Forum on Understanding and Developing Advanced Innovation for Elementary Studies in Indonesia
Volume 1, Number 1, 2026 pp. 1-14

Open Access: https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/fundanesa

Pembelajaran Berbasis Puzzle dengan *Augmented Reality* Menggunakan Assemblr EDU: Pendekatan Interaktif untuk Pembelajaran Sistem Pencernaan Manusia

Diyas Age Larasati[1], Meirza Nanda Faradita[2]
[1]Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, [2]Universitas Muhammadiyah Surabaya

***Correspondence author:** diyaslarasati@uwks.ac.id

Article History
Received : 12 Juli 2026
Acccepted : 22 August 2026
Published : 01 November 2026

Keywords
Augmented Reality;
Assemblr EDU;
Puzzle-Based Learning;
Human Digestive System;
Elementary Science Education;

Abstract

This study aimed to examine the validity, implementation, and effectiveness of a puzzle-based learning medium integrated with Augmented Reality (AR) using Assemblr EDU for teaching the human digestive system in Grade V elementary school. The study employed a quantitative approach with a pre-experimental one-group pretest-posttest design. The research involved 32 fifth-grade students at SDN Pakis V Surabaya during the 2025/2026 academic year. The learning medium was developed using the ADDIE model, comprising analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. Data were collected through media and material validation sheets, learning achievement tests, and student response questionnaires. The findings indicated that the medium achieved a validity score of 97.0% from media experts and 98.0% from material experts, with an overall validity of 97.5%, categorized as highly feasible. Students' mean achievement increased from 58.75 in the pretest to 87.84 in the posttest, while learning mastery increased from 15.63% to 93.75%. The normalized gain score was 0.70, indicating a high level of learning improvement. Student responses were also highly positive, with an overall score of 96.34%, particularly for AR visualization (98.1%). The integration of physical puzzle manipulation and interactive three-dimensional AR visualization provides complementary concrete and digital representations for understanding the abstract processes of human digestion. However, the study was limited by the absence of a control group, a single-school sample, and a focus on one learning topic. Future research should employ controlled experimental designs, involve more diverse schools, and examine long-term learning retention and application to other science topics.

*This is an open access article under the **CC BY SA** license*

Pendahuluan

Pendidikan IPA di sekolah dasar (SD) menghadapi tantangan tersendiri karena sebagian besar materinya bersifat abstrak, sementara peserta didik usia 10–12 tahun secara kognitif masih berada pada tahap operasional konkret sehingga belajar paling baik melalui pengalaman nyata, eksplorasi langsung, dan objek yang dapat diamati atau dimanipulasi (Bustomi et al., 2024). Salah satu materi yang konsisten dilaporkan sulit dipahami peserta didik kelas V adalah sistem pencernaan manusia, karena organ yang dibahas tidak dapat diamati secara langsung, prosesnya bersifat internal, dan istilahnya cenderung asing bagi anak usia SD. Berbagai penelitian pengembangan media pada materi ini terus bermunculan, mulai dari multimedia interaktif, *e-book* interaktif berbasis Canva (Ciptaningtyas & Mukmin, 2022), hingga media berbasis *game*, yang seluruhnya menegaskan bahwa keterbatasan visualisasi dua dimensi pada buku teks menjadi kendala utama pemahaman konsep peserta didik.

Kesulitan memvisualisasikan objek abstrak tersebut sejalan dengan pandangan konstruktivisme Piaget dan Vygotsky, bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui interaksi dengan objek konkret dan lingkungan sosial-budayanya, sehingga guru perlu menyediakan pengalaman belajar yang menjembatani konsep abstrak dengan representasi yang dapat dimanipulasi (Bustomi et al., 2024). Media puzzle merupakan salah satu media konstruktivistik yang banyak dikembangkan pada pembelajaran IPA/IPAS SD karena memberikan pengalaman manipulatif langsung, melatih kemampuan memecahkan masalah secara bertahap, memusatkan perhatian, dan terbukti secara empiris mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada berbagai materi (Maulidah & Aslam, 2021; Widayanti et al., 2020; Nisa et al., 2025).

Di sisi lain, teknologi *Augmented Reality* (AR) berkembang pesat sebagai alat bantu visualisasi dalam pembelajaran sains karena mampu menghadirkan objek tiga dimensi yang interaktif di atas dunia nyata melalui perangkat mobile. Berbagai kajian melaporkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran sains di jenjang dasar dan menengah secara konsisten berasosiasi dengan peningkatan hasil belajar dan sikap positif peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional (Syawaludin et al., 2019; Cai et al., 2022; Arici & Yilmaz, 2023), meskipun sebagian penelitian mencatat bahwa efeknya terhadap motivasi tidak selalu signifikan sehingga desain pembelajaran tetap menentukan (Ateş & Köroğlu, 2024). Secara khusus pada materi anatomi manusia, AR dilaporkan efektif membantu peserta didik memvisualisasikan struktur organ yang sulit diamati langsung, termasuk sistem pencernaan (Bölek et al., 2021; Akinyokun & Aladeselu, 2021).

