

PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BIRAMA (BUNYI DAN INDRA PENDENGARAN MANUSIA) DENGAN PENDEKATAN STEAM UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR IPA PESERTA DIDIK KELAS V SD

Asfatul Ukhriyah

PGSD, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya (asfatul.20089@mhs.unesa.ac.id)

Suryanti

PGSD, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya (suryanti@unesa.ac.id)

Abstrak

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan mata pelajaran yang bersifat eksperimen dan eksplanasi teoritis serta sifat materi yang cenderung abstrak khususnya pada materi bunyi dan indra pendengaran manusia. Oleh karena itu dibutuhkan media pembelajaran yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan pengembangan multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM pada materi bunyi dan indra pendengaran manusia untuk meningkatkan hasil belajar IPA kelas V SD. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluate*). Instrumen pengumpulan data berupa lembar validasi media dan materi untuk mengetahui kevalidan, lembar angket respon peserta didik dan guru untuk mengetahui kepraktisan, serta lembar tes untuk mengetahui keefektifan media. Hasil yang diperoleh pada validasi media sebesar 92% (sangat valid) dan validasi materi sebesar 90% (sangat valid), hasil angket respon peserta didik sebesar 91,58% (sangat praktis) dan angket respon guru 90,9% (sangat praktis), hasil ketuntasan belajar pada kelas eksperimen sebesar 92,86% (sangat baik) dengan hasil N-Gain sebesar 0,72 (tinggi), hasil uji *independent samples t-test* menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ sebesar 8,712 > 2,006 serta nilai sig (2-tailed) sebesar 0.000 < 0,05, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif BIRAMA dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar.

Kata Kunci: pengembangan, multimedia, pendekatan STEAM, bunyi dan indra pendengaran.

Abstract

Sciences is a subject that is experimental and theoretical explanation and the nature of matter that tends to be abstract, especially in sound material and human hearing. Therefore, appropriate learning media are needed. This study aims to determine the validity, practicality, and effectiveness of BIRAMA interactive multimedia development with a STEAM approach on sound material and human hearing senses to improve science learning outcomes in grade V elementary schools. The type of research used is research and development (R&D) with the ADDIE model (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluate*). Data collection instruments in the form of media validation sheets and materials to determine validity, questionnaire sheets for student and teacher responses to determine practicality, and test sheets to determine the effectiveness of media. The results obtained in media validation amounted to 92% (very valid) and material validation amounted to 90% (very valid), the results of the student response questionnaire of 91.58% (very practical) and the teacher response questionnaire of 90.9% (very practical), the results of learning completeness in the experimental class of 92.86% (very good) with N-Gain results of 0.72 (high), the results of the independent samples t-test showed that the t-value was $t_{calculated} > t_{table}$ of 8.712 > 2.006 and a sig (2-tailed) value of 0.000 < 0.05, so H_0 is rejected and H_a is accepted. So it can be concluded that BIRAMA interactive multimedia is declared valid, practical, and effective to improve learning outcomes.

Keywords: development, multimedia, STEAM approach, sound and sense of hearing.

PENDAHULUAN

Pendidikan menjadi hal penting dalam kehidupan manusia. Pendidikan mencakup semua pengalaman hidup yang mempengaruhi perkembangan seseorang (Mudyaharjo, 2014). Sistem pendidikan yang efektif menghasilkan individu dengan keterampilan tinggi dan karakter unggul, yang menjadi salah satu faktor penentu

kesuksesan dan kemajuan sebuah negara (Ramdani, Z. 2018). Oleh karena itu, setiap negara perlu memiliki kemampuan untuk mengembangkan sistem pendidikan yang berkualitas (Mardiyah, *et al.* 2021; Abdilah, K. & Hamami, T. 2021).

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan dampak signifikan pada seluruh aspek kehidupan, termasuk pendidikan, dengan mendorong

transformasi digital (Puspa., *et al.* 2023). Pendidikan pada abad 21 erat kaitannya dengan pemanfaatan teknologi dan pengembangan keterampilan abad 21 (Rahayu, R., *et al.* 2022). Keterampilan abad 21 ini yaitu *collaboration*, *creative thinking*, *critical thinking*, serta *communication*. Keterampilan ini sering disebut sebagai keterampilan 4C. Keterampilan 4C harus ditanamkan dalam proses pembelajaran, termasuk pembelajaran IPA (Partono., *et al.* 2021; Fitriyah & Ramadani, 2021). Oleh karena itu, tujuan pendidikan pada era ini adalah untuk menumbuhkan keterampilan dan kemampuan teknologi informasi setiap generasi agar siap menghadapi tantangan global di masa depan (Zuwarni, *et al.* 2017; Iskandar., *et al.* 2022; Mu'minah, I., 2021).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah ilmu yang dipelajari melalui eksperimen dan penjelasan teoritis tentang fenomena alam. Pendidikan IPA berfokus memberikan peserta didik pengalaman langsung sehingga dapat memperoleh kemampuan untuk memahami lingkungan serta mengeksplorasi alam melalui pendekatan ilmiah (Julianto, *et al.*, 2019; Kumala, 2016; Prasasti & Listiana, 2019). Namun dalam praktiknya peserta didik seringkali menganggap bahwa pelajaran IPA sulit, sehingga mereka cenderung menjadi pasif. Karakteristik materi IPA yang abstrak membuat peserta didik kesulitan dalam memahaminya. Selain itu proses pembelajaran IPA yang konvensional (melalui ceramah) yang berfokus pada peran guru tanpa melibatkan peserta didik secara aktif menyebabkan pembelajaran menjadi pasif (Kismiati, 2020; Nurhayati, *et al.* 2021; Nahdi, *et al.* 2017).

