Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual Pada Materi Ekosistem di Sekolah Dasar

[Development of Augmented Reality-Based Student Worksheets (LKPD) to Improve Conceptual Understanding of Ecosystem Material in Elementary Schools]

Lidya Nabila Rahmah[1)], Fitria Wulandari, M.Pd [*,2)]
***Email Penulis Korespondensi: _____@umsida.ac.id (wajib email institusi)**

I. PENDAHULUAN

Pada tingkat global, pendidikan abad ke-21 memprioritaskan pemahaman konseptual sebagai kompetensi dasar yang harus dimiliki peserta didik agar mampu berpikir kritis, memecahkan masalah, dan menerapkan ilmu sains secara kontekstual dan adaptif terhadap dinamika zaman. Pemahaman konseptual menurut [1] Pengetahuan Konseptual mencakup pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, dan hubungan antara dua atau lebih kategori atau klasifikasi pengetahuan yang lebih kompleks dan tertata. Pemahaman konsep sesuai taksonomi bloom revisi yang terdiri dari tujuh indikator yaitu 1 menjelaskan, 2 menafsirkan, 3 menarik inferensi, 4 memberikan contoh, 5 meringkas, 6 mengklasifikasikan, dan yang ke 7 membandingkan [2]. Dengan tujuh indikator tersebut siswa diharapkan dapat mendapatkan struktur sains mereka sendiri, memiliki keterampilan proses yang diperlukan untuk menyelidiki fenomena alam, dan dapat memahami sains secara lebih dalam, serta mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga kemampuan pemahaman konseptual pada siswa akan meningkat.

Pemerintah mengeluarkan aturan baru untuk pendidikan nasional yang menekankan pentingnya meningkatkan pemahaman siswa dengan cara belajar yang bebas dengan Kebijakan Kurikulum Merdeka yang ada sekarang. Dengan aturan tersebut siswa diharapkan dapat aktif mencari tahu materi, memperluas pengetahuan mereka melalui pengalaman belajar secara langsung, dan menggunakan teknologi untuk meningkatkan pemahaman mereka. Menurut hasil [3] melalui program for international student assasment 2018 kemampuan siswa indonesia relatif rendah, terutama di bidang sains. Dari hasil analisis PISA menunjukkan bahwa kemampuan sains siswa Indonesia adalah 396 [4]. IPA menuntut siswa untuk memahami konsep secara mendalam, tidak hanya secara verbal atau tertulis, tetapi juga mampu melakukan observasi, pengujian, dan analisis tentang fenomena alam dengan pendekatan ilmiah. pemahaman konsep sains sangat berkaitan dengan perkembangan pikiran anak dalam sains. Memahami konsep ilmiah dengan baik sangat penting agar prosedur dapat dilakukan dengan efektif [5]. Jika siswa tidak memiliki pemahaman yang baik tentang materi, mereka akan cenderung hanya mengikuti petunjuk tanpa mengerti apa yang mereka lakukan. Oleh karena itu, semua instruksi dalam sains harus didasarkan pada pemahaman konsep.

Pada pembelajaran IPA, terutama di tingkat dasar, diharapkan siswa tidak hanya memahami fakta, tetapi juga mampu merangkai keterkaitan hubungan antar komponen biotik dan abiotik di ekosistem serta melihat implikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Menurut penelitian Pacific Policy Research Center [6], Kurikulum yang memakai teknologi visual dalam pembelajaran akan lebih mudah dipahami dan lebih berarti daripada hanya membaca laporan atau mendengar penjelasan dari guru saja. Hal ini karena siswa sekarang lebih mudah mendapatkan informasi [7] . Pemahaman siswa akan lebih baik jika kurikulum menggabungkan teknologi interaktif dan media visual dalam proses belajar dibandingkan hanya menggunakan metode berbicara atau menulis. enggunaan media pembelajaran yang memadukan visualisasi interaktif dapat membantu siswa memproses informasi secara lebih mendalam, karena mereka dapat melihat, mengamati, dan berinteraksi langsung dengan representasi konsep yang dipelajari.

OECD menyatakan bahwa banyak siswa di seluruh dunia kesulitan menerapkan konsep dan teknik sains di situasi baru, yang menghambat pemecahan masalah kompleks [8]. Pengetahuan konsep penting untuk kesiapan anak muda menghadapi tantangan abad ke-21, tetapi masih banyak siswa kesulitan dalam mengembangkan ide dan memecahkan masalah secara inovatif. Pembelajaran perlu mengaitkan ide dengan situasi nyata dan menggunakan teknologi visual, media interaktif, dan pembelajaran berbasis masalah. Di Indonesia, kinerja siswa dalam sains di bawah rata-rata OECD banyak yang kesulitan menafsirkan data dan membedakan bukti ilmiah dari opini. terbukti dari skor literasi sains yang masih di bawah rata-rata [8]. Hal ini menunjukkan tantangan dalam mendorong siswa memahami ilmu