Salah satu platform AR yang mudah diakses guru dan peserta didik SD tanpa memerlukan kemampuan pemrograman adalah Assemblr EDU, yang telah banyak dimanfaatkan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran di berbagai jenjang dan mata pelajaran, mulai dari IPS (Putra, 2024), teknik elektronika (Nilamsari & Dewi, 2023), hingga IPA (Nurhuda & Hasanah, 2024), dan secara konsisten dilaporkan berkategori "sangat layak" serta efektif meningkatkan hasil belajar. Pada materi sistem pencernaan manusia secara khusus, penelitian pengembangan media 3D *augmented reality* berbasis Sketchfab dan Assemblr EDU juga melaporkan media yang sangat valid (95%) dan efektif dengan N-Gain 0,74 (Kasan & Suratmi, 2025).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu cenderung mengembangkan media puzzle dan media AR secara terpisah. Penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan manipulasi fisik puzzle dengan visualisasi digital AR dalam satu rangkaian pembelajaran masih terbatas; salah satu yang pernah dilaporkan adalah pengembangan puzzle berbantu AR pada tema ekosistem (Nirwanto et al., 2021), namun penerapannya pada materi sistem pencernaan manusia belum banyak dikaji. Padahal integrasi tersebut berpotensi menggabungkan kekuatan aktivitas manipulatif konkret dengan visualisasi tiga dimensi yang tidak dapat dihadirkan puzzle fisik semata, sehingga kedua media dapat saling melengkapi. Kesenjangan (*research gap*) inilah yang mendasari perlunya penelitian yang secara khusus mengembangkan dan menguji

kelayakan serta efektivitas pembelajaran berbasis puzzle yang diperkaya AR menggunakan Assemblr EDU pada materi sistem pencernaan manusia kelas V SD.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan tingkat kevalidan media pembelajaran puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU pada materi sistem pencernaan manusia menurut ahli media dan ahli materi; (2) mendeskripsikan pelaksanaan pembelajaran menggunakan media tersebut; dan (3) menganalisis efektivitas media terhadap hasil belajar serta respon peserta didik kelas V SDN Pakis V Surabaya.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* tipe *One-Group Pretest–Posttest Design*. Desain ini dipilih untuk mengetahui efektivitas penggunaan media pembelajaran Puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU terhadap hasil belajar peserta didik tanpa melibatkan kelompok kontrol. Desain penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O_1	X	O_2

Keterangan:

1) O_1 = Pretest
2) X = Pembelajaran menggunakan Puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU
3) O_2 = Posttest

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* tipe *One-Group Pretest–Posttest Design*. Desain ini dipilih untuk mengetahui efektivitas penggunaan media pembelajaran Puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU terhadap hasil belajar peserta didik tanpa melibatkan kelompok kontrol. Desain penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Penelitian dilaksanakan di SDN Pakis V Surabaya pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah seluruh peserta didik kelas V yang berjumlah 32 siswa. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampling jenuh (*total sampling*) karena seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian sehingga mampu merepresentasikan kondisi kelas secara utuh.

Pengembangan media pembelajaran dilakukan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Tahap *Analysis* dilakukan melalui observasi pembelajaran dan wawancara dengan guru kelas V untuk mengidentifikasi kesulitan peserta didik dalam memahami materi sistem pencernaan manusia. Tahap *Design* meliputi penyusunan storyboard media puzzle, perancangan marker *Augmented Reality*, serta pengembangan objek tiga dimensi menggunakan Assemblr EDU Studio. Tahap *Development* menghasilkan produk media yang selanjutnya divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Tahap *Implementation* berupa penerapan media dalam pembelajaran IPAS di kelas V SDN Pakis V Surabaya, sedangkan tahap *Evaluation* dilakukan melalui analisis hasil belajar dan respon peserta didik terhadap media.

Instrumen Penelitian

Penelitian menggunakan tiga jenis instrumen, yaitu lembar validasi media, tes hasil belajar, dan angket respon peserta didik.