Temuan tersebut sejalan dengan hasil pengamatan yang dilakukan di beberapa sekolah di Kabupaten Sidoarjo, termasuk SDN Suko, SDN Sukodono 2, SDN Tebel, dan SDN Karangbong, didapatkan permasalahan yang relatif sama yaitu jarangya penggunaan media pembelajaran serta pembelajaran masih berpusat pada guru. Sekolah tersebut menggunakan bahan ajar berupa buku siswa serta terdapat media poster berupa gambar yang ditempel pada dinding kelas. Namun peserta didik kurang dapat menjangkaunya karena letaknya yang cukup jauh sehingga kurang dapat dimanfaatkan. Pada kegiatan pembelajaran peserta didik juga kurang berinteraksi dengan guru dan terlihat bosan. Kegiatan penugasan hanya sekedar menggunakan latihan soal yang terdapat pada buku.

Temuan tersebut juga diperkuat dari hasil wawancara dengan guru kelas V pada empat sekolah tersebut yang menyatakan bahwa jarangya penggunaan media pembelajaran IPA karena keterbatasan waktu dalam menyiapkannya. Guru juga mengungkapkan bahwa salah satu tantangan yang sering dihadapi saat mengajar adalah sifat materi IPA yang abstrak, menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dan kebingungan dalam memahami

materi tersebut. Dampaknya prestasi belajar peserta didik menjadi rendah. Selain itu, sub materi yang cukup banyak dan keterbatasan waktu dalam menyampaikan materi membuat guru berupaya menuntaskan materi ajar tanpa adanya kegiatan praktikum. Melalui kegiatan Sumatif Tengah Semester (STS) yang telah dilakukan didapatkan hasil rata-rata nilai di SDN Suko yakni 66,69; SDN Tebel yakni 69,6; SDN Karangbong yakni 72,27; dan SDN Sukodono 2 yakni 74,05.

Guru juga mengungkapkan bahwa salah satu materi IPA yang sulit diajarkan pada jenjang kelas V sekolah dasar yaitu materi bunyi dan kaitannya dengan indra pendengaran manusia. Materi ini seringkali sulit diajarkan pada jenjang sekolah dasar karena konsep-konsep yang melibatkan fisika dan proses biologi. Peserta didik pada jenjang sekolah dasar belum memiliki pemahaman yang cukup tentang gelombang suara, frekuensi, atau bagaimana telinga manusia mendeteksi dan memproses suara. Selain itu, konsep gelombang bunyi dan indra pendengaran manusia yang abstrak dapat menjadi sulit dipahami oleh peserta didik yang masih dalam tahap pengembangan kognitif (Kismiati, 2020; Rinjani, *et al.* 2023; Rachmawati, *et al.* 2015). Maka inovasi diperlukan dalam hal media serta metode pembelajaran.

Media pembelajaran merupakan alat yang memudahkan penyampaian pesan dan informasi dalam bentuk materi pengajaran (Yanto, 2019). Dampak dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, media pembelajaran telah mengalami perubahan signifikan. Awalnya, media pembelajaran hanya berbentuk kertas (hardfile), namun sekarang media pembelajaran menjadi lebih interaktif dengan adanya dukungan teknologi (Rohma & Bukhori, 2020). Multimedia interaktif merupakan salah satu bentuk media pembelajaran yang dapat mengatasi permasalahan tersebut (Auliaty, *et al.* 2021).

Melalui penggunaan multimedia interaktif selama proses pembelajaran akan memberikan pengalaman bermakna dan membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui penggabungan berbagai komponen seperti teks, suara, gambar, dan video (Egok & Hajani, 2018; Dwiqi, *et al.* 2020). Selain itu multimedia interaktif dapat membantu dalam menerjemahkan materi yang membutuhkan visualisasi, penggunaannya tidak terbatas ruang dan waktu (*flexible*), serta dapat disesuaikan dengan kemampuan belajar tiap individu (*self-pacing*) (Fikri & Madona, 2018).

Bukti tersebut didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Egok & Hajani, (2018); Nata & Putra, (2021); Anggraeni & Suryanti, (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran IPA dapat mempermudah pemahaman materi bagi peserta didik karena menggunakan berbagai

komponen untuk memvisualisasikan materi dengan cara yang menarik dan interaktif. Peserta didik dapat menyesuaikan belajarnya dengan kebutuhan dan preferensi mereka seperti mengulang materi yang sulit dipahami maupun melompati materi yang telah dikuasai. Dari hal tersebut mampu memberikan dampak pada hasil belajar kognitif.

Penggunaan multimedia interaktif yang terintegrasi dengan metode pembelajaran dan pendekatan inovatif mampu mengembangkan keterampilan abad 21 yang dimiliki oleh peserta didik. Salah satu langkah yang dapat diambil yaitu menggunakan pendekatan STEAM (*science, technology, arts, and mathematics*). STEAM adalah perpaduan STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) dengan menggabungkan “arts” (seni) dengan maksud untuk meningkatkan partisipasi siswa, kreativitas, inovasi, kemampuan pemecahan masalah, serta berbagai keuntungan kognitif lainnya (Mu'minah, et al. 2020; Liao, 2016). Dengan mengintegrasikan elemen-elemen STEAM dalam multimedia interaktif, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan abad 21. Peserta didik juga dapat belajar mengenai konsep ilmiah dan matematika dengan cara yang lebih menarik dan relevan, serta mengembangkan keterampilan teknologi dan seni (Musdalifa, et al. 2021; Mulder, et al. 2023).