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

sains bukan hanya sebagai pengetahuan statis, tetapi sebagai konsep yang hidup dan relevan. Dalam praktik pembelajaran IPA, kendala semakin nyata ketika guru hanya memakai buku teks atau ceramah, tanpa alat ajar yang mampu memvisualisasikan fenomena sains secara konkret, sehingga siswa cenderung belajar secara pasif dan faktual. Dalam pembelajaran IPA harus mencakup alat ajar yang memvisualisasikan fenomena sains agar siswa tidak belajar secara pasif. Berdasarkan situasi tersebut, penilaian terhadap kebutuhan di lapangan menunjukkan bahwa pengajar dan peserta didik membutuhkan inovasi dalam media pembelajaran yang bersifat interaktif, kontekstual, dan mampu memberikan visualisasi konsep secara nyata. Kebutuhan ini mencakup ketersediaan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan informasi dalam format teks, tetapi juga dapat menampilkan objek, proses, serta hubungan antar komponen dalam ekosistem dengan cara yang lebih jelas dan menarik. Di samping itu, anak-anak di pendidikan dasar berada dalam fase perkembangan operasional konkret, sehingga mereka sangat memerlukan media yang dapat membantu dalam memahami konsep abstrak melalui pengalaman yang bersifat visual dan interaktif. Maka dari itu, pengembangan LKPD yang berbasis teknologi, seperti Augmented Reality, menjadi alternatif yang tepat untuk memenuhi kebutuhan ini sekaligus dapat meningkatkan partisipasi dan pemahaman konseptual peserta didik.

Pada pembelajaran IPA sering kali bersifat tekstual dan kurang kontekstual, yang menyebabkan pemahaman siswa menjadi dangkal dan tidak bertahan lama. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Amelia Fariza, [9]. Pemahaman konsep IPA siswa Sekolah Dasar masih menghadapi tantangan, terutama pada materi yang mencakup proses ilmiah seperti fotosintesis, siklus air, gaya, dan gerak. hal ini menjadi lebih parah karena pendekatan pembelajaran yang cenderung menekankan penyampaian materi secara verbal tanpa menggunakan media interaktif atau visualisasi yang memadai. Akibatnya, strategi pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan fakta tetapi juga membantu siswa mengeksplorasi, melihat, dan berinteraksi dengan fenomena ilmiah secara langsung untuk memperoleh pemahaman konseptual yang lebih kuat. Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar tidak hanya bertujuan untuk menguasai materi, tetapi juga untuk memperkuat pemahaman konsep dan kemampuan dalam proses sains. Pada topik ekosistem, hasil pembelajaran menekankan pada kemampuan siswa untuk mengenali bagian-bagian biotik dan abiotik, menjelaskan hubungan antara bagian tersebut, serta memahami interaksi dalam satu sistem lingkungan. Namun, sifat materi ekosistem yang rumit dan mengandung hubungan antar elemen yang sulit dilihat secara langsung bisa menjadi masalah jika hanya diajarkan melalui cara lisan atau tulisan. Karena itu, analisis kebutuhan menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum dan dapat mendukung pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan pengalaman. Dengan begitu, peserta didik bisa mengamati, menjelajahi, dan memahami konsep dengan lebih jelas. Oleh sebab itu, pengembangan LKPD yang menggunakan teknologi dan bisa memberikan visualisasi fenomena ekosistem sangat penting untuk membantu mencapai tujuan pembelajaran dan meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Peserta didik kelas V Sekolah Dasar berada pada tingkat operasional konkret menurut [10], di mana mereka lebih mudah memahami konsep melalui pengalaman langsung, objek nyata, dan visualisasi yang jelas. Pada tahap ini, siswa mulai mampu berpikir logis, namun masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak jika tidak didukung oleh media konkret atau interaktif. Selain itu, karakteristik siswa kelas V yang memiliki rasa ingin tahu tinggi, senang bereksplorasi, dan aktif secara fisik maupun kognitif menuntut pembelajaran yang melibatkan aktivitas pengamatan, percobaan, serta interaksi langsung dengan materi. Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan bahan ajar yang tidak hanya informatif, tetapi juga mampu memfasilitasi keterlibatan aktif melalui kegiatan eksploratif dan investigatif, sehingga dapat membantu mereka membangun pemahaman konseptual secara mandiri dan bermakna. Piaget menekankan bahwa pengetahuan tidak ditransfer begitu saja, tetapi dibangun secara aktif melalui pengalaman. Jadi untuk memperkuat pemahaman konseptual, pembelajaran harus melatih siswa untuk membangun, menguji, dan menerapkan konsep secara aktif [11]. Dapat juga melalui alat praktik laboratorium, LKPD, dan media interaktif merupakan cara yang bagus untuk mencapai tujuan ini. LKPD berbasis pertanyaan atau berbasis masalah dapat membantu siswa mengeksplorasi data dengan mengamati, berhipotesis, menguji, menafsirkan, dan menyimpulkan. Dengan ini, siswa tidak hanya belajar mendalami arti kata, tetapi mereka juga bisa menjelaskan hubungan sebab akibat dan menyelesaikan masalah yang baru. Selain itu, media seperti model nyata, simulasi, dan visualisasi membantu siswa untuk melihat perbandingan antara konsep abstrak dengan fenomena yang terjadi di dunia nyata. pendekatan seperti LKPD terbukti efektif, karena menyediakan struktur eksplorasi, refleksi, dan aplikasi konsep yang sistematis. LKPD dirancang dengan baik dapat mendorong siswa melakukan aktivasi konsep melalui observasi, percobaan, dan analisis [12].