Tabel 2. Instrumen Penelitian

No	Instrumen	Tujuan	Responden	Skala

1	Lembar validasi ahli media	Menilai kelayakan tampilan, desain, teknis, dan integrasi AR	2 Ahli Media	Likert 1–5
2	Lembar validasi ahli materi	Menilai kesesuaian materi, bahasa, penyajian, dan kurikulum	2 Ahli Materi	Likert 1–5
3	Tes hasil belajar	Mengukur penguasaan konsep sistem pencernaan manusia	32 siswa	Pilihan ganda (20 soal)
4	Angket respon siswa	Mengetahui tanggapan siswa terhadap media	32 siswa	Likert 1–5

Kisi-kisi Validasi Ahli Media

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Jumlah Item
Tampilan Visual	Kejelasan warna, layout, tipografi	5
Desain Puzzle	Kesesuaian bentuk, ukuran, kemudahan penyusunan	4
Integrasi Augmented Reality	Kualitas objek 3D, marker, sinkronisasi	5
Kemudahan Penggunaan	Navigasi, petunjuk penggunaan	4
Kualitas Teknis	Stabilitas aplikasi, kecepatan respon	2
Total		**20**

Kisi-kisi Validasi Ahli Materi

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	Jumlah Item
Kesesuaian CP dan TP	Sesuai Kurikulum Merdeka	4
Ketepatan Konsep	Kebenaran konsep IPA	5
Bahasa	Komunikatif dan sesuai perkembangan siswa	3
Penyajian Materi	Urutan materi dan sistematika	4
Kebermanfaatan	Kebermaknaan pembelajaran	4
Total		**20**

Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik

Tabel 5. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Indikator	Jumlah Item
Ketertarikan Media	Media menarik dan menyenangkan	1–4
Kemudahan Penggunaan	Media mudah digunakan	5–8
Kejelasan Materi	Materi mudah dipahami	9–12
Visualisasi AR	Objek 3D membantu belajar	13–16
Motivasi Belajar	Meningkatkan semangat belajar	17–20

Jumlah item = 20

Skala = Likert 1–5

Teknik Analisis Data

1) Analisis Validitas Media
   Data hasil validasi dianalisis menggunakan persentase kelayakan (Riduwan, 2019).

$$P = \frac{\sum \quad X}{\sum \quad X_i} \times 100\%$$

   Keterangan:
   P = Persentase kelayakan
   ΣX = Jumlah skor yang diperoleh
   ΣXi = Skor maksimum

Tabel 6. Kriteria Kelayakan Media

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat Layak
61–80%	Layak
41–60%	Cukup Layak
21–40%	Kurang Layak
0–20%	Tidak Layak

2) Analisis Hasil Belajar
Nilai hasil belajar dihitung menggunakan rumus:

$$Nilai = \frac{Skor\ diperoleh}{Skor\ Maksimum} \times 100$$

3) Analisis Peningkatan Hasil Belajar
Peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan ***Normalized Gain*** (N-Gain) menurut Hake (1998).

$$g = \frac{Posttest - Pretest}{100 - Pretest}$$

Tabel 7. Kategori N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g \geq 0{,}70$	Tinggi
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang
$g < 0{,}30$	Rendah

4) Analisis Respon Peserta Didik
Persentase respon siswa dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_i} \times 100\%$$

Keterangan:
ΣX = jumlah skor yang diperoleh
ΣXi = skor maksimum

Tabel 8. Kategori Respon Peserta Didik

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat Baik
61–80%	Baik
41–60%	Cukup
21–40%	Kurang
0–20%	Sangat Kurang

Hasil

Media pembelajaran puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU divalidasi oleh dua ahli media dan dua ahli materi menggunakan instrumen skala Likert 1–5. Hasil rekapitulasi validasi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

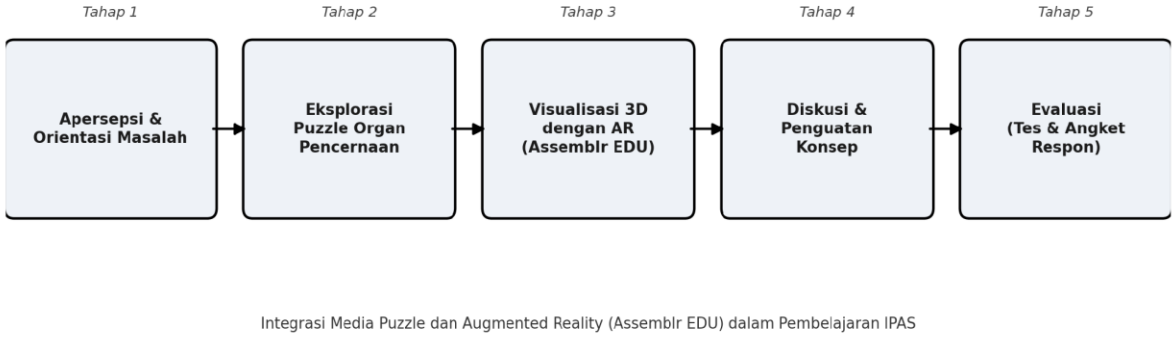
No	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Validator 1	Validator 2	Rata-rata	Kategori
A. Validasi Ahli Media						
1	Tampilan visual	25	24	25	24,5	-
2	Desain puzzle	20	19	20	19,5	-
3	Integrasi AR	25	24	24	24,0	-