Penerapan *Sains* di STEAM memungkinkan peserta didik untuk fokus pada pemahaman makhluk hidup, lingkungan alam, dan objek, serta meningkatkan keterampilan kolaborasi, eksperimen, dan investigasi. *Technology* terdiri dari aktivitas yang menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan komputasi untuk meningkatkan kemampuan individu dalam memenuhi kebutuhan dan keinginannya. *Engineering* adalah pengetahuan atau keterampilan merancang atau membangun objek untuk memecahkan masalah. *Arts* adalah kemampuan mendesain objek dan mengisinya dengan imajinasi untuk menimbulkan kesan estetika. *Mathematics* memungkinkan peserta didik untuk memecahkan, menyederhanakan, menafsirkan, dan menganalisis informasi. Semua aspek pembelajaran yang dikembangkan dalam pendekatan STEAM dirancang untuk memenuhi kebutuhan peserta didik di era abad ke-21 (Riyanti et al., 2020; Mu'minah, 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sebuah inovasi dalam pembelajaran IPA bagi peserta didik kelas V sekolah dasar sebagai solusi atas kesulitan yang ditemukan guru dan peserta didik khususnya pada peningkatan hasil belajar. Peneliti ingin melakukan sebuah inovasi dengan mengembangkan media pembelajaran IPA pada materi bunyi dan indra pendengaran manusia. Media pembelajaran tersebut menggunakan pendekatan STEAM yang sesuai dengan pendidikan abad ke-21 yang lebih menekankan pembelajaran berbasis proyek. Peneliti

berfokus pada peningkatan hasil belajar pada aspek kognitif pada tingkatan ranah C4-C6 untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Penelitian terdahulu terkait multimedia interaktif yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM oleh Musdalifa & Syuhendri, (2021) yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Berbasis STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa” dengan hasil berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Membantu peserta didik untuk memahami hubungan antara berbagai konsep dan menerapkan pengetahuannya dalam situasi yang lebih kompleks. Peserta didik juga dapat merancang, membuat, dan mempresentasikan proyek dengan cara yang kreatif dan interaktif. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang materi pelajaran, namun mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaborasi (Musdalifa & Syuhendri, 2021).

Penelitian serupa juga diperoleh dari Wulandari & Suryanti, (2021) dengan judul “Pengembangan Aplikasi Multimedia Interaktif dengan Pendekatan STEM pada Materi Gaya dan Gerak untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas IV SD”. Hasilnya menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Selain itu, dengan integrasi pendekatan STEM, alur materi menjadi lebih sistematis dari konsep hingga aplikasi konsep materi. Hal ini mendorong peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik (Wulandari & Suryanti, 2021).

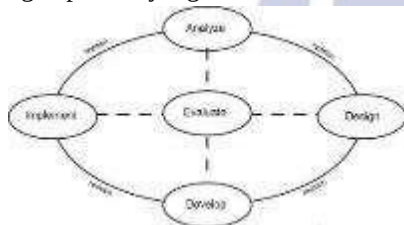
Perbedaan penelitian dibandingkan penelitian yang telah ada yaitu penambahan komponen *art* melalui kegiatan pembuatan alat musik trompet sederhana dari barang di sekitar. Unsur seni yang ditampilkan pada proyek tersebut yaitu seni rupa dan seni musik. Melalui kegiatan tersebut dapat melatih kreativitas dan inovasi peserta didik. Selain itu dilengkapi video animasi pada setiap materi dengan tujuan untuk memvisualisasikan materi tersebut.

Tujuan dari pembuatan multimedia interaktif ini untuk mengatasi permasalahan dan menghadirkan kegiatan pembelajaran yang efektif guna meningkatkan minat dan hasil belajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Multimedia interaktif ini juga memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi pendekatan baru dalam belajar, baik di lingkungan sekolah maupun dalam belajar secara mandiri. Adapun judul penelitian yang diajukan yaitu “Pengembangan Multimedia Interaktif BIRAMA (Bunyi dan Indra Pendengaran Manusia) Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik Kelas V SD”.

METODE

Penelitian yang dilakukan berupa penelitian pengembangan untuk mengembangkan suatu produk dengan menggunakan metode *Research & Development* (R&D). Metode ini merupakan tahapan yang digunakan dalam mengembangkan produk dengan melakukan validasi dan uji coba sehingga dapat dipertanggungjawabkan (Sugiyono, 2022). Produk penelitian yang akan dikembangkan adalah multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM pada materi bunyi dan alat indra manusia.

Model penelitian yang diterapkan yaitu ADDIE. Model pengembangan ADDIE mempunyai tahapan pengembangan yang sistematis yang terstruktur. Alasan peneliti menggunakan model ADDIE karena dalam model pengembangan ADDIE terdapat sisipan evaluasi dan revisi pada setiap tahapannya sehingga dapat menciptakan pengembangan produk yang berkualitas.



Gambar 1. Bagan ADDIE

Sumber: Sugiyono, 2022

Tahap analisis dilakukan untuk mengetahui masalah dan kebutuhan pembelajaran, kurikulum dan materi, serta karakteristik peserta didik. Pada tahap perancangan dilakukan dengan membuat *storyboard* dan instrumen penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pengembangan yaitu membuat produk multimedia interaktif dengan menggunakan *software Articulate Storyline 3* dan apabila produk telah selesai, maka dapat dilanjutkan dengan proses validasi untuk menilai kelayakan produk. Pada tahap selanjutnya yaitu implementasi dengan melakukan uji coba menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas SDN Suko Sidoarjo yang berjumlah 115 orang, dengan sampel dua kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol yang masing-masing berjumlah 28 peserta didik. Waktu penelitian dilaksanakan pada 7 Maret 2024-24 Maret 2024. Tahap terakhir yaitu evaluasi secara menyeluruh terkait proses pengembangan produk. Jika dirasa produk belum layak, maka dapat mengulang tahap yang ada.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan angket, tes, dan observasi. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar validasi media dan materi, angket respon peserta didik dan guru, serta lembar tes hasil belajar. Jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif yang meliputi

data hasil validasi media dan materi, data angket respon pengguna yaitu guru dan peserta didik, serta data tes hasil belajar.