Berdasarkan penelitian [13] menunjukkan bahwa LKPD sangat penting untuk membantu siswa memahami dan meningkatkan kemampuan mereka. LKPD berfungsi sebagai panduan belajar, instrumen untuk asesmen formatif, dan metode untuk membedakan kegiatan belajar. [14] dan [15] Dalam LKPD yang baik, siswa memiliki tujuan pembelajaran yang jelas, kegiatan yang meningkatkan keterampilan proses sains, tugas interpretasi data, dan refleksi yang membuat mereka merasa terlibat dengan ide-ide. LKPD di tingkat SD juga membantu guru membuat kegiatan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

yang sesuai dengan perkembangan kognitif anak, membangun tangga yang mengarahkan siswa dari pengalaman konkret ke abstraksi konseptual. Dengan struktur seperti itu, LKPD meningkatkan retensi informasi dan mendukung transfer pengetahuan ke konteks baru, yang merupakan metrik penting untuk pemahaman konseptual.

Berbagai jenis media pembelajaran berkembang pesat selama era digitalisasi seperti simulasi interaktif, video pembelajaran dan lainnya. Salah satu teknologi yang sedang berkembang dalam bidang pendidikan saat ini adalah Augmented Reality atau disingkat AR. AR memungkinkan pengguna untuk melihat objek virtual 3D yang ditambahkan ke lingkungan [16] Transformasi ini membuka peluang besar untuk meningkatkan pengalaman belajar IPA karena media digital memungkinkan visualisasi proses yang berubah dengan cepat. Dengan anak-anak di era sekarang, yang secara alami merupakan generasi digital, sangat antusias dan cepat beradaptasi dengan media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif. menciptakan pembelajaran yang modern, menyenangkan, dan bermakna melalui integrasi Augmented Reality dalam pembelajaran. Augmented Reality (AR) adalah salah satu jenis teknologi yang saat ini semakin populer dalam pendidikan sains. Teknologi ini mengintegrasikan komponen-komponen dunia fisik dengan item digital tiga dimensi yang dapat dilihat menggunakan gadget seperti smartphone atau tablet. Dalam lingkungan pendidikan, AR bertindak sebagai alat bantu visual yang membantu siswa memahami hal-hal, proses, atau sistem yang terlalu kecil, terlalu besar, terlalu rumit, atau terlalu berbahaya untuk diamati secara langsung.

Integrasi teknologi AR ke dalam perangkat pembelajaran merupakan salah satu inovasi yang relevan. keunggulan teknologi AR adalah dapat diimplementasikan secara luas di berbagai media, seperti ponsel pintar, kartu, buku, majalah, atau Lembar Kegiatan Siswa [16]. Penggunaan teknologi AR, menurut penelitian Zulfahmi, dapat meningkatkan motivasi belajar siswa [17]. LKPD yang dipadukan dengan AR menggabungkan struktur pedagogis LKPD, termasuk tujuan, langkah eksplorasi, tugas, dan refleksi. Selain itu, AR memungkinkan untuk menampilkan animasi proses, objek tiga dimensi, dan lapisan informasi tambahan di dunia nyata. Dengan AR, siswa dapat memperbesar organisme mikroskopis, melihat rekonstruksi interaksi ekosistem, atau melihat dampak perubahan variabel lingkungan secara visual dan interaktif. Ini membuat konsep abstrak lebih terjangkau [14]. Dalam hal ini, LKPD berbasis AR bisa menjadi jembatan antara kebutuhan belajar generasi digital dan tuntutan kurikulum yang menekankan pemahaman konseptual dan keterampilan abad ke-21. Keunggulan teknologi AR adalah dapat diimplementasikan secara luas di berbagai media, seperti ponsel pintar, kartu, buku, majalah, atau Lembar Kegiatan Siswa [16]. LKPD AR bisa digabungkan dengan Sistem Manajemen Pembelajaran atau platform belajar online, sehingga guru bisa mengelola proses belajar dengan lebih baik dan lebih teratur.

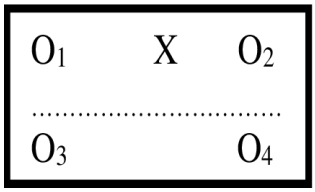
Penelitian terkait penggunaan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran sains telah menunjukkan hasil positif. [18] mengembangkan mikroskop berbasis AR yang efektif membantu siswa mengamati organisme mikroskopis serta meningkatkan pemahaman konsep. Di tingkat nasional, studi oleh Di tingkat nasional [19] menunjukkan bahwa LKPD berbasis AR mampu menstimulasi kemampuan berpikir kritis siswa melalui visualisasi interaktif yang memperkuat konstruksi konsep. Penelitian oleh [20] juga menemukan bahwa materi “virus” yang biasanya dianggap abstrak karena tidak dapat dilihat secara langsung menjadi lebih mudah dipahami siswa dan dapat meningkatkan motivasi belajar ketika menggunakan LKPD berbasis AR. Temuan tersebut diperkuat oleh berbagai penelitian nasional lainnya. Studi yang dipublikasikan dalam [21] menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis AR berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar IPA siswa sekolah dasar dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penelitian lain dalam [22] bahwa integrasi AR dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman konsep dan minat belajar siswa secara signifikan.