4	Kemudahan penggunaan	20	19	20	19,5	-
5	Kualitas teknis	10	10	9	9,5	-
	Total	**100**	**96**	**98**	**97,0**	**Sangat Layak**
B. Validasi Ahli Materi						
1	Kesesuaian CP & TP	20	20	19	19,5	-
2	Ketepatan konsep	25	24	25	24,5	-
3	Bahasa	15	15	14	14,5	-
4	Penyajian materi	20	19	20	19,5	-
5	Kebermanfaatan	20	20	20	20,0	-
	Total	**100**	**98**	**98**	**98,0**	**Sangat Layak**
Rata-rata Keseluruhan Validasi					**97,5%**	**Sangat Layak**

Berdasarkan Tabel 9, ahli media memberikan penilaian 97% terhadap aspek tampilan visual, desain puzzle, integrasi AR, kemudahan penggunaan, dan kualitas teknis, sedangkan ahli materi memberikan penilaian 98% terhadap kesesuaian capaian pembelajaran, ketepatan konsep, bahasa, penyajian materi, dan kebermanfaatan. Rata-rata keseluruhan validasi sebesar 97,5% berada pada kategori "Sangat Layak", sehingga media dinyatakan layak digunakan tanpa revisi berarti pada uji coba lapangan. Hasil ini sejalan dengan penelitian pengembangan media berbasis Assemblr EDU pada materi lain, yang juga konsisten memperoleh kategori "sangat layak" dari ahli media maupun ahli materi (Nilamsari & Dewi, 2023; Putra, 2024; Kasan & Suratmi, 2025).

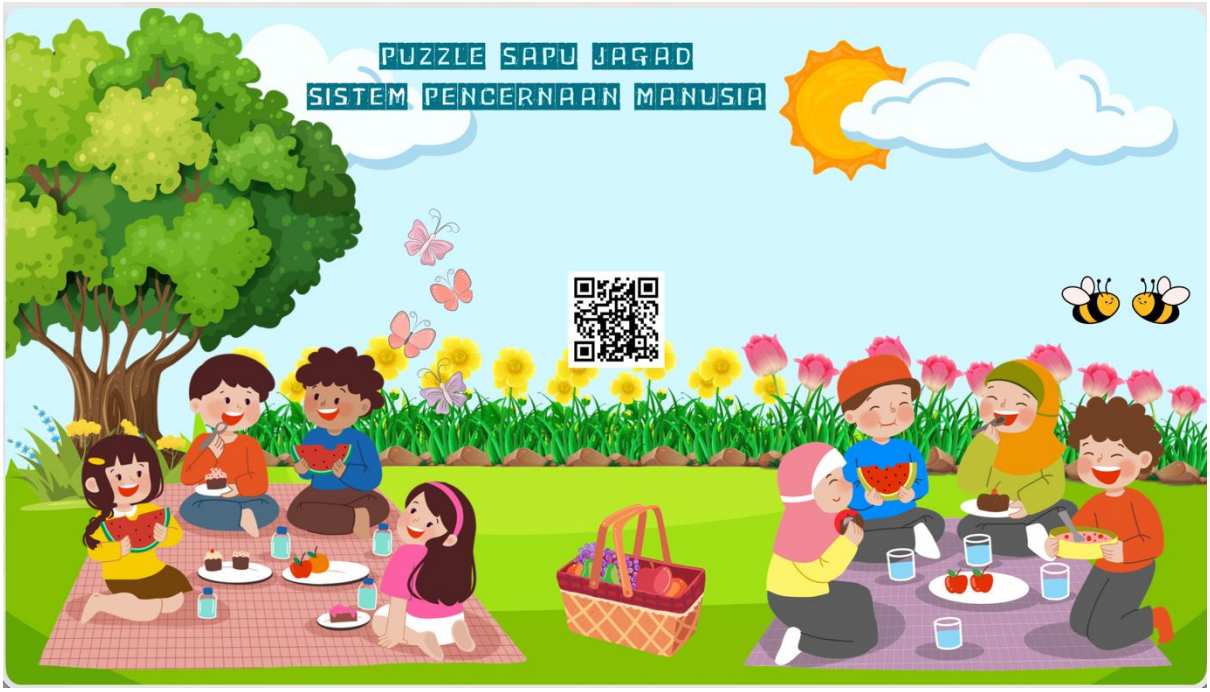
Pelaksanaan Pembelajaran

Pembelajaran dilaksanakan mengikuti lima tahap sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1, yaitu apersepsi, eksplorasi puzzle, visualisasi AR, diskusi/penguatan konsep, dan evaluasi.