Teknik analisis data dengan menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui kevalidan dan kepraktisan media, sementara statistik inferensial untuk mengetahui keefektifan media. Berikut merupakan rumus analisis data hasil validasi.

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil kemudian diinterpretasikan sesuai tabel berikut.

Tabel 1. Kriteria persentase validasi

Skor	Kategori
0% - 20,99%	Tidak valid
21,00% - 40,99%	Kurang valid
41,00% - 60,99%	Cukup valid
61,00% - 80,99%	Valid
81,00% - 100%	Sangat valid

(Sumber: Nuryadi, *et al.*, 2017)

Hasil angket peserta didik dianalisis menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{skor jawaban "ya" yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Kemudian analisis data hasil respon guru menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Kemudian analisis data hasil respon guru dengan rumus:

Tabel 2. Kriteria persentase hasil angket

Skor	Kategori
0% - 20,99%	Tidak praktis
21,00% - 40,99%	Kurang praktis
41,00% - 60,99%	Cukup praktis
61,00% - 80,99%	Praktis
81,00% - 100%	Sangat praktis

(Sumber: Nuryadi, *et al.*, 2017)

Perolehan hasil belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dihitung menggunakan N-Gain untuk mengetahui peningkatannya.

$$g = \frac{\text{skor posttest-skor pretest}}{100-\text{skor pretest}}$$

Hasil N-Gain dapat dikategorikan sebagai berikut.

Tabel 3. Kriteria N-Gain

N-Gain Skor	Kategori
$g > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

(Sumber: Nuryadi, *et al.*, 2017)

Kemudian hasil rata-rata N-Gain kedua kelas tersebut dianalisis menggunakan uji *independent samples t-test* untuk mengetahui perbedaannya. Namun harus melalui uji normalitas dan homogenitas. Dasar pengambilan keputusan yang digunakan pada uji

independent samples t-test yaitu H_0 ditolak jika nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 dan H_0 diterima jika nilai Sig. (2-tailed) $\geq 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menghasilkan sebuah produk yaitu multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM materi bunyi dan indra pendengaran manusia.

Tabel 4. Hasil pengembangan

Tampilan	Keterangan
	Halaman menu
	Petunjuk penggunaan
	Capaian pembelajaran
	Pilihan materi
	Penjelasan materi gelombang bunyi
	Penjelasan materi indra pendengaran manusia
	Video animasi penjelasan materi
	Proyek STEAM

Tampilan	Keterangan
	Quiz
	Peta konsep materi
	Rangkuman materi
	Daftar rujukan

Validator ahli media dan materi merupakan dosen jurusan Pendidikan Guru Sekolah Dasar, FIP UNESA. Validasi yang dilakukan mengacu pada instrumen yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan hasil validasi.

Tabel 5. Hasil validasi media

Hasil Validasi Media			
No	Aspek Kelayakan	Skor Maksimal	Perolehan Skor Validasi
1	Desain tampilan	35	33
2	Tulisan	10	9
3	Audio dan video	15	13
4	Efektivitas	15	14
Total skor maksimal media			75
Total skor validasi media			69
Persentase skor validasi media			92%
Kriteria persentase skor validasi media			Sangat valid

Tabel 6. Hasil validasi materi

Hasil Validasi Materi			
No	Aspek Kelayakan	Skor Maksimal	Perolehan Skor Validasi
1	Pembelajaran	15	13
2	Kelayakan materi	30	27
3	Kelayakan kebahasaan	15	15
4	Efektifitas	10	8
Total skor maksimal materi			70
Total skor validasi materi			63
Persentase skor validasi materi			90%
Kriteria persentase skor validasi materi			Sangat valid

Tabel di atas merupakan perolehan hasil validasi media dan materi yang berada pada interval 81,00%-100%, sehingga produk yang dikembangkan sangat valid. Validator juga memberikan saran dan masukan untuk memaksimalkan produk. Berikut merupakan hasil revisi yang telah dilakukan.

Tabel 7. Hasil revisi

Revisi Ahli Media	
Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Tidak ada	
Catatan: menambahkan petunjuk penggunaan media	
	
Catatan: mengganti warna pada tulisan pilihan sub materi dan nomor soal	
Tidak ada	
Catatan: menambah kolom input nama anggota kelompok	
Revisi Ahli Materi	
Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	
Catatan: mengganti susunan tombol menu sesuai dengan urutan langkah penggunaan	
Tidak ada	
Catatan: menambahkan contoh pada video animasi sesuai materi	
	
Catatan: manfaat bunyi mengambil contoh di dekat peserta didik	

Revisi Ahli Materi	
Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Tidak ada	
Catatan: menambahkan alur mekanisme manusia mendengar	
	
Catatan: pada proyek ditambahkan panduan mengerjakan proyek	

Multimedia interaktif BIRAMA sangat cocok untuk digunakan dalam proses pembelajaran karena membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Dalam hal isi muatan pelajaran, materi yang disajikan sangat menarik dan bahasa yang digunakan dalam penyampaian juga sangat baik. Kelebihan multimedia interaktif ini terletak pada kesesuaian isi dan cara penyajian materi pembelajaran yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM, sehingga peserta didik dapat membuat proyek konkret. Mengingat peserta didik kelas V SD berada pada tahap operasional konkret, penyajian materi pembelajaran IPA yang bersifat abstrak akan lebih mudah dipahami jika disajikan secara konkret, menarik, interaktif, dan memotivasi. Penyesuaian ini bertujuan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disajikan (Husein., *et al.* 2017; Mawarni & Muhtadi, 2017).

Kegiatan dilanjutkan dengan melakukan uji coba produk untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan. Berikut merupakan hasil angket respon 28 peserta didik pada kelas eksperimen.