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu untuk mengkaji pengaruh penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality (AR) terhadap peningkatan pemahaman konseptual siswa Sekolah Dasar pada materi ekosistem, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis perbedaan tingkat pemahaman konseptual antara siswa yang menggunakan LKPD berbasis AR dengan siswa yang menggunakan LKPD konvensional, sehingga dapat diketahui efektivitas penggunaan media digital interaktif dalam pembelajaran IPA SD. Augmented Reality (AR) mampu menggambarkan konsep-konsep yang abstrak dengan cara yang lebih nyata dan relevan, sebagaimana yang ditunjukkan dalam penelitian [23] yang membuktikan bahwa media AR di tingkat sekolah dasar sudah terbukti valid dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual ilmu pengetahuan alam.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang didasarkan pada tujuan penelitian ini yaitu untuk mengukur pengaruh penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality terhadap pemahaman konseptal siswa secara sistematis dan terukur. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik penelitian kuantitatif yang bersifat objektif, deduktif, serta memanfaatkan data numerik dan prosedur statistik untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Ciri khas dari pendekatan kuantitatif adalah penggunaan data numerik, analisis statistik, dan pengujian hipotesis untuk menjelaskan fenomena secara terukur dan dapat diuji kebenarannya [24]. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu (quasi experiment) yaitu rancangan penelitian yang bertujuan untuk meneliti hubungan sebab dan akibat antara variabel, tetapi tidak menerapkan pengacakan atau randomisasi dalam penempatan pertisipan ke dalam kelompok eksperimen dan kontrol.



Gambar 2.1 nonequivalent control group design
Sumber: [24].

Desain eksperimen merupakan pengembangan dari true experimental design [24] dengan memakai desain kelompok kontrol pretest-posttest, di mana peneliti mengevaluasi variabel pada kelompok eksperimen serta kelompok kontrol sebelum (pretest) dan setelah (posttest) perlakuan diberikan kepada kelompok eksperimen. Desain eksperimen kuasi ini juga cocok diterapkan dalam konteks pendidikan dasar, yang sering kali memiliki keterbatasan dalam pemilihan sampel secara acak. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [25] menunjukkan bahwa penggunaan desain eksperimen kuasi dengan kelompok kontrol dan eksperimen efektif untuk menilai pengaruh LKPD AR pendidikan dasar. Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang menggunakan LKPD berbasis Augmented Reality dan kelompok kontrol yang menggunakan LKPD tanpa Augmented reality.

Prosedur penelitian dimulai Pada tahap persiapan, yaitu menyusun perangkat pembelajaran, menyusun instrumen penelitian, serta melakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen agar layak digunakan. Selanjutnya, peneliti menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan kelas yang telah ada tanpa pengacakan subjek. Kedua kelompok diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Setelah itu, kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan LKPD berbasis Augmented Reality, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran dengan metode atau media yang biasa digunakan oleh guru. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengukur pemahaman konseptual siswa. Data hasil pretest dan posttest kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji independent samples t-test.

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas 5 Sekolah Dasar Negeri Ngampelsari Candi Sidoarjo. Pemilihan kelas 5 didasarkan pada pertimbangan bahwa siswa pada tingkat ini telah memiliki kemampuan berpikir yang cukup untuk memahami hubungan antar komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem. Teknik pengambilan sampel yaitu menggunakan purposive sampling, Purposive sampling adalah teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Dua kelas paralel dipilih sebagai sampel, dengan kelas 5B yaitu sebagai kelompok eksperimen yang menggunakan LKPD berbasis AR dan kelas 5A sebagai kelompok kontrol yang menggunakan LKPD konvensional. Setiap kelas terdiri dari 20 siswa sehingga total sampel berjumlah 40 siswa. Pemilihan dua kelas paralel bertujuan untuk menjaga kesetaraan kemampuan awal siswa sebelum perlakuan diberikan.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes hasil belajar dalam bentuk pilihan ganda berisi 20 soal yang diberikan dalam bentuk pretest dan posttest untuk mengukur pemahaman konseptual siswa terhadap materi ekosistem. Soal disusun berdasarkan indikator pembelajaran dan dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menjelaskan konsep, menghubungkan antar komponen, sehingga dapat memahami konsep dalam pembelajaran.

Validitas instrumen diuji dengan validitas isi dan validitas konstruk. Validitas isi dilakukan dengan meminta penilaian dari ahli materi dan ahli media untuk memastikan kesesuaian butir soal dengan indikator pembelajaran, serta kesesuaian konten AR dengan tujuan pembelajaran. Dalam penelitian ini, proses validasi oleh para ahli (expert appraisal) merupakan tahap penting untuk menilai kelayakan instrumen maupun produk sebelum diimplementasikan pada subjek penelitian. Proses validasi oleh para ahli dilakukan dengan melibatkan beb erapa validator yang kompeten, minimal terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa [26][26]. Ahli materi menilai kesesuaian isi dengan kurikulum dan kebenaran konsep, ahli media mengevaluasi tampilan, desain, serta aspek teknis seperti interaktivitas media. Setiap validator diberikan produk yang dikembangkan beserta instrumen penilaian berupa angket skala likert yang memuat indikator sesuai bidangnya. Validasi ini dilakukan untuk memperoleh masukan, saran, dan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

perbaikan sehingga produk yang dikembangkan memenuhi standar kualitas dan relevansi pembelajaran [26]. hasil validasi dari ahli kemdian dihitung dengan rumus dan menentukan tingkat kelayakan dengan Tabel 2.1 kriteria validitas.