Gambar 1. Alur Pembelajaran Berbasis Puzzle dan *Augmented Reality*

Pada tahap eksplorasi, peserta didik secara berkelompok menyusun potongan puzzle organ pencernaan manusia (mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus) sesuai urutan proses pencernaan. Setelah puzzle tersusun, peserta didik memindai marker AR pada papan puzzle menggunakan tablet yang telah terpasang aplikasi Assemblr EDU, sehingga muncul visualisasi tiga dimensi organ pencernaan yang dapat diputar, diperbesar, dan dieksplorasi secara interaktif, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Puzzle Sistem Pencernaan dengan Visualisasi *Augmented Reality*

Integrasi ini memungkinkan peserta didik mengalami dua bentuk representasi sekaligus, yaitu representasi taktil melalui manipulasi fisik puzzle dan representasi visual tiga dimensi melalui AR, sebelum guru memandu diskusi kelas untuk menguatkan konsep proses pencernaan makanan secara utuh.

Hasil Belajar Siswa

Efektivitas media terhadap hasil belajar dianalisis melalui perbandingan skor pretest dan posttest pada 32 peserta didik, sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Statistik Deskriptif dan Ketuntasan Hasil Belajar Siswa

Data	Pretest	Posttest
Jumlah siswa	32	32
Nilai tertinggi	78	98
Nilai terendah	40	72
Rata-rata	58,75	87,84
Standar deviasi	8,64	5,82
Jumlah siswa tuntas (KKM ≥ 75)	5 siswa	30 siswa
Persentase ketuntasan	15,63%	93,75%
N-Gain Ternormalisasi	**0,70 (Kategori Tinggi)**	

Data pada Tabel 10 menunjukkan peningkatan rata-rata nilai peserta didik dari 58,75 (*pretest*) menjadi 87,84 (*posttest*). Sebelum pembelajaran, hanya 5 dari 32 peserta didik (15,63%) yang mencapai KKM sebesar 75, sedangkan setelah pembelajaran jumlah peserta didik yang tuntas meningkat menjadi 30 orang (93,75%). Analisis *N-Gain* ternormalisasi menghasilkan skor 0,70 yang menurut kriteria Hake (1998) tergolong kategori tinggi, menunjukkan bahwa penggunaan media puzzle berbasis AR memberikan peningkatan pemahaman yang signifikan terhadap materi sistem pencernaan manusia.

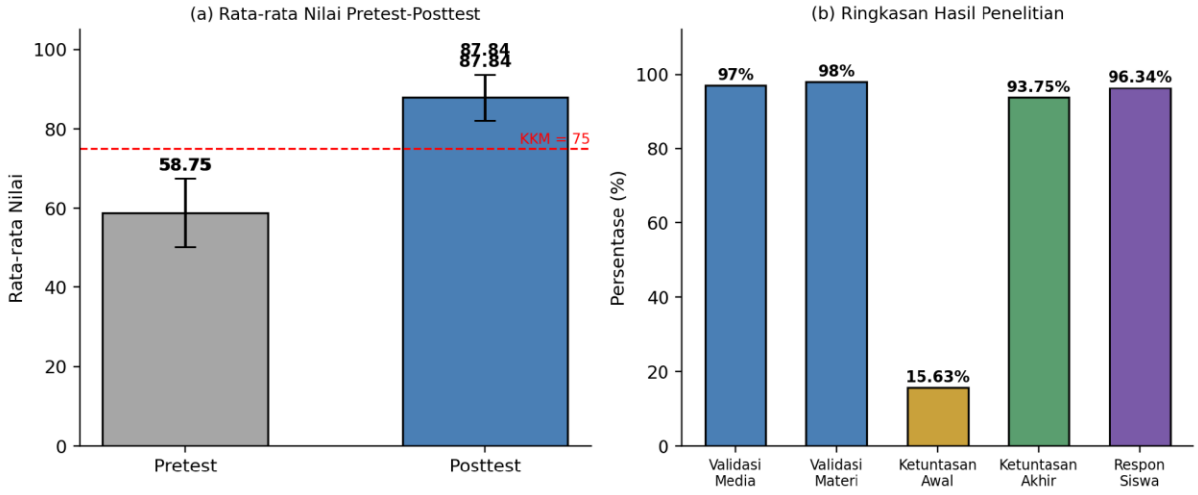
Respon Siswa

Respon peserta didik terhadap penggunaan media dianalisis dari angket 20 pernyataan yang mencakup lima aspek, sebagaimana disajikan pada Tabel 11.