Tabel 6. Hasil angket peserta didik

No	Aspek Kelayakan	Presentase Kepraktisan	Kriteria
1	Proses pembelajaran IPA	95%	Sangat praktis
2	Tampilan media	88,69%	Sangat praktis
3	Keterampilan yang dilatihkan	91,67%	Sangat praktis
Rata-rata		91,58%	Sangat praktis

Peserta didik tidak hanya mengisi angket, namun juga memberikan tanggapan terkait produk yang dikembangkan. Peserta didik menyatakan bahwa media

yang dikembangkan dapat membuat mereka menjadi senang untuk belajar karena terdapat video, gambar, kuis, serta rekayasa proyek STEAM. Hal tersebut sejalan dengan fungsi media berbasis teknologi yaitu memotivasi serta meningkatkan perhatian peserta didik selama proses pembelajaran (Egok & Hanjani, 2018; Hasan, *et al.* 2021). Penilaian paling tinggi didapatkan pada pertanyaan “Apakah kamu tertarik untuk melakukan kegiatan percobaan rekayasa proyek?” dengan total presentase sebanyak 100% dari 28 peserta didik. Hal tersebut menunjukkan bahwa pendekatan STEAM mampu menarik minat peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Pernyataan ini sejalan dengan temuan Sari, (2023) menyatakan bahwa pembelajaran STEAM dapat meningkatkan minat belajar peserta didik dan meningkatkan kemampuan berpikir kritisnya. Selain itu persentase pertanyaan tertinggi juga diperoleh pada pertanyaan “Apakah kamu senang dan tertarik mempelajari materi bunyi dan indra pendengaran manusia?; Apakah kamu merasa terlatih untuk membuat ide baru?” dengan total persentase sebanyak 96,43%. Hal tersebut tercermin pada kegiatan implementasi bahwa peserta didik pada kelas eksperimen sangat antusias mengikuti kegiatan pembelajaran. Melalui penggunaan multimedia interaktif selama proses pembelajaran akan memberikan pengalaman yang bermakna serta mampu menarik perhatian peserta didik (Egok & Hanjani, 2018); (Hasan, *et al.* 2021).

Perolehan persentase paling rendah terdapat pada pertanyaan “Apakah jenis dan ukuran tulisan sudah jelas?” dengan presentase rata-rata sebanyak 82,14% dari 28 peserta didik. Hal tersebut selaras dari hasil implementasi pada kegiatan pembelajaran bahwa multimedia interaktif BIRAMA ketika dioperasikan menggunakan gawai membuat ukuran tulisan menjadi relatif kecil, namun permasalahan tersebut dapat diatasi karena tampilan multimedia interaktif BIRAMA data diperbesar secara manual oleh pengguna.

Kepraktisan juga diperoleh melalui angket guru. Berikut merupakan hasil rekapitulasi angket guru pada kelas eksperimen.

Tabel 7. Hasil angket guru

No	Aspek Kelayakan	Presentase Kepraktisan	Kriteria
1	Tampilan	93,33%	Sangat praktis
2	Konsep	86,67%	Sangat praktis
3	Penggunaan	93,33%	Sangat praktis
4	Interaksi	90%	Sangat Praktis
Rata-rata		90,9%	Sangat praktis

Selain memberikan penilaian, guru juga memberikan masukan dan saran yaitu media yang telah dikembangkan sudah baik. Materi yang tersedia membantu peserta didik untuk belajar, sehingga tidak perlu adanya perbaikan. Tabel di atas menunjukkan bahwa perolehan hasil angket respon berada pada interval 81,00%-100%, sehingga produk yang dikembangkan sangat praktis. Kepraktisan media yang dikembangkan tergantung pada pendapat pendidik dan peserta didik yang berpendapat bahwa produk mudah digunakan dan manfaat yang diperoleh dari produk yang dikembangkan. (Riva'i, *et al.*, 2020).

Pada tahap uji coba juga mendapatkan hasil belajar untuk menentukan keefektifan media. Berikut merupakan hasil belajar pada kedua kelas.

Tabel 8. Hasil Belajar

Rata-Rata	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
<i>Pretest</i>	50,11	50,14
<i>Posttest</i>	86,75	67,5
N-Gain	0,72	0,33

Data yang tersaji dalam tabel jelas menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,72 yang termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,33 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal yang sangat kontras ini menunjukkan adanya disparitas yang signifikan dalam peningkatan hasil belajar antara kedua kelompok. Untuk mengetahui pengaruh terhadap hasil belajar dapat diperoleh melalui *uji independent samples t-test*. Namun harus melalui uji prasyarat yaitu normalitas dan homogenitas.

Setelah dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk diketahui bahwa data N-Gain kelas eksperimen memberikan hasil sebesar 0,83, sedangkan kelas kontrol memperoleh hasil sebesar 0,484. Temuan ini menunjukkan bahwa data N-Gain kedua kelas mengikuti distribusi normal, karena nilai signifikansinya melebihi nilai tingkat signifikansinya. Kemudian dilakukan uji homogenitas dan nilai signifikansi data N-Gain kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar 0,498 dengan nilai sig. > 0,05 sehingga dapat diartikan kedua kategori mempunyai kemampuan yang homogen.

Jika data sudah dinyatakan normal dan homogen, maka dapat dilanjutkan ke uji hipotesis (uji t). Uji hipotesis yang digunakan dalam perhitungan nilai ini adalah Independent Sample t-Test. Berdasarkan hasil uji analisis N-Gain diperoleh nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$. Selain itu diperoleh juga nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ sebesar $8,712 > 2,006$. Berdasarkan data tersebut terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan multimedia interaktif BIRAMA terhadap hasil belajar peserta didik.

