatan, dan kesesuaian materi. Hasil analisis data kuantitatif respon peserta didik menunjukkan data sebagai berikut: a) Aspek Tampilan: Peserta didik memberikan tanggapan positif terhadap visualisasi antarmuka aplikasi Android yang interaktif, proporsi warna, serta keterbacaan teks bahasa yang mudah dipahami. b) Aspek Pengoperasian: Navigasi menu non-linear dinilai sangat jelas, tidak rumit, dan fleksibel, sehingga memudahkan peserta didik mengontrol kecepatan belajar mandiri mereka. c) Aspek Pemanfaatan: Pembelajaran materi sistem pencernaan menjadi lebih menyenangkan, meningkatkan motivasi, serta mempermudah mereka dalam merekonstruksi konsep secara mandiri. d) Aspek Kesesuaian Materi: Integrasi fitur KPS membantu peserta didik berlatih mengamati melalui video edukatif orientasi, mengklasifikasikan jenis makanan, memprediksi, serta menarik inferensi ilmiah.

Hasil analisis data menunjukkan persentase respon sebesar 88,5%, yang mengindikasikan bahwa peserta didik memberikan respon Sangat Praktis terhadap penggunaan media pembelajaran ini dalam materi Sistem Pencernaan. Secara kualitatif, peserta didik melaporkan bahwa fitur simulasi "Detektif Penyakit" dan visualisasi animasi proses pencernaan sangat membantu mereka dalam memahami konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret dan mudah diingat.

Tahap Evaluation

Tahap evaluasi diaplikasikan sebagai fase penutup untuk mengkaji kualitas akhir dari media pembelajaran yang telah dikembangkan berdasarkan akumulasi umpan balik dari validator dan subjek uji coba. Karena penelitian ini berfokus pada deskripsi kevalidan dan kepraktisan media pembelajaran secara terpadu, evaluasi formatif ditujukan untuk merevisi kekurangan teknis maupun substansi substansial pada aplikasi sebelum dinyatakan sebagai produk final. Berdasarkan seluruh rangkaian pengumpulan dan analisis data kualitatif serta kuantitatif, berikut adalah tabel ringkasan nilai kelayakan produk media pembelajaran yang dikembangkan:

Tabel 5. Ringkasan Nilai Kelayakan

No	Jenis Evaluasi / Responden	Persentase Capaian	Kategori Kelayakan
1.	Validasi Ahli Materi	83,64%	Valid
2.	Validasi Ahli Media	87,72%	Sangat Valid
3.	Respon Guru IPA	88,80%	Sangat Praktis
4.	Respon Peserta Didik (20 Siswa)	88,50%	Sangat Praktis

Melalui akumulasi temuan kuantitatif dan kualitatif tersebut, gabungan hasil uji validasi (ahli materi: 83,64%; ahli media: 87,72%) dan uji kepraktisan (guru IPA: 88,8%; peserta didik: 88,5%) membuktikan secara empiris bahwa media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada materi sistem pencernaan manusia untuk kelas VIII ini telah memenuhi syarat kevalidan dan kepraktisan. Oleh karena itu, produk akhir aplikasi Android ini dinyatakan sangat layak dan efektif digunakan sebagai media inovatif dalam mendukung pembelajaran IPA di sekolah.

Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada materi sistem pencernaan manusia menggunakan platform Kodular untuk peserta didik kelas VIII. Kelayakan produk dievaluasi melalui uji kevalidan oleh ahli materi dan ahli media serta uji kepraktisan oleh guru dan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan dan kepraktisan yang tinggi, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran IPA.