Tabel 10. Hasil Respon Siswa terhadap Media Pembelajaran

Aspek	Jumlah Item	Persentase	Kategori
Ketertarikan media	4	96,3%	Sangat Baik
Kemudahan penggunaan	4	94,6%	Sangat Baik
Kejelasan materi	4	95,8%	Sangat Baik
Visualisasi AR	4	98,1%	Sangat Baik
Motivasi belajar	4	96,9%	Sangat Baik
Rata-rata Keseluruhan (n = 32 siswa; 27 Sangat Baik, 5 Baik)		**96,34%**	**Sangat Baik**

Rata-rata keseluruhan respon peserta didik sebesar 96,34% berada pada kategori "Sangat Baik", dengan aspek visualisasi AR memperoleh persentase tertinggi (98,1%) dan aspek kemudahan penggunaan memperoleh persentase terendah namun tetap sangat tinggi (94,6%). Sebanyak 27 dari 32 peserta didik (84,4%) berada pada kategori respon "Sangat Baik" dan sisanya 5 peserta didik (15,6%) pada kategori "Baik", tanpa satu pun peserta didik memberikan respon "Cukup" atau "Kurang". Ringkasan keseluruhan temuan penelitian divisualisasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ringkasan Hasil Penelitian: (a) Rata-rata Nilai Pretest-Posttest; (b) Persentase Validasi, Ketuntasan, dan Respon Siswa

Discussion

Hasil validasi media berada pada kategori "Sangat Layak" sejalan dengan penelitian pengembangan media berbasis Assemblr EDU pada materi lain, yang juga konsisten memperoleh kategori "sangat layak" dari ahli media maupun ahli materi (Nilamsari & Dewi, 2023; Putra, 2024; Kasan & Suratmi, 2025).

Puzzle Meningkatkan Aktivitas Belajar

Aktivitas menyusun puzzle organ pencernaan mendorong peserta didik terlibat aktif secara fisik dan kognitif dalam pembelajaran, sejalan dengan prinsip konstruktivisme bahwa anak usia operasional konkret belajar paling optimal melalui manipulasi objek nyata (Bustomi et al., 2024). Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa media puzzle meningkatkan hasil belajar IPA/IPAS peserta didik SD, baik secara luring maupun daring, karena puzzle memusatkan perhatian, melatih konsentrasi, dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan serta kolaboratif (Maulidah & Aslam, 2021; Widayanti et al., 2020; Nisa et al., 2025). Pada penelitian ini, keterlibatan aktif tersebut turut berkontribusi terhadap peningkatan ketuntasan belajar dari 15,63% menjadi 93,75%.

AR Meningkatkan Visualisasi Organ Pencernaan

Visualisasi tiga dimensi melalui Assemblr EDU membantu peserta didik mengamati struktur dan posisi organ pencernaan yang sebelumnya hanya dapat dibayangkan melalui gambar dua dimensi pada buku teks. Temuan ini memperkuat hasil kajian yang menunjukkan bahwa AR secara konsisten meningkatkan hasil belajar sains di jenjang dasar dan menengah, khususnya pada materi abstrak dan sulit diamati langsung, termasuk anatomi manusia (Bölek et al., 2021; Akinyokun & Aladeselu, 2021; Syawaludin et al., 2019). Persentase validasi ahli materi sebesar 98% dan aspek visualisasi AR pada angket respon (98,1%) memperkuat indikasi bahwa representasi tiga dimensi organ pencernaan mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dan pemahaman konkret peserta didik.

Integrasi Puzzle dan AR

Berbeda dengan sebagian besar penelitian terdahulu yang mengembangkan puzzle dan AR secara terpisah (Nirwanto et al., 2021), penelitian ini menggabungkan keduanya secara berurutan dalam satu rangkaian pembelajaran, sehingga peserta didik terlebih dahulu membangun pemahaman awal melalui manipulasi fisik sebelum memperkaya pemahaman tersebut dengan visualisasi digital. Integrasi ini menghasilkan *N-Gain* sebesar 0,70 (kategori tinggi), sebanding dengan penelitian pengembangan media Assemblr EDU sejenis pada materi lain yang umumnya melaporkan *N-Gain* pada kategori tinggi hingga sedang (Kasan & Suratmi, 2025; Putra, 2024). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi representasi taktil dan visual dapat saling melengkapi dan memperkuat pemahaman konsep peserta didik dibandingkan penggunaan salah satu media secara tunggal.