Hal tersebut terjadi karena penggunaan multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM pada pembelajaran di kelas eksperimen. Multimedia interaktif

BIRAMA disusun dengan menggabungkan berbagai komponen seperti teks, video, suara, dan gambar sehingga peserta didik dengan mudah memahami materi bunyi dan indra pendengaran manusia. Pembelajaran menggunakan multimedia interaktif memiliki potensi untuk meningkatkan keterlibatan dan minat peserta didik terhadap materi yang dipelajari, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan hasil belajar. Pemanfaatan media berbasis teknologi ini sejalan dengan fungsinya dalam memotivasi serta meningkatkan perhatian peserta didik selama proses pembelajaran (Egok & Hanjani, 2018; Hasan, *et al.* 2021).

Multimedia interaktif mampu menarik perhatian peserta didik karena konten yang disajikan lebih hidup dan interaktif (Indrawan, *et al.*, 2020). Dalam pengembangan multimedia interaktif, materi IPA yang sulit disampaikan melalui ilustrasi dan animasi menarik yang cocok untuk peserta didik SD. Dengan hal ini, peserta didik tidak perlu membaca teks yang membosankan sehingga menghindari kejenuhan. Animasi juga meningkatkan retensi peserta didik terhadap materi karena penjelasannya didukung oleh gambar dan animasi yang memotivasi peserta didik dalam belajar (Awalia., *et al.* 2019; Ompi., *et al.* 2020).

Selain itu, melalui integrasi pendekatan STEAM, alur materi menjadi semakin sistematis dari konsep menuju aplikasi konsep materi, sehingga mendorong peningkatan hasil belajar peserta didik. Pendekatan STEAM merupakan metode yang sangat tepat untuk diterapkan kepada peserta didik sekolah dasar karena pembelajarannya bersifat holistik, serta memadukan unsur-unsur sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika (Aldemir. *et al.* 2017). Kelima disiplin ilmu tersebut telah diintegrasikan menjadi suatu pendekatan pendidikan yang komprehensif, mencerminkan upaya pemecahan masalah melalui pengalaman belajar abad ke-21 (Egok & Hanjani, 2018; Mu'minah, *et al.* 2020).

Hal tersebut dapat dilihat dari sintaks pendekatan STEAM-PJBL yang meliputi *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication* (Adriyawati, *et al.* 2020; Sari, 2021). Pada tahap *reflection*, peserta didik mengamati permasalahan yang disajikan oleh guru dapat melalui tayangan video maupun uraian cerita. Kemudian peserta didik mengidentifikasi dan menganalisis masalah untuk mencari penyebab dan solusi yang efektif. Pada multimedia interaktif BIRAMA disajikan sebuah masalah terkait perayaan tahun baru yang identik dengan trompet. Peserta didik akan mencari penyebab masalah dan solusi yang efektif. Pada tahap ini dapat melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*).

Pada tahap *research* memfasilitasi peserta didik mengambil bentuk penelitian, meneliti konsep sains, memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan. Pada multimedia interaktif BIRAMA disajikan sebuah cerita yang berkaitan dengan proyek, peserta didik akan menganalisis kaitan proyek dengan materi yang dipelajari. Melalui tahap ini, aspek *science* pada pendekatan STEAM dapat terlihat karena peserta didik akan menjawab pertanyaan yang diajukan mengenai hubungan proyek terhadap materi yang telah dipelajari.

Pada tahap *discovery* peserta didik akan menyusun rencana untuk membuat proyek untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan. Rencana yang dapat disusun berupa prosedur pembuatan, alat dan bahan, dan cara kerja proyek. Pada multimedia interaktif BIRAMA disajikan contoh proyek dan tambahan kegiatan yaitu dengan membuat desain proyek sehingga melatih keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*) peserta didik. Melalui tahap ini juga akan tercermin aspek *engineering* dan *art*.

Pada tahap *application* peserta didik akan membuat proyek dengan mengandung unsur STEAM. Pada tahap *application* memuat aspek *engineering*, *mathematics*, *technology*, dan *art*. Aspek *engineering* dapat dilihat ketika peserta didik membuat trompet sederhana melalui informasi dan rencana yang telah didapat. Aspek *mathematics* dilihat ketika peserta didik mengukur diameter pipa serta mengukur *styrofoam* yang akan digunakan sebagai tempat peletakan trompet. Ketika peserta didik menonton video pembuatan yang disediakan maka aspek *technology* dapat dimunculkan. Aspek *art* dibuktikan saat ketika membuat tempat peletakan proyek agar terlihat lebih indah dan menghiasnya sesuai dengan kreativitas, selain itu peserta didik dapat mencoba membunyikan trompet yang telah dibuat sebagai implementasi alat musik. Pada tahap ini dapat melatih keterampilan kolaborasi (*collaboration*) yang dimiliki oleh peserta didik, karena kegiatan tersebut dilakukan secara berkelompok.

Pada tahap *communication* peserta didik akan menyajikan hasil proyek dan berusaha memberikan pendapat serta menanyakan persoalan. Peserta didik akan menyajikan hasil proyek trompet sederhana di depan kelas. Selain itu, hasil proyek peserta didik menggunakan diameter pipa yang berbeda, sehingga peserta didik dapat mengamati hasil bunyi yang dihasilkan dari proyek yang dihasilkan oleh kelompok lain. Pada tahap ini akan tercermin aspek *science* karena peserta didik akan mengaitkan hasil proyek dengan materi pembelajaran. Peserta didik juga dapat memberikan pendapat dan menanyakan persoalan yang dirasa kurang dimengerti.

Pada tahap ini dapat melatih keterampilan komunikasi (*communication*) dan berpikir kritis (*critical thinking*) yang dimiliki oleh peserta didik.

Penggunaan metode STEAM dapat menjadikan kegiatan pembelajaran yang berlangsung menjadi lebih menarik dan menantang peserta didik untuk bereksresi dan berkreasi sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar. Peserta didik juga dapat merancang, membuat, dan mempresentasikan proyek dengan cara yang kreatif dan interaktif. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang materi pelajaran, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi (Musdalifa & Syuhendri, 2021). Penggabungan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEAM berpeluang meningkatkan hasil belajar dan keterampilan abad 21 (Hartati, *et al.*, 2023; Kaffah, *et al.* 2023).