Tabel 2.1 Kriteria Validitas

Presentase (%)	**Tingkat Kelayakan/Valid**
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup Valid
21-40	Kurang Valid
0-20	Tidak Valid

Tabel 2.2 Hasil Validasi Instrumen Pembelajaran

indikator	Jumlah Aspek	Presentase (%)	Kategori
Instrumen Tes	30	85,00%	Sangat Valid
Instrumen LKPD	24	82,92%	Sangat Valid
Instrumen Modul Ajar	24	79,59%	Valid
Instrumen Bahan Ajar	24	80,84%	Valid

Berdasarkan hasil validasi menunjukkan bahwa penilaian validasi tes dan LKPD memperoleh presentase sebesar 85,00% dan 82,92% dengan kategori sangat layak, untuk validasi modul ajar dan bahan ajar memperoleh presentase sebesar 78,59% dan 80,84% dengan kategori Valid. Secara keseluruhan dinyatakan layak dalam proses pembelajaran di kelas dengan memperbaiki sesuai masukan dan saran dari validator. Validitas konstruk bertujuan untuk memastikan bahwa instrumen benar-benar mengukur aspek pemahaman konseptual siswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan. Sebelum digunakan dalam penelitian dilakukan pengujian instrumen atau test-retest untuk mengetahui tingkat validitas butir soal dan reliabilitas instrumen. Untuk reliabilitas instrumen diuji menggunakan teknik seperti validitas konstruk yaitu test-retest untuk melihat konsistensi hasil pengukuran dalam kondisi yang serupa. Instrumen dikatakan reliabel apabila menunjukkan hasil yang konsisten dan stabil.

Tabel 2.3 Hasil data Validitas Kontruk dan Reliabilitas Butir Soal

Pernyataan	r Tabel	r Hitung	Keterangan	Reliability Statistics
P1	0,444	0,600	Valid	0,929
P2	0,444	0,753	Valid	
P3	0,444	0,672	Valid	
P4	0,444	0,681	Valid	
P5	0,444	0,573	Valid	
P6	0,444	0,638	Valid	
P7	0,444	0,795	Valid	
P8	0,444	0,555	Valid	
P9	0,444	0,596	Valid	
P10	0,444	0,616	Valid	
P11	0,444	0,476	Valid	
P12	0,444	0,598	Valid	
P13	0,444	0,468	Valid	
P14	0,444	0,622	Valid	
P15	0,444	0,591	Valid	
P16	0,444	0,677	Valid	
P17	0,444	0,583	Valid	
P18	0,444	0,585	Valid	
P19	0,444	0,458	Valid	
P20	0,444	0,585	Valid	

Sumber: data diolah IBM SPSS 25: 2017

Data penelitian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan mean, standar deviasi, dan persentase kelayakan produk. Analisis ini berfungsi untuk mendeskripsikan hasil validasi ahli dan uji coba produk sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan LKPD yang

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

dikembangkan. Sementara itu, statistik inferensial digunakan untuk menguji efektivitas produk pada tahap implementasi, yaitu dengan membandingkan hasil belajar antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Analisis data menggunakan SPSS versi 25. Sebelum uji hipotesis dilakukan, data diuji normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan diuji homogenitasnya menggunakan Levene's Test. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKPD berbasis AR terhadap pemahaman konseptual siswa, digunakan uji independen sampel t-test untuk membandingkan rata-rata hasil posttest antara kedua kelompok. Pengujian efektivitas ini didukung oleh penelitian LKPD berbasis AR sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh [16][14] [27] yang menunjukkan bahwa integrasi AR dalam LKPD memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman konseptual siswa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2026 di SDN Ngampelsari, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilakukan pada kelas 5A dan 5B untuk mengetahui implementasi dan mengkaji pengaruh penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality (AR) terhadap pemahaman konseptual siswa. LKPD yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah LKPD berbasis AR yang diakses melalui scan assembler yang ada di dalam LKPD.

Gambar 3.1 Implementasi LKPD Berbasis AR

AR tersebut dapat dilihat dalam 3 dimensi dan bisa juga dilihat seperti di dalam ruangan, untuk penggunaannya kita dapat memperbesar dan melihat pergerakan suatu ekosistem yang ada di dalamnya. Pada tahap implementasi berdasarkan hasil evaluasi dari para ahli produk LKPD ini dianggap layak untuk diimlementasikan. LKPD ini diterapkan pada kelas 5 dan dilakukan di SDN Ngampelsari dengan jumlah siswa masing-masing kelas 20 sehingga total seluruh siswa adalah 40. Sebelum proses pelajaran dimulai siswa diberikan tes awal pretest untuk mengetahui pemahaman siswa. Setelah pemberian materi pelajaran selesai, siswa kemudian diberikan LKPD untuk dikerjakan sesuai kelas kontrol yang akan diberikan LKPD konvensional dan kelas eksperimen diberikan LKPD AR. Setelah mengarjakan LKPD siswa diberi tes akhir atau posttest untuk mengetahui pengaruh pemahaman konsep siswa. Hasil dari implementasi dianalisis dengan statistik inferensial dan statistik deskriptif digunakan untuk menjelaskan nilai rata-rata, standart deviasi.