Perbandingan dengan Penelitian Terbaru

Temuan mengenai efektivitas AR dalam pembelajaran sains pada penelitian ini sejalan dengan kajian yang menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar menggunakan AR secara umum menunjukkan sikap dan capaian belajar yang lebih positif dibandingkan pembelajaran konvensional (Arici & Yilmaz, 2023; Cai et al., 2022), meskipun efek terhadap motivasi belajar tidak selalu konsisten antarpenelitian (Ateş & Köroğlu, 2024). Penelitian pengembangan media 3D *augmented reality* menggunakan Sketchfab dan Assemblr EDU pada materi pencernaan manusia melaporkan kevalidan 95% dan N-Gain 0,74 (Kasan & Suratmi, 2025), yang sebanding dengan hasil penelitian ini (validasi 97,5%; N-Gain 0,70), sehingga memperkuat konsistensi temuan bahwa Assemblr EDU merupakan platform yang layak dan efektif digunakan pada materi sistem pencernaan manusia. Penelitian AR pada materi IPS dan bidang teknik menggunakan aplikasi yang sama juga melaporkan kategori kelayakan "sangat layak" (Putra, 2024; Nilamsari & Dewi, 2023), memperkuat generalisasi bahwa platform ini efektif lintas mata pelajaran.

Implikasi Pembelajaran IPA SD

Temuan penelitian ini memiliki implikasi praktis bahwa guru IPA/IPAS SD dapat memanfaatkan kombinasi media manipulatif sederhana (puzzle) dengan teknologi AR yang mudah diakses dan tidak memerlukan keahlian pemrograman (Assemblr EDU) untuk mengonkretkan materi abstrak lain, tidak terbatas pada sistem pencernaan manusia. Secara sosial, pendekatan ini berpotensi meningkatkan kesetaraan akses terhadap media pembelajaran berbasis teknologi di sekolah dengan sumber daya terbatas, karena Assemblr EDU dapat diakses secara gratis melalui perangkat mobile yang umum dimiliki guru maupun sekolah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, media pembelajaran puzzle berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU pada materi sistem pencernaan manusia dinyatakan sangat layak digunakan, dengan persentase validasi ahli media sebesar 97% dan ahli materi sebesar 98%. Penerapan media ini terbukti efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas V SDN Pakis V Surabaya, ditunjukkan oleh peningkatan ketuntasan belajar dari 15,63% menjadi 93,75% dan *N-Gain* ternormalisasi sebesar 0,70 pada kategori tinggi, serta memperoleh respon peserta didik yang sangat positif (96,34%). Integrasi antara aktivitas manipulatif konkret melalui puzzle dan visualisasi tiga dimensi melalui AR terbukti saling melengkapi dalam mengonkretkan konsep sistem pencernaan manusia yang bersifat abstrak bagi peserta didik sekolah dasar.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain desain penelitian yang bersifat *pre-experimental* tanpa kelompok kontrol pembanding, subjek penelitian yang terbatas pada satu sekolah dan satu kelas, serta cakupan materi yang hanya difokuskan pada sistem pencernaan manusia, sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol pembanding, memperluas subjek penelitian pada beberapa sekolah dengan karakteristik lebih beragam, serta mengkaji retensi pemahaman peserta didik dalam jangka waktu lebih panjang. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi penerapan integrasi puzzle dan AR pada materi IPA/IPAS lain untuk memperkuat generalisasi temuan ini.

Daftar Pustaka

Akinyokun, O., & Aladeselu, O. (2021). Augmented reality (AR)-based human digestive system mobile learning platform. International Journal of Computer Applications, 174(32), 44–48. https://doi.org/10.5120/ijca2021921259

Ali, D. F., Johari, N., & Ahmad, A. R. (2023). The effect of augmented reality mobile learning in microeconomic course. International Journal of Evaluation and Research in Education, 12(2), 859–866. https://doi.org/10.11591/ijere.v12i2.24943

Antoniadi, G. (2023). Using an augmented reality application for teaching plant parts: A case study in 1st-grade primary school students. Advances in Mobile Learning Educational Research, 3(1), 630–637. https://doi.org/10.25082/amler.2023.01.012

Arıcı, F. (2023). The effect of augmented reality technology on environmental thinking, environmental behavior and attitude toward environment variables in science lesson. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 33, 191–207.

Arici, F. (2024). Investigating the effectiveness of augmented reality technology in science education in terms of environmental literacy, self-regulation, and motivation to learn science. International Journal of Human–Computer Interaction, 40(24), 8476–8496.

Arici, F., & Yilmaz, M. (2023). An examination of the effectiveness of problem-based learning method supported by augmented reality in science education. Journal of Computer Assisted Learning, 39(2), 446–476.