Aktivitas pada saat pembelajaran di kelas eksperimen yang menggunakan multimedia interaktif BIRAMA ini juga lebih interaktif daripada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran secara konvensional. Pembelajaran pada kelas eksperimen lebih berpusat pada peserta didik, sedangkan pada kelas kontrol masih berpusat pada guru sebagai sumber belajar. Dengan memanfaatkan multimedia interaktif, penyampaian materi ajar menjadi lebih mudah dan terperinci. Penggunaan media ini mampu mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indra sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif (Hasan, *et al.* 2021; Surjono, 2017). Peserta didik dapat menyesuaikan kemampuan belajar masing-masing individu dengan mengoperasikan konten secara mandiri (Fikri dan Madona, 2018).

Berdasarkan uraian di atas bahwa hasil pengembangan multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM pada materi bunyi dan indra pendengaran manusia untuk kelas V Sekolah Dasar dapat dikatakan valid, praktis, dan efektif mengacu pada hasil yang diperoleh. Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Musdalifa, *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan hasil belajar karena peserta didik akan lebih aktif dalam proses pembelajaran. Penggabungan penggunaan multimedia interaktif dengan metode STEM dapat meningkatkan efektivitas dan mencapai tujuan pembelajaran. Pandangan serupa juga diungkapkan oleh Anggraeni dan Suryanti (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan multimedia interaktif dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal ini disebabkan karena multimedia interaktif dalam memberikan rangsangan yang efektif untuk pembelajaran, serta tampilannya yang menarik mampu menarik perhatian peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil validasi multimedia interaktif BIRAMA memperoleh persentase 92% pada validasi media dan 90% pada validasi materi. Kedua persentase hasil validasi tersebut berada pada kriteria sangat valid. Kemudian berdasarkan hasil angket respon peserta didik dan guru pada kelas eksperimen setelah menggunakan multimedia interaktif. Perolehan hasil persentase pada angket respon peserta didik sebesar 91,58% dan perolehan hasil persentase pada angket respon guru sebesar 90,9%. Dari perolehan persentase angket respon peserta didik dan guru, maka keduanya berada pada kriteria sangat praktis. Ketuntasan hasil belajar setelah menggunakan multimedia interaktif BIRAMA sebesar 92,86% tuntas dan termasuk pada kategori sangat baik. Peningkatan hasil belajar diperoleh dari hasil perhitungan N-Gain yang memperoleh hasil pada kelas eksperimen sebesar 0,72 dan termasuk pada kategori tinggi. Pengaruh terhadap hasil belajar diperoleh melalui uji *independent samples t-test* yang memperoleh nilai sig (2-tailed) sebesar $0.000 < 0,05$. Selain itu diperoleh juga nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ sebesar $8,712 > 2,006$. Dengan demikian H_0 ditolak dan H_a diterima, serta diketahui adanya pengaruh multimedia terhadap peningkatan hasil belajar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan multimedia interaktif BIRAMA dengan pendekatan STEAM pada materi bunyi dan indra pendengaran manusia, maka terdapat saran sebagai berikut. 1) Manajemen waktu yang baik dan langkah sistematis pada tahap STEAM perlu diperhatikan untuk mencapai pelaksanaan pembelajaran yang maksimal. 2) Mengingat urgensi penggunaan pendekatan STEAM untuk inovasi konten pembelajaran serta respon positif guru dan peserta didik terhadap multimedia interaktif BIRAMA, maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan media serupa pada materi yang lain. 3) Multimedia interaktif BIRAMA telah terbukti layak digunakan, sehingga para pendidik dan peserta didik dapat secara konsisten memanfaatkan media ini sebagai sarana pembelajaran alternatif baik untuk pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran jarak jauh di rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, K., & Hamami, T. (2021). Pengembangan Kurikulum Menghadapi Tuntutan Kompetensi Abad Ke 21 Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Islam Al-Ilmi*, 4(1).
- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). Steam-project-based learning integration to

- improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863-1873.
- Aldemir, J., & Kermani, H. (2017). Integrated STEM curriculum: improving educational outcomes for Head Start children. *Early Child Development and Care*, 187(11), 1694-1706.
- Anggraeni, T. N. & Suryanti. (2023). Pengembangan Multimedia Interaktif "Malaya" Berbasis Articulate Storyline Materi Sistem Tata Surya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VI SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(2), 414-427.
- Auliaty, Y., Iasha, V., & Siregar, Y. E. Y. (2021). Development of QR code-based learning multimedia to improve literature of elementary school students. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 8(11), 359-369.
- Awalia, I., Pamungkas, A. S., & Alamsyah, T. P. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Animasi Powtoon pada Mata Pelajaran Matematika di Kelas IV SD. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/kreano.v10i1.18534>.
- Dwici, G. C. S., Sudatha, I. G. W., & Sukmana, A. I. W. I. Y. (2020). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif mata pelajaran IPA untuk siswa SD kelas V. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(2), 33-48.
- Egok, A. S., & Hajani, T. J. (2018). Pengembangan Multimedia Interaktif pada Pembelajaran IPA bagi Siswa Sekolah Dasar Kota Lubuklinggau. *Journal of Elementary School (JOES)*, 1(2), 141-157. <https://doi.org/10.31539/joes.v1i2.446>.
- Fikri, H. & Madona, A. S. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif*. Bantul: Penerbit Samudra Biru.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
- Hartati, M. S., Rahayu, I., & Kashardi, K. (2023). Critical Thinking Ability Using STEAM-Based PBL Learning at Junior High School Students. *Cendikia: Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 14(2), 75-81.
- Hasan, M., et al., (2021). *Media Pembelajaran*. Klaten: Tahta Media Group.
- Husein, S., Herayanti, L., & Gunawan, G. (2017). Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(3), 221-225. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v1i3.262>.
- Indrawan, I. dkk. (2020). *Media Pembelajaran Berbasis Multimedia*. Banyumas: Penerbit CV.Pena Perkasa.
- Indria, A. (2020). *Multiple intelligence*. Jurnal Kajian Dan Pengembangan Umat, 3(1).
- Iskandar, D., Zuwerni, Z., & Sofyan, S. (2022). Pengembangan E-Modul Pelatihan Aplikasi Google Workspace For Education Untuk Penguatan Kompetensi Literasi Digital Guru MTs. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 1005-1018.
- Julianto, et al. (2019). *Konsep IPA Lanjut*. Sidoarjo: Zifatama Jawara.
- Kaffah, W. D., Erlin, E., & Rusyana, A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEAM Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 4(3).
- Kismiati, D. A. (2020). Pengembangan Media Evaluasi Hearsmon Berbasis SEL (Social Emotional Learning) dalam Pembelajaran IPA Materi Sistem Pendengaran Bagi Siswa SD. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(01), 1. <https://doi.org/10.30742/tpd.v2i01.848>.
- Kumala, F. N. (2016). *Pembelajaran IPA SD*. Malang: Penerbit Edii Infografika.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *ART education*, 69(6), 44-49.
- Mardiyah, F. F., Saridewi, N., & Bahriah, E. S. (2021). *Chemistry Teachers' Perceptions on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education*. Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA, 7(2), 193-215.
- Mawarni, & Muhtadi. (2017). Pengembangan Buku Digital Interaktif Mata kuliah Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Untuk Mahasiswa Teknologi Pendidikan. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jitp.v4i1.10114>.
- Mudyahardjo, R. (2014). *Introduction to Education*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Mu'minah, I. H. (2021, October). Studi Literatur: Pembelajaran Abad-21 Melalui Pendekatan Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Dalam Menyongsong Era Society 5.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 3, pp. 584-594).
- Musdalifa, N., & Syuhendri, S. (2021). Pengaruh penggunaan multimedia interaktif berbasis STEM terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 73-84.
- Nahdi, D. S., Yonanda, D. A., & Agustin, N. F. (2018). Upaya meningkatkan pemahaman konsep siswa melalui penerapan metode demonstrasi pada mata pelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 4(2), 9-16.

- Nata, I. K. W., & Putra, D. K. N. S. (2021). Media Pembelajaran Multimedia Interaktif pada Muatan IPA Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 227-237.
- Nurhayati, E., Andayani, Y., & Hakim, A. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis STEM Dengan Pendekatan Etnosains. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 106-112. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2768>.
- Nuryadi, dkk. (2017). *Dasar-Dasar Statistika Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Ompi, Sompie, & Sugiarto. (2020). Video animasi interaktif 3d dampak penggunaan gadget pada anak sekolah dasar tingkat awal. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jtek.9.2.2020.29717>.
- Partono, P., Wardhani, H. N., Setyowati, N. I., Tsalitsa, A., & Putri, S. N. (2021). Strategi meningkatkan kompetensi 4C (critical thinking, creativity, communication, & collaborative). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 14(1), 41-52.
- Prasasti, P. & Listiani, I. (2019). *Pengembangan Pembelajaran Sains SD*. Madiun: UNIPMA Press.
- Puspa, C. I. S., Rahayu, D. N. O., & Parhan, M. (2023). Transformasi pendidikan abad 21 dalam merealisasikan sumber daya manusia unggul menuju indonesia emas 2045. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 3309-3321.
- Rachmawati, D., Sudarmin, S., & Dewi, N. R. (2015). Efektivitas problem based learning (pbl) pada tema bunyi dan pendengaran berbantuan alat peraga tiga dimensi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa smp. *Unnes Science Education Journal*, 4(3).
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Kurniawan, D. T. (2023). Karakteristik Keterampilan Guru Abad 21. *Caruban: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dasar*, 6(1), 89-102.
- Ramdani, Z. (2018). Kolaborasi antara kepala sekolah, guru dan siswa dalam menciptakan sistem pendidikan yang berkualitas. In *National Conference on Educational Assessment and Policy*.
- Riva'i, Z., Ayuningtyas, N., & Dhany, A. F. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi android pada materi himpunan kelas. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(2).
- Rinjani, N. D., Zunaidah, F. N., & Wahyudi, W. (2023, August). Pengembangan Modul Berbasis STEM Materi Bunyi dan Indera Pendengaran untuk Kelas 4 SD. In *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar Nasional Pendidikan dan Pembelajaran)* (Vol. 6, pp. 826-835).
- Riyanti, E., D., Roshayati, F., & Purnamasari, V. (2020). The Profile of Elementary Teachers Understanding in STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Approach. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(4), 678-686.
- Rohmah, F. N., & Bukhori, I. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Korespondensi Berbasis Android Menggunakan Articulate Storyline 3. *Ecoducation: Economic and Education Journal*, 2(2), 169-182.
- Sari, P. K. (2021). *STEAM (Sains, Teknologi, Engineering, Art, and Mathematics) Berbasis Project Based Learning*. Tangerang Selatan: UM Jakarta Press.
- Sari, L. E. (2023). Penerapan Pembelajaran STEAM Untuk Meningkatkan Minat Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 10(3), 530-543.
- Sugiyono, P. D. (2022). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. Bandung: CV Alfabeta.
- Surjono, H. D., Muhtadi, A., & Wahyuningsih, D. (2017). The implementation of blended learning in multimedia courses for undergraduate students in Indonesia. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(10), 783-786.
- Wulandari, D. U., & Suryanti. (2021). Pengembangan Aplikasi Multimedia Interaktif dengan Pendekatan STEM pada Materi Gaya dan Gerak untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(04), 2227-2241.
- Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1), 75-82. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.409>.