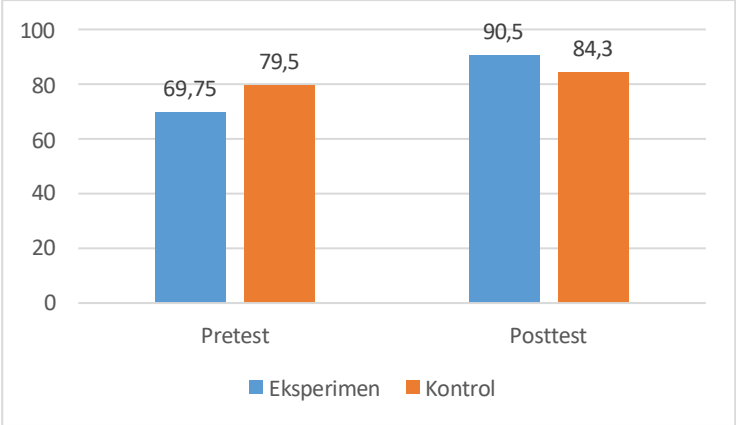
Tabel 3.1 Data Nilai Siswa

No	Kelas	Pretest	Posttest	No	Kelas	Pretest	Posttest
1	Eksperimen	90	100	1	Kontrol	80	85
2	Eksperimen	85	100	2	Kontrol	85	85
3	Eksperimen	80	95	3	Kontrol	60	65
4	Eksperimen	60	90	4	Kontrol	55	70
5	Eksperimen	60	75	5	Kontrol	85	90
6	Eksperimen	70	95	6	Kontrol	80	85
7	Eksperimen	65	90	7	Kontrol	90	90
8	Eksperimen	50	85	8	Kontrol	70	75
9	Eksperimen	80	85	9	Kontrol	90	95
10	Eksperimen	95	100	10	Kontrol	70	75
11	Eksperimen	85	90	11	Kontrol	90	96

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

12	Eksperimen	50	80	12	Kontrol	85	90
13	Eksperimen	65	90	13	Kontrol	95	95
14	Eksperimen	45	80	14	Kontrol	80	85
15	Eksperimen	25	80	15	Kontrol	90	95
16	Eksperimen	85	90	16	Kontrol	70	75
17	Eksperimen	70	90	17	Kontrol	85	90
18	Eksperimen	80	95	18	Kontrol	70	75
19	Eksperimen	85	100	19	Kontrol	80	85
20	Eksperimen	70	100	20	Kontrol	80	85
Rata-rata		69,75	90,50	Rata-rata		79,50	84,30

Tabel 3.1 menyajikan data mentah hasil pretest dan posttest siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data tersebut merupakan nilai asli yang diperoleh setiap siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Data mentah ini menjadi dasar dalam analisis statistik.



Gambar 3.2 Grafik Rata-Rata Nilai Pretest Posttest

Berdasarkan Gambar 3.2 rata-rata nilai pretest pada kelas eksperimen sebesar 69,75 dan meningkat menjadi 90,50 pada rata-rata nilai posttest. Sementara itu, rata-rata nilai pada pretest kelas kontrol sebesar 79,50 dan meningkat menjadi 84,30 pada rata-rata nilai posttest. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas mengalami peningkatan pemahaman konseptual pada materi ekosistem, namun peningkatan pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan kelas kontrol.

Tabel 3.2 analisis data uji normalitas, homogenitas, dan uji T-Test

Jenis Uji	Variabel	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Keterangan
Normalitas	Pretest	Sig. = 0,193	Sig. = 0,082	Data berdistribusi normal (> 0,05)
(Shapiro-Wilk)	Posttest	Sig. = 0,063	Sig. = 0,062	Data berdistribusi normal (> 0,05)
Homogenitas	Pretest	Sig. = 0,536		Varians homogen (> 0,05)
(Levene Test)	Posttest	Sig. = 0,050		Varians homogen (> 0,05)
Hipotesis	Pretest	Sig. (2 tailed) = 0,025		Terdapat perbedaan signifikan (< 0,05)
(independent	Posttest	Sig. (2 tailed) = 0,041		Terdapat perbedaan signifikan (< 0,05)
Sample T-Test)				

Sumber: data diolah IBM SPSS 25: 2017

Dari hasil uji normalitas dengan SPSS diperoleh kelompok kelas eksperimen pretest sebesar 0,198, dengan posttest sebesar 0,063 dan perolehan kelas kontrol pretest sebesar 0,082 dan posttest sebesar 0,062 karena kedua kelompok Sig yang didapat lebih dari 0,05 maka data berdistribusi normal, selanjutnya hasil dari uji homogenitas pretest diperoleh sebesar 0,536 dan posttest sebesar 0,050 karena kedua variable lebih dari 0,05 maka varian kedua kelompok homogen. Karena data berdistribusi normal dan homogen maka bisa dilanjutkan untuk uji-t independent. uji independent samples t-test pretest diperoleh sebesar 0,025 dan posttest sebesar 0,041 karena kedua variable kurang dari 0,05 maka terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata kedua kelas, dengan demikian H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian, maka dapat diartikan terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality lebih

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa terhadap materi yang dipelajari.

Temuan penelitian ini sesuai dengan penelitian [14] yang menyatakan bahwa LKPD berbasis Augmented Reality dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains karena membantu siswa mengamati objek yang sukar diamati langsung melalui gambar digital. Penelitian ini juga didukung oleh penelitian sistematis [28] yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis AR efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa SD. Hal ini karena media tersebut mampu mengubah materi yang abstrak menjadi lebih nyata, meningkatkan semangat belajar siswa, serta mendorong partisipasi aktif mereka selama pembelajaran. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh [29] menunjukkan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat sekolah dasar secara nyata meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan siswa dalam belajar, serta hasil belajar mereka dibandingkan dengan metode pembelajaran yang biasa digunakan. Penelitian terbaru tentang penggunaan LKPD berbantuan AR dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep meningkat setelah menerapkan LKPD berbasis AR. Oleh karena itu, hasil penelitian ini semakin memperkuat bahwa penggunaan LKPD berbasis Augmented Reality adalah salah satu inovasi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa SD, terutama pada materi IPA yang sifatnya abstrak seperti ekosistem.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari data penelitian terdapat pengaruh terhadap penggunaan LKPD AR dan terdapat pemahaman konseptual siswa. Penggunaan LKPD berbasis AR juga berdampak positif terhadap hasil belajar siswa, terutama dalam memahami konsep serta meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mereka. Siswa semakin tertarik dan termotivasi belajar materi yang dulu dianggap sulit atau rumit. Penelitian ini menghasilkan sebuah LKPD berbasis AR dan dianggap baik atau memenuhi standar berdasarkan pendapat para ahli. Validasi ini mencakup beberapa aspek yaitu materi, media atau desain, serta bahasa. LKPD yang ada di sekolah masih memiliki fungsi yang terbatas, hanya berupa kumpulan soal saja, dan kurang memanfaatkan teknologi. Oleh karena itu, LKPD berbasis AR sangat diperlukan sebagai variasi media pembelajaran dan juga sebagai sarana agar mempermudah memahami konsep yang sulit dipahami siswa.

SARAN

Di harapkan penelitian berikutnya dapat mengevaluasi dan meningkatkan interaktivitas serta fitur visual pada LKPD berbasis AR agar kemampuannya dalam membedakan hasil belajar dengan kelas kontrol bisa lebih terasa nyata. Waktu yang dialokasikan dan bimbingan yang diberikan kepada siswa saat menggunakan media AR perlu diperbesar agar masalah teknis tidak menghalangi pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Sekolah juga disarankan untuk menyediakan infrastruktur yang memadai, seperti jaringan internet yang stabil, agar bisa digunakan untuk mengakses aplikasi atau website berbasis AR.

REFERENSI

[1] L. W. Anderson dan D. R. Krathwohl, “Kerangka Landasan Untuk PEMBELAJARAN, PENGAJARAN DAN ASESMEN Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom,” PUSTAKA PELAJAR Celeban Timur UH III/548 Yogyakarta 55167. [Daring]. Tersedia pada: https://online.anyflip.com/lisgy/jejb/mobile/

[2] F. R. Janah dan S. N. Hidayati, “Analisis Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP di Surabaya,” *J. Pendidik. Mipa*, vol. 15, no. 1, hal. 204–209, 2025, doi: 10.37630/jpm.v15i1.2416.

[3] OECD, *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, vol. I. 2018. [Daring]. Tersedia pada: https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-iii-acd78851-en.htm

[4] M Zahara1, “Teachers’ perceptions of 3D technology-integrated student worksheet on magnetic field material: A preliminary research on augmented reality in STEM learning,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Mar 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1796/1/012083.

[5] Turiman, Omar, Jizah, Osman, A. M. Daud, dan Kamisah, “Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*,

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

vol. 59, hal. 110–116, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.253.
[6]: Pacific Policy Research Center, "21st Century Skills for Students and Teachers," hal. 1–25, 2010, [Daring]. Tersedia pada: www.21stcenturyskills.com
[7] A. Nurhidayanti, E. Nofianti, H. Kuswanto, I. Wilujeng, dan S. Suyanta, "Analisis Kemandirian Belajar Peserta Didik SMP Melalui Implementasi LKPD Discovery Learning Berbantuan Augmented Reality," *J. Pendidik. Sains Indones.*, vol. 10, no. 2, hal. 312–328, 2022, doi: 10.24815/jpsi.v10i2.23719.
[8] OECD, *Pisa 2022 Results*, vol. I. 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en%0Ahttps://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/germany-1a2cf137/
[9] Amelia Fariza *et al.*, "Miskonsepsi Siswa Sekolah Dasar tentang Konsep IPA : Studi Kasus di kelas VI SDN 024755," *J. Bintang Pendidik. Indones.*, vol. 3, no. 2, hal. 207–217, 2025, doi: 10.55606/jubpi.v3i2.3825.
[10] F. H. Pakpahan, M. Saragih, M. Pendidikan, B. Inggris, dan A. W. Medan, "JOURNAL OF APPLIED LINGUISTICS," *Theory Cogn. Dev. By Jean Piaget Farida*, vol. 2, no. 1, hal. 55–60, 2022, doi: 10.52622/joal.v2i2.79.
[11] Piaget, "Piaget-Development-and-Learning (p7).pdf," 1972.
[12] N. L. W. Krisnayanti dan I. W. Sujana, "LKPD Berbasis Pendekatan Kontekstual pada Muatan IPA Materi Pelestarian Sumber Daya Alam," *J. Pedagog. dan Pembelajaran*, vol. 5, no. 3, hal. 437–445, 2022, doi: 10.23887/jp2.v5i2.48297.
[13] Pramudiyanti, P. S. Dewi, R. E. Putri, dan Nurhayati, "Efektivitas Lembar Kerja Siswa (LKPD) pada Mata Pelajaran IPA Berbasis Model Inkuiri di SD Kelas V," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, no. 3, hal. 13640–13648, 2024.
[14] D. Indriani dan A. Fitri Hindriana, "EDUBIOLOGICA Jurnal Penelitian Ilmu dan Pendidikan Biologi Pengembangan LKPD Berbasis Augmented Reality Dalam Metode Praktikum Materi Organ Indera Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Dan Keterampilan Proses Sains," *J. Penelit. Ilmu dan Pendidik. Biol.*, vol. 10, no. 1, hal. 1–8, 2022.
[15] L. R. Sari, A. Saregar, dan Sodikin, "E-LKPD Berbasis STEAM Dengan Teknologi Augmented Reality (AR): Upaya Melatih Berpikir Kreatif," *KAPPA J. Phys. Phys. Educ.*, vol. 8, no. 3, hal. 495–506, 2024, [Daring]. Tersedia pada: https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/index.https://doi.org/10.29408/kpj.v8i3.28414
[16] R. D. Fendi dan Suyatna, "Augmented Reality-Based Student Worksheet to Stimulate Students' Critical Thinking Skills," *Indones. J. Sci. Math. Educ.*, vol. 4, no. 2, hal. 118–133, Jul 2021, doi: 10.24042/ijsme.v4i2.9017.
[17] M. M. Ilafi, R. Saputri, S. Nurohman, dan J. Jumadi, "Development of student worksheets based on Augmented Reality Sub Material Phases of the Moon to Increase Student Learning Motivation," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 9, hal. 7468–7473, Sep 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i9.4099.
[18] M. S. Abdusselam dan S. Kilis, "Development and Evaluation of an Augmented Reality Microscope for Science Learning: A Design-Based Research," *Int. J. Technol. Educ.*, vol. 4, no. 4, hal. 708–728, 2021, doi: 10.46328/ijte.88.
[19] R. D. Fendi, A. Suyatna, dan A. Abdurrahman, "Augmented Reality-Based Student Worksheet to Stimulate Students' Critical Thinking Skills," *Indones. J. Sci. Math. Educ.*, vol. 4, no. 2, hal. 118–133, 2021, doi: 10.24042/ijsme.v4i2.9017.
[20] I. T. Wahyuni dan A. T. Pratama, "Pengembangan Lkpd Berbasis Augmented Reality Pada Materi Virus Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Motivasi Belajar

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Development Of Augmented Reality-Based Student Worksheets On Virus Material To Improve Conceptual Understanding And Learning Motivation," *J. Edukasi Biol.*, vol. 10, no. 1, hal. 73–82, 2024.

[21] M. Khodikotul Atfaliyah1, Imamudin2, "PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA di SD," vol. 10, no. September, 2025.

[22] 4M. Fikri Hamdani Nurhafizah Lubis1, Risnawati2, Rian Vebrianto3, "Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality terhadap pemahaman konsep dan minat membaca siswa kelas 5 sekolah dasar," vol. 10, 2025.

[23] A. S. Ati, M. R. Aprillya, dan M. A. Bianto, "Science Augmented Reality Program Media for Elementary School Students," *JPI (Jurnal Pendidik. Indones.*, vol. 11, no. 3, hal. 457–465, 2022, doi: 10.23887/jpiundiksha.v11i3.41378.

[24] Hardani *et al.*, *Buku Metode Penelitian Kualitatif*, vol. 5, no. 1. 2020.

[25] P. Abdullah *et al.*, "Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar," 2016.

[26] L. Judijanto, Y. Boari, S. T. Lembang, F. Y. Wattimena, dan N. Astriawati, *RESEARCH AND DEVELOPMENT*.

[27] S. Maimuna, S. Wahyuni, dan Z. R. Ridlo, "The Development of Augmented Reality Based Student Worksheet on Human Respiratory System Course to Improve Critical Thinking Skills of Junior High School," *Int. J. Curr. Educ. Res.*, vol. 3, no. 1, hal. 1–16, Jul 2024, doi: 10.53621/ijocer.v3i1.239.

[28] A. Yulia Pratiwi, D. Pangestu, S. Nurjanah, dan F. Khairani, "Pengaruh Penggunaan Lkpd Berbantuan Augmented Reality (Ar) Terhadap Pemahaman Konsep Ipas Peserta Didik Sekolah Dasar," *Ibriez J. Kependidikan Dasar Islam Berbas. Sains*, vol. 11, no. 01, hal. 117–128, 2026, doi: 10.21154/ibriez.v11i01.869.

[29] N. Muspiroh, A. Kurniawan, dan I. Tabroni, "Leveraging Augmented Reality (AR) and Interactive Media to Enhance Elementary Students' Mastery of Scientific Concepts: A Cross-Regional Study in West Java, Indonesia," *EduBase J. Basic Educ.*, vol. 6, no. 2, hal. 215–225, 2025, [Daring]. Tersedia pada: https://jurnal.uibbc.ac.id/index.php/edubase/article/view/3530

Conflict of Interest Statement:
The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.