Ateş, H., & Köroğlu, M. (2024). Online collaborative tools for science education: Boosting learning outcomes, motivation, and engagement. Journal of Computer Assisted Learning, 40(3), 1052–1067.

Bönus, L., Antal, E., & Korom, E. (2024). Digital game-based inquiry learning to improve eighth graders' inquiry skills in biology. Journal of Science Education and Technology, 33, 1–17.

Bölek, K. A., De Jong, G., & Henssen, D. (2021). The effectiveness of the use of augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. Scientific Reports, 11(1), 15292.

Bustomi, B., Sukardi, I., & Astuti, M. (2024). Pemikiran konstruktivisme dalam teori pendidikan kognitif Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran, 7(4), 16376–16383. https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i4.37551

Cai, S., Liu, Z., Liu, C., Zhou, H., & Li, J. (2022). Effects of a BCI-based AR inquiring tool on primary students' science learning: A quasi-experimental field study. Journal of Science Education and Technology, 31, 767–782.

Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2021). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. Computers in Human Behavior, 115, 106612.

Çakıroğlu, Ü., Atabaş, S., Aydın, M., & Özyılmaz, I. (2022). Creating concept maps with augmented reality: A case of eclipse of the lunar and solar topic. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 17, 1–22.

Ciptaningtyas, W., & Mukmin, B. A. (2022). E-book interaktif berbasis Canva sebagai inovasi sumber belajar materi sistem pencernaan manusia kelas V SD. Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Pembelajaran, 10(2), 160–174.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Physics, 66(1), 64–74.

Kasan, T. F., & Suratmi, S. (2025). Pengembangan media pembelajaran 3D augmented reality menggunakan platform Sketchfab dan Assemblr Edu materi pencernaan manusia. Pedagogik: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 13(1), 162–172.

Maulidah, A. N., & Aslam, A. A. (2021). Penggunaan media puzzle secara daring terhadap hasil belajar IPA kelas V SD. Mimbar Ilmu, 26(2), 281–286.

Nilamsari, & Dewi. (2023). Rancang bangun media Assemblr Edu berbasis augmented reality mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika. VoteTEKNIKA: Jurnal Vokasi Teknik Elektronika dan Informatika, 11(1), 75–84.

Nirwanto, B. G., Murtono, M., & Fathurrohman, I. (2021). Media puzzle berbantu augmented reality pada muatan pelajaran IPA tema ekosistem. Jurnal Edutech Undiksha, 9(2), 260–271. https://doi.org/10.23887/jeu.v9i2.38503

Nisa, F., Nur Cahyani, W., Alifah, V. S., Hidayat Afendi, A., & Kurinih, K. (2025). Media puzzle dalam meningkatkan hasil belajar IPAS pada materi benua bagi peserta didik kelas VI di SD Negeri 1 Terusan. Journal on Education, 7(2), 11668–11676. https://doi.org/10.31004/joe.v7i2.8276

Nurhuda, W. A., & Hasanah, D. (2024). Pengembangan media pembelajaran IPA berbasis augmented reality materi fotosintesis. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 9(1), 2806–2816.

Nuryanti, N. S. (2022). Pengembangan media pembelajaran game puzzle Sipena materi sistem pencernaan manusia kelas V SD Negeri Mrican 2 Kediri [Laporan penelitian, Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar].

Putra, G. M. C. (2024). Pengembangan augmented reality berbasis Assemblr Edu pada muatan pelajaran IPS kelas V SD. Elementary School Teacher, 8(1).

Suprapto, N., Ibisono, H. S., & Mubarok, H. (2021). The use of physics pocketbook based on augmented reality on planetary motion to improve students' learning achievement. Journal of Technology and Science Education, 11(2), 526–540. https://doi.org/10.3926/jotse.1167

Sun, F. (2023). Emerging technologies in learning. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 18(15), 164–187.

Syawaludin, A., Gunarhadi, & Rintayati, P. (2019). Enhancing elementary school students' abstract reasoning in science learning through augmented reality-based interactive multimedia. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 8(2), 288–297. https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.19249

Widayanti, N. M. A. G., Sudarma, I. K., & Suarjana, I. M. (2020). Penerapan model make a match berbantuan media puzzle untuk meningkatkan hasil belajar IPA siswa kelas V di SD. Mimbar PGSD, 2(4), 331–342.

Zuniari, N. I., Ridlo, Z. R., Wahyuni, S., Ulfa, E. M., & Dharmawan, M. K. S. (2022). The effectiveness of implementation learning media based on augmented reality in elementary school in improving critical thinking skills in solar system course. Journal of Physics: Conference Series, 2392(1), 012010. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2392/1/012010