Best Practice

Pengembangan Media Pembelajaran Papan Sifat Cahaya Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas V Sekolah Dasar

Harris Widiyatno[1], Ulfah Rika Yunita[2], Nila Aqidatun Ni'mah[3]

Abstrak Pembelajaran IPA tentang sifat cahaya di sekolah dasar sering menghadapi kendala karena konsep yang abstrak dan keterbatasan media pembelajaran yang memungkinkan siswa mengalami pengalaman langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran papan sifat cahaya yang dapat membantu siswa memahami enam sifat cahaya melalui pengalaman konkret dan pengamatan langsung. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model ADDIE yang melibatkan tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi di salah satu sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media papan sifat cahaya efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sifat cahaya, meskipun masih ditemukan beberapa miskonsepsi pada indikator pembiasan (30%), spektrum warna (23%), dan pemantulan (30%) yang memerlukan perbaikan pada aspek visual dan petunjuk penggunaan media. Penelitian ini merekomendasikan penambahan label yang jelas pada setiap ruang percobaan, penguatan dudukan komponen media, dan penyediaan panduan visual yang lebih eksplisit untuk meminimalkan kekeliruan penggunaan media oleh siswa.

Kata Kunci ADDIE, media pembelajaran, *miskonsepsi*, sekolah dasar, sifat cahaya

Abstract *Science learning about the properties of light in elementary schools often faces obstacles due to abstract concepts and limited learning media that allow students to have direct experiences. This study aims to develop a light properties board learning media that can help students understand the six properties of light through concrete experiences and direct observation. The research method used is Research and Development with the ADDIE model, which involves the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation in one elementary school. The results show that the light properties board media is effective in improving students' understanding of the concept of light properties, although several misconceptions were still found regarding refraction indicators (30%), color spectrum (23%), and reflection (30%), which require improvements in the visual aspects and instructions for using the media. This study recommends adding clear labels to each experimental room, strengthening the media component mounting, and providing more explicit visual guidance to minimize student errors in media use.*

Keywords *ADDIE, learning media, misconceptions, elementary school, properties of light*

[1] Universitas PGRI Semarang, Karangawen, Demak, Indonesia, harriswidiyatno@gmail.com

[2] Universitas PGRI Semarang, Karangawen, Demak, Indonesia, ulfahrikayiniti@gmail.com

[3] Universitas PGRI Semarang, Singorojo, Kendal, Indonesia, nimahnila150@gmail.com

♥ *Author(s), licensed under CC-BY-NC*

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar memiliki peran penting dalam membangun pemahaman siswa tentang fenomena alam di sekitar mereka. Salah satu materi yang dianggap abstrak adalah konsep sifat cahaya yang mencakup cahaya merambat lurus, dapat dipantulkan, dibiaskan, diuraikan, menembus benda bening, dan membentuk bayangan. Penelitian menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar cenderung kesulitan memahami konsep cahaya karena sifatnya yang tidak dapat dipegang dan hanya dapat diamati melalui fenomena yang ditimbulkannya (Selley, 1996; Bendall et al., 1993). Keterbatasan pengalaman langsung membuat siswa mengandalkan hafalan tanpa pemahaman konseptual yang mendalam. Akibatnya, miskonsepsi tentang sifat cahaya sering muncul dan bertahan hingga jenjang pendidikan yang lebih tinggi (Galili & Hazan, 2000).