Kevalidan Media Pembelajaran Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS)

Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh persentase kevalidan sebesar 83,64% dari ahli materi dengan kategori valid, sedangkan hasil validasi dari ahli media memperoleh persentase sebesar 87,72% dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, tampilan, navigasi, serta kesesuaian dengan karakteristik peserta didik. Tingginya tingkat validitas pada aspek materi menunjukkan bahwa penyusunan materi sistem pencernaan manusia telah sesuai dengan capaian pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Materi disajikan secara sistematis mulai dari pengenalan organ pencernaan, proses pencernaan mekanik dan kimiawi, hingga penyerapan zat makanan. Selain itu, setiap bagian materi diintegrasikan dengan indikator Keterampilan Proses Sains (KPS), seperti mengamati, mengklasifikasi, menginferensi, dan memprediksi sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga dilatih mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah melalui aktivitas pembelajaran. Penyusunan materi yang sistematis dan berbasis aktivitas ilmiah tersebut menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek validitas isi dan pedagogis sebagaimana dikemukakan dalam penelitian sebelumnya bahwa pengintegrasian Keterampilan Proses Sains mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah, pemahaman konsep, serta karakter kegigihan peserta didik dalam pembelajaran sains (Sari et al., 2019; Kurniawan et al., 2024).

Aspek media, tingginya skor validitas menunjukkan bahwa tampilan aplikasi, navigasi, kombinasi warna, penggunaan ikon, animasi, serta keterpaduan antar halaman telah memenuhi prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran digital. Pemanfaatan platform Kodular memungkinkan pengembangan aplikasi Android dengan antarmuka yang sederhana, interaktif, dan mudah dioperasikan tanpa memerlukan kemampuan pemrograman yang kompleks. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memiliki kualitas teknis yang baik sehingga mendukung proses pembelajaran secara efektif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang melaporkan bahwa platform Kodular mampu menghasilkan media pembelajaran berbasis Android yang mudah digunakan, menarik, dan sesuai untuk mendukung pembelajaran di sekolah (Rahmadan et al., 2023).

Visualisasi proses pencernaan manusia melalui animasi, gambar, dan simulasi interaktif menjadi salah satu faktor yang mendukung tingginya validitas media. Penyajian visual tersebut membantu peserta didik memahami proses biologis yang bersifat abstrak, seperti mekanisme kerja enzim, gerak peristaltik, serta proses penyerapan nutrisi di usus halus yang sulit diamati secara langsung. Penyajian konsep abstrak melalui media visual mampu mengurangi kesulitan belajar peserta didik dan meningkatkan kualitas representasi konsep sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Pratama, 2020; Wijayanto, 2023).

Tingginya validitas media juga didukung oleh penerapan prinsip pembelajaran multimedia melalui integrasi teks, gambar, animasi, audio, dan aktivitas interaktif dalam satu aplikasi. Kombinasi berbagai unsur multimedia tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memproses informasi melalui saluran visual dan verbal secara bersamaan sehingga membantu meningkatkan pemahaman konsep tanpa memberikan beban kognitif yang berlebihan. Dengan demikian, media yang dikembangkan telah memenuhi prinsip dasar pembelajaran multimedia yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains (Mayer & Fiorella, 2021).

Selain itu, media pembelajaran yang dirancang sesuai karakteristik materi dan kebutuhan peserta didik mampu meningkatkan kualitas penyampaian materi karena informasi disajikan secara menarik, sistematis, dan mudah dipahami. Penggunaan media pembelajaran yang tepat juga berperan dalam meningkatkan perhatian, motivasi, dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara lebih optimal (Nurrita, 2018; Tafanao, 2018). Secara keseluruhan, hasil uji kevalidan menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan isi maupun kelayakan media. Hal tersebut mengindikasikan bahwa produk yang dihasilkan telah sesuai untuk digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran IPA pada materi sistem pencernaan manusia.

Kepraktisan Media Pembelajaran Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS)

Kepraktisan media dievaluasi melalui respons guru dan peserta didik setelah menggunakan media dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru memberikan persentase kepraktisan sebesar 88,8%, sedangkan peserta didik memberikan persentase sebesar 88,5%. Kedua hasil tersebut termasuk dalam kategori sangat praktis, yang menunjukkan bahwa media mudah digunakan, mudah dipahami, dan dapat diterapkan dengan baik dalam kegiatan pembelajaran.

Tingginya respons guru menunjukkan bahwa media mampu membantu proses penyampaian materi sistem pencernaan manusia yang selama ini dianggap cukup abstrak. Melalui animasi dan simulasi interaktif, guru lebih mudah menjelaskan proses biologis yang sulit diamati secara langsung sehingga penyampaian materi menjadi lebih efektif dan efisien. Kemudahan penggunaan aplikasi, kelengkapan materi, serta penyajian evaluasi secara otomatis juga membantu guru dalam mengelola pembelajaran di kelas. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif pada materi sistem pencernaan mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran serta mempermudah guru dalam menjelaskan materi yang kompleks (Hamdani & Hasanah, 2021; Wijayanto, 2023).

Respons positif dari peserta didik menunjukkan bahwa media yang dikembangkan mampu meningkatkan kemudahan belajar, ketertarikan, dan keterlibatan peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Peserta didik dapat mempelajari materi sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing, mengulang materi yang belum dipahami, serta memperoleh umpan balik secara langsung melalui latihan yang tersedia pada aplikasi. Kondisi tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel dibandingkan pembelajaran konvensional sehingga peserta didik lebih aktif dalam membangun pemahamannya sendiri. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan hasil belajar peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna (Sriyani et al., 2023; Rismawati & Tyas, 2025). Kemudahan penggunaan media juga dipengaruhi oleh desain antarmuka aplikasi yang sederhana, navigasi yang jelas, serta tampilan visual yang menarik sehingga peserta didik dapat mengoperasikan

aplikasi secara mandiri tanpa mengalami kesulitan yang berarti. Penggunaan teknologi digital yang dirancang sesuai karakteristik pengguna mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, fleksibel, dan mudah diakses kapanpun serta di mana pun (Salsabila et al., 2022; Rahmadan et al., 2023).

Penerapan indikator Keterampilan Proses Sains dalam setiap aktivitas pembelajaran juga memberikan kontribusi terhadap tingginya tingkat kepraktisan media. Peserta didik tidak hanya membaca materi, tetapi juga melakukan kegiatan mengamati gambar, menganalisis fenomena, mengelompokkan informasi, menarik kesimpulan, dan memprediksi berdasarkan permasalahan yang disajikan dalam aplikasi. Aktivitas tersebut mendorong peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran bergeser dari yang berpusat pada guru menjadi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*). Media pembelajaran interaktif yang dirancang dengan aktivitas belajar yang melibatkan peserta didik secara aktif terbukti mampu meningkatkan keterlibatan kognitif serta minat belajar peserta didik (Sari et al., 2021; Kurniawan et al., 2024).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains mendukung pengembangan literasi sains yang menjadi salah satu kompetensi penting pada pembelajaran abad ke-21. Integrasi aktivitas penyelidikan ilmiah, penggunaan teknologi digital, serta penyajian masalah kontekstual memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah sesuai dengan kerangka pembelajaran sains internasional yang menekankan pentingnya *scientific inquiry* dan literasi sains dalam menghadapi berbagai permasalahan kehidupan nyata (OECD, 2023).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains menggunakan platform Kodular telah memenuhi aspek kevalidan dan kepraktisan. Tingginya nilai validitas menunjukkan bahwa media telah memenuhi standar kelayakan dari aspek materi maupun media, sedangkan tingginya nilai kepraktisan menunjukkan bahwa media mudah digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Hasil tersebut memperkuat berbagai penelitian sebelumnya bahwa media pembelajaran digital yang mengintegrasikan visualisasi, interaktivitas, dan Keterampilan Proses Sains mampu meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, mempermudah pemahaman konsep, meningkatkan keterlibatan peserta didik, serta mendukung pengembangan literasi sains (Nurrita, 2018; Mayer & Fiorella, 2021; OECD, 2023; Sriyani et al., 2023).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut: 1). Hasil uji kevalidan media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada materi sistem pencernaan manusia untuk peserta didik kelas VIII yang dikembangkan menggunakan *platform* Kodular memenuhi kriteria sangat valid. Hal ini dibuktikan dengan persentase rata-rata kevalidan sebesar 83,64% dari ahli materi dan 87,72% dari ahli media: 2). Hasil uji kepraktisan media pembelajaran interaktif ini memenuhi kriteria sangat praktis untuk digunakan dalam pembelajaran IPA. Hasil ini didasarkan pada persentase respon guru sebesar 88,8% dan hasil uji coba respon peserta didik sebesar 88,5%. Dengan demikian, media ini sangat layak digunakan sebagai salah satu media inovatif pendukung kegiatan pembelajaran IPA kelas VIII.

Media interaktif berbasis keterampilan proses sains berimplikasi pada peningkatan efektivitas pembelajaran IPA serta keterlibatan aktif siswa dalam memahami materi sistem

pencernaan manusia. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup uji coba yang terbatas, baik dari segi jumlah subjek, lokasi penelitian, maupun materi yang hanya berfokus pada materi sistem pencernaan manusia, sehingga generalisasi hasil masih terbatas. Oleh karena itu, disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk menguji media pembelajaran interaktif berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) ini pada sampel yang lebih luas dan beragam, mengembangkan materi pada topik IPA lainnya, serta mengintegrasikan fitur interaktif yang lebih variatif agar efektivitasnya dapat ditingkatkan dan diuji secara lebih komprehensif.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Agustina, T., Hamdu, G., & Putri, A. R. (2024). Identifikasi miskonsepsi peserta didik pada materi sistem pencernaan manusia di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(4), 859–868. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10537272>
- Angelia, Y. (2022). Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar dalam Pembelajaran IPA Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8296–8303. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3692>
- Anwar, Y., Slamet, A., & Daniaty, U. (2023). Improving critical thinking skills through discovery learning models assisted animation video on digestive system material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 433–444. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.29042>
- Aufa, M. N., Rusmansyah, R., Hasbie, M., Jaidie, A., & Yunita, A. (2021). The effect of using e-module model Problem Based Learning (PBL) based on wetland environment on critical thinking skills and environmental care attitudes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 401–407. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i3.732>
- Azizah, L., & Hakim, M. (2026). Pengaruh model PBL dengan pembelajaran berdiferensiasi terhadap hasil belajar peserta didik pada materi sistem pencernaan. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 10(2). <https://doi.org/10.23969/biosfer.v10i2.25538>
- Branch, R. M. (2016). Instructional Design: The ADDIE Approach. *New York: Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dewi, P. S., & Haerani, R. P. R. (2023). Analisis kebutuhan lingkungan belajar IPA terhadap pemecahan masalah kognitif. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 15(2). <https://doi.org/10.30599/jti.v15i2.2503>
- Hamdani, N. F., & Hasanah, R. (2021). Pengembangan media pembelajaran IPA berbasis Adobe Animate CC pada materi sistem pencernaan manusia untuk SMP/MTs. *Edusains*, 10(2), 213–224. <https://doi.org/10.23971/eds.v10i2.3288>
- Hidayatullah, A. M. S., Masnur, M., & Jabri, U. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA di UPT SDN 8 Pinrang. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(1), 21–30. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.1.2025.588>
- Karentius, M. R., & Hardiyantari, O. (2025). Pengembangan media pembelajaran augmented reality untuk materi sistem pencernaan manusia. *Jambura Journal of Informatics*, 7(1), 36–45. <https://doi.org/10.37905/jji.v7i1.29708>

- Khoirunnisa, A., & Astuti, E. P. (2022). Pengembangan media interaktif berbasis Android untuk pembelajaran menggambar ornamen flora. *Sungging: Journal of Innovative, Cultural, Transdisciplinary Art and Kriya Discourse*, 1(2). <https://doi.org/10.21831/sungging.v1i2.54743>
- Harizon, Asrial, Haryanto, Kurniawan, D. A., Rini, E. F. S., Aldila, F. T., Fitriani, R., & Sinaga, F. P. (2024). Study of correlation: Science process skills and persistence character of middle school students. *Mimbar Ilmu*, 29(1), 23–31. <https://doi.org/10.23887/mi.v29i1.68267>
- Matturungan, S. M. A., Yunus, N. M., & Khaerati, K. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran POE (Predict, Observe, Explain) terhadap Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas VIII UPT SMP Negeri 3 Sabbang Selatan. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 3(2), 101–113. <https://doi.org/10.54065/pelita.3.2.2023.382>
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2021). Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (3rd ed., pp. 3–16). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.003>
- Mulawarman, A. R., & Rismayanti. (2021). Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran di SMPN 22 Kota Samarinda. *Jurnal Fasikom*, 11(2). <https://doi.org/10.37859/jf.v11i2.2546>
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmu-Ilmu Keislaman dan Kemasyarakatan*, 3(1), 171–187. <https://doi.org/10.33511/misykat.v3n1.171>
- OECD. (2023). PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Pratama, R. (2020). Simulasi virtual sebagai jembatan pemahaman bioproses mikroskopis. *Jurnal Inovasi Media Digital*, 4(2), 77–85. <https://doi.org/10.17977/um067v1i3p216-225>
- Rahmadan, L. A., Zakir, S., Efriyanti, L., & Supriadi, S. (2023). Perancangan media pembelajaran kewirausahaan berbasis Android menggunakan Kodular pada kelas XII MAN 1 Agam. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), 1932–1938. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i3.7728>
- Rismawati, D. A., & Tyas, D. N. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif proses sistem pencernaan (Prosipen) berbasis Google Sites untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas V SDN Tambangan 02 Kota Semarang. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 324–337. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i2.1376>
- Rochmah, A. N., Anyasa, A., Risky, A. W., Lailiyah, K., Ulya, L., Fadillah, M. N., ... Putri, S. I. (2025). Identifikasi miskonsepsi siswa SMP Bangkalan dengan four tier test pada materi IPA struktur dan fungsi makhluk hidup. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 13(1), 15–20. <https://doi.org/10.26740/pensa.v13i1.64856>
- Salsabila, U. H., Habiba, I. T., Amanah, I. T., & Istiqomah, N. (2022). Pemanfaatan Teknologi Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan*, 5(1), 123–132
- Sari, A. P., dkk. (2021). Desain media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan minat belajar kognitif siswa. *Jurnal Riset Pendidikan IPA*, 7(2), 199–206. <https://doi.org/10.55115/bhuwana.v5i2.2056>

- Sari, S. N., Supriyanti, F. M. T., & Dwiyantri, G. (2019). Analisis keterampilan proses sains deduktif. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(1), 77–88. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i1.4055>
- Sefrinal, S., Handayani, I., Fadhilah, H., & Elvina, A. (2026). Optimalisasi pembelajaran melalui teori pemrosesan informasi. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 11(2). <https://doi.org/10.34125/jkps.v11i2.2718>
- Sriyani, D., Koto, I., Defianti, A., Sakti, I., & Uliyandari, M. (2023). The effect of interactive learning media on student's conceptual understanding. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 8(2), 111–124. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v8i2.27705>
- Subeki, R. S., Astriani, D., & Qosyim, A. (2022). Media simulasi PhET berbasis inkuiri terbimbing materi getaran dan gelombang terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 10(1), 75–80. <https://doi.org/10.26740/pensa.v10i1.41459>
- Tafanao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103–114. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>
- Ulfa, S. M., 'Ardhuha, J., & Sahidu, H. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran model inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 8(SpecialIssue), 67–75. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8iSpecialIssue.3759>
- Widiya, W., Juliyanti, A., Hendrik, M., & Martahayu, V. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran digital bermuatan budaya Bangka Belitung untuk siswa sekolah dasar. *Equilibrium: Jurnal Pendidikan*, 13(2). <https://doi.org/10.26618/equilibrium.v13i2.18094>
- Wijayanto, A. (2023). Pengembangan Media Interaktif Sistem Pencernaan untuk Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(2), 120–131. <https://doi.org/10.47766/itqan.v14i2.1541>