Permasalahan konten pembelajaran sifat cahaya telah banyak diidentifikasi oleh peneliti sebelumnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar mengalami kesulitan membedakan antara pemantulan dan pembiasan cahaya karena kedua fenomena tersebut melibatkan perubahan arah cahaya (Langley et al., 1997). Penelitian Feher dan Rice (1988) menemukan bahwa siswa menganggap bayangan adalah bagian dari benda, bukan hasil dari terhalangnya cahaya oleh benda tersebut. Miskonsepsi lain yang umum adalah anggapan bahwa cahaya putih tidak memiliki warna, padahal cahaya putih sebenarnya tersusun dari spektrum warna yang dapat terurai melalui prisma atau permukaan reflektif (Osborne et al., 1993). Kesulitan memahami pembiasan juga terlihat ketika siswa mengira pensil benar-benar bengkok saat dimasukkan ke dalam air, bukan hanya terlihat bengkok karena perubahan arah cahaya (Tao & Gunstone, 1999). Permasalahan konseptual ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih konkret dan berbasis pengalaman langsung.

Dari segi teknologi pembelajaran, keterbatasan media yang tersedia di sekolah menjadi kendala utama dalam pembelajaran sifat cahaya. Sebagian besar sekolah dasar hanya mengandalkan gambar di buku teks atau demonstrasi sederhana yang tidak memungkinkan semua siswa terlibat aktif dalam eksplorasi (Widodo, 2017). Media yang ada sering kali tidak terintegrasi, sehingga guru harus menyiapkan alat-alat terpisah untuk setiap percobaan, yang memakan waktu dan mengurangi efisiensi pembelajaran (Arsyad, 2019). Teknologi media pembelajaran yang ideal seharusnya memungkinkan siswa untuk melakukan pengamatan berulang, memanipulasi variabel, dan melihat hasil secara langsung dalam satu sistem yang terintegrasi. Penelitian tentang penggunaan media konkret dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa media hands-on dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa secara signifikan (Zacharia & Olympiou, 2011; Klahr et al., 2007). Namun, masih sedikit media pembelajaran yang dirancang khusus untuk mengajarkan semua sifat cahaya secara komprehensif dalam satu alat yang portabel dan mudah digunakan di kelas.

Dari perspektif kebutuhan pengguna, baik guru maupun siswa memerlukan media yang praktis dan efektif. Guru membutuhkan media yang mudah dioperasikan, tidak memerlukan persiapan yang rumit, dan dapat digunakan dalam pembelajaran kelompok maupun klasikal (Prastowo, 2018). Siswa memerlukan media yang menarik, memungkinkan mereka untuk bereksperimen sendiri, dan memberikan hasil yang jelas sehingga mereka dapat mengonstruksi pemahaman mereka sendiri tentang konsep sifat cahaya sesuai dengan teori konstruktivisme Piaget yang menekankan pentingnya pengalaman konkret pada tahap operasional konkret (Piaget, 1970). Wawancara awal dengan guru menunjukkan bahwa mereka mengalami kesulitan dalam menjelaskan

konsep abstrak seperti pembiasan dan penguraian cahaya tanpa alat bantu visual yang memadai. Siswa juga mengungkapkan bahwa mereka lebih tertarik belajar ketika dapat melihat dan mencoba sendiri daripada hanya mendengarkan penjelasan guru. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang memenuhi kebutuhan kedua pihak menjadi sangat penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan media untuk pembelajaran sifat cahaya dengan pendekatan yang beragam. Sulistyowati (2019) menggunakan kit percobaan sederhana dengan senter dan cermin untuk mengajarkan pemantulan cahaya kepada siswa sekolah dasar dan menemukan peningkatan pemahaman sebesar 35%. Penelitian Hwang dan Hu (2013) mengembangkan media berbasis virtual reality untuk mendemonstrasikan jalur cahaya dalam berbagai medium, meskipun media ini memerlukan perangkat teknologi yang tidak selalu tersedia di semua sekolah. Prasetyo (2020) menggunakan kotak percobaan cahaya (light box) yang memungkinkan siswa melihat jalur cahaya dalam ruang gelap, namun media ini biasanya hanya fokus pada satu atau dua sifat cahaya saja. Rahmawati (2021) mengembangkan media kit IPA yang terpisah-pisah untuk setiap konsep sifat cahaya, yang memerlukan waktu setup yang lama. Pengembangan media papan sifat cahaya yang mengintegrasikan semua konsep dalam satu sistem putar merupakan inovasi yang menjawab keterbatasan media-media sebelumnya. Media ini dirancang dengan enam sekat berbeda yang masing-masing mendemonstrasikan satu sifat cahaya, memungkinkan pembelajaran yang sistematis dan komprehensif dalam satu sesi pembelajaran.

Berdasarkan permasalahan dan analisis kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran papan sifat cahaya dengan konten enam sifat cahaya (merambat lurus, pembiasan, pemantulan, penguraian, menembus benda bening, dan pembentukan bayangan) yang dapat memfasilitasi siswa sekolah dasar dalam memahami konsep sifat cahaya melalui pengalaman langsung dan pengamatan konkret menggunakan model pengembangan ADDIE.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Model ADDIE dipilih karena sifatnya yang sistematis dan fleksibel, memungkinkan perbaikan pada setiap tahap berdasarkan *feedback* yang diperoleh. Penelitian dilaksanakan di salah satu sekolah dasar dengan melibatkan satu orang guru kelas dan 30 siswa sebagai subjek penelitian.

1. Tahap *Analysis* (Analisis)

   Pada tahap analisis, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran melalui wawancara dengan guru dan observasi kondisi pembelajaran di kelas. Wawancara pertama dengan guru dilakukan pada minggu pertama bulan Desember 2025 dengan durasi sekitar 30 menit. Pertanyaan wawancara mencakup: (1) Apa saja kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi sifat cahaya? (2) Media apa saja yang selama ini digunakan dalam mengajarkan sifat cahaya? (3) Apa kendala yang dihadapi dalam penggunaan media yang ada? (4) Bagaimana karakteristik belajar siswa di kelas ini? (5) Apa harapan guru terhadap media pembelajaran yang ideal untuk materi sifat cahaya?.

   Hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami konsep abstrak seperti pembiasan dan penguraian cahaya. Guru hanya menggunakan gambar di buku teks dan demonstrasi sederhana menggunakan senter dan cermin

yang dimiliki sekolah. Kendala utama adalah keterbatasan alat percobaan yang membuat tidak semua siswa dapat terlibat aktif dalam pembelajaran. Karakteristik siswa di kelas ini adalah aktif dan antusias, tetapi memerlukan pengalaman konkret untuk memahami konsep abstrak. Guru mengharapkan media yang mengintegrasikan semua sifat cahaya dalam satu alat yang mudah digunakan dan memungkinkan siswa bereksperimen secara langsung.

Selain wawancara, peneliti juga melakukan analisis kurikulum untuk mengidentifikasi kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang harus dicapai siswa. Analisis dokumen Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang biasa digunakan guru juga dilakukan untuk memahami level kognitif yang ditargetkan. Observasi awal di kelas menunjukkan bahwa ruang kelas memiliki pencahayaan yang cukup dan meja yang dapat diatur untuk pembelajaran kelompok. Dari analisis ini, peneliti menyimpulkan bahwa media yang akan dikembangkan harus portabel, dapat digunakan dalam kelompok kecil, dan mendemonstrasikan keenam sifat cahaya secara jelas dan sistematis.

2. Tahap *Design* (Desain)

Tahap desain dimulai dengan merancang blueprint media papan sifat cahaya berbentuk lingkaran dengan sistem putar yang memiliki enam sekat. Setiap sekat dirancang untuk mendemonstrasikan satu sifat cahaya spesifik: Sekat 1 untuk cahaya merambat lurus menggunakan karton berlubang, Sekat 2 untuk pembentukan bayangan dengan benda dalam berbagai ukuran, Sekat 3 untuk cahaya menembus benda bening menggunakan mika transparan, Sekat 4 untuk pemantulan cahaya menggunakan cermin datar, Sekat 5 untuk penguraian cahaya menggunakan permukaan CD, dan Sekat 6 untuk pembiasan menggunakan gelas berisi air dengan pensil di dalamnya. Desain ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang terstruktur dan komprehensif.

Peneliti juga merancang instrumen penelitian yang terdiri dari pedoman wawancara, lembar observasi, LKPD, dan soal tes. Pedoman wawancara untuk guru berisi pertanyaan tentang pengalaman menggunakan media, kendala yang dihadapi, dan rekomendasi perbaikan. Pedoman wawancara untuk siswa dirancang untuk mengeksplorasi proses berpikir mereka dan mengidentifikasi miskonsepsi yang mungkin muncul. Lembar observasi dirancang untuk mengamati aktivitas siswa saat menggunakan media, termasuk cara mereka mengarahkan cahaya, interaksi antar siswa, dan kesulitan yang dihadapi. LKPD dirancang dengan pertanyaan terbuka yang mendorong siswa mendeskripsikan hasil pengamatan mereka pada setiap percobaan. Soal tes dikembangkan dengan lima indikator yang sesuai dengan enam sifat cahaya yang dipelajari.

Desain media juga mempertimbangkan aspek ergonomi dan keamanan penggunaan oleh siswa sekolah dasar. Ukuran papan dirancang dengan diameter sekitar 60 cm agar cukup besar untuk diamati oleh kelompok siswa tetapi tidak terlalu berat untuk dipindahkan. Material yang digunakan adalah triplek, plastik untuk sekat bening, cermin kecil yang aman, dan CD bekas untuk percobaan spektrum warna. Senter digunakan sebagai sumber cahaya utama karena aman, tidak panas, dan menghasilkan cahaya yang cukup fokus untuk percobaan. Semua komponen dirancang agar mudah diganti jika rusak dan menggunakan bahan yang relatif murah sehingga media dapat direplikasi oleh sekolah lain.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan melibatkan pembuatan prototipe media berdasarkan desain yang telah dibuat. Proses pembuatan dilakukan dengan bantuan tukang kayu

untuk bagian base papan dan peneliti sendiri yang memasang komponen-komponen percobaan di setiap sekat. Setiap sekat dipasang dengan komponen yang sesuai: karton berlubang di sekat 1, benda-benda dengan ukuran berbeda di sekat 2, plastik sebagai benda bening di sekat 3, cermin datar kecil di sekat 4, CD yang direkatkan pada dudukan di sekat 5, dan gelas plastik berisi air dengan pensil di sekat 6. Base papan dibuat dapat berputar dengan bearing sederhana agar siswa dapat dengan mudah berpindah dari satu percobaan ke percobaan lainnya.

Setelah prototipe selesai dibuat, peneliti melakukan uji coba awal untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Uji coba dilakukan dengan menyalakan senter dan mengarahkannya ke setiap sekat untuk memverifikasi bahwa setiap percobaan menunjukkan fenomena yang diharapkan. Beberapa penyesuaian dilakukan pada tahap ini, seperti mengatur posisi cermin agar sudut pantulan terlihat jelas, memastikan CD dipasang pada sudut yang tepat untuk menghasilkan spektrum warna, dan menyesuaikan ketinggian benda pada sekat bayangan agar bayangan terbentuk dengan jelas. Dudukan CD diperkuat dengan lem yang lebih kuat karena pada uji coba awal CD mudah bergeser.

Peneliti juga mengembangkan panduan penggunaan media untuk guru yang berisi langkah-langkah detail cara menggunakan setiap sekat, pertanyaan pemantik yang dapat diajukan pada siswa, dan tips mengatasi masalah teknis yang mungkin muncul. LKPD yang dirancang pada tahap desain juga difinalisasi dengan menambahkan kolom untuk sketsa hasil pengamatan dan pertanyaan reflektif. Soal tes dikembangkan dengan lima indikator: (1) cahaya merambat lurus, (2) cahaya dapat diuraikan menjadi spektrum warna, (3) cahaya dapat dipantulkan, (4) cahaya dapat dibiaskan, dan (5) cahaya dapat menembus benda bening. Setiap indikator diwakili oleh 5 butir soal dengan format uraian.

Validasi media dan instrumen dilakukan oleh ahli media dan ahli materi untuk memastikan kelayakan sebelum diimplementasikan di kelas. Ahli media memberikan masukan tentang kekuatan dudukan komponen dan saran untuk menambahkan label pada setiap sekat agar lebih jelas. Ahli materi memvalidasi kesesuaian percobaan dengan konsep sifat cahaya yang ingin diajarkan dan memastikan tidak ada konsep yang salah atau menyesatkan. Berdasarkan masukan validator, beberapa revisi dilakukan seperti menambahkan papan informasi kecil di tengah media yang menjelaskan nama setiap sekat dan memperkuat sambungan antara base papan dengan sistem putar.

4. Tahap *Implementation* (Implementas

Implementasi media dilakukan di kelas selama satu pertemuan dengan durasi masing-masing 2 x 35 menit. Pada pertemuan pertama, guru memperkenalkan media kepada siswa dan mendemonstrasikan cara menggunakan setiap sekat dengan bimbingan peneliti. Siswa dibagi menjadi 6 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 siswa, dan setiap kelompok mendapat kesempatan untuk menggunakan media secara bergiliran. Pembelajaran diawali dengan pertanyaan pemantik tentang pengalaman siswa dengan cahaya dalam kehidupan sehari-hari, kemudian dilanjutkan dengan eksplorasi setiap sekat secara sistematis dari sekat 1 hingga sekat 6.

Pada setiap sekat, siswa diminta untuk menyalakan senter, mengarahkan cahaya sesuai instruksi di LKPD, dan mengamati fenomena yang terjadi. Guru memberikan bimbingan minimal dan lebih banyak mengajukan pertanyaan pengarah untuk mendorong siswa mengonstruksi pemahaman mereka sendiri. Setelah semua kelompok selesai melakukan percobaan di semua sekat, pembelajaran dilanjutkan

dengan diskusi kelas di mana setiap kelompok mempresentasikan hasil pengamatan mereka. Guru kemudian memberikan penjelasan konseptual untuk mengklarifikasi miskonsepsi dan menghubungkan hasil percobaan dengan konsep sifat cahaya yang dipelajari.

Selama proses implementasi, peneliti melakukan observasi dengan mencatat aktivitas siswa, interaksi mereka dengan media, percakapan antar siswa, dan kendala yang muncul. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto aktivitas siswa saat menggunakan media dan video saat diskusi kelas. Pada pertemuan kedua, siswa diminta mengerjakan LKPD secara individual untuk menilai pemahaman mereka setelah menggunakan media. Setelah selesai mengerjakan LKPD, siswa mengerjakan soal tes yang telah disiapkan untuk mengukur pencapaian pemahaman konsep sifat cahaya. Wawancara dengan siswa dilakukan setelah mereka selesai mengerjakan tes untuk mengeksplorasi proses berpikir mereka dan mengidentifikasi sumber miskonsepsi.

Wawancara kedua dengan guru dilakukan setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan feedback tentang pengalaman guru menggunakan media, kendala yang dihadapi, penyesuaian yang dilakukan selama pembelajaran, dan rekomendasi untuk perbaikan media. Pertanyaan wawancara meliputi: (1) Bagaimana pengalaman Anda menggunakan media papan sifat cahaya? (2) Apa kendala teknis yang Anda hadapi selama implementasi? (3) Penyesuaian apa yang Anda lakukan untuk mengatasi kendala tersebut? (4) Bagaimana respons dan antusiasme siswa terhadap media? (5) Apa rekomendasi Anda untuk memperbaiki media agar lebih efektif

5. Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari berbagai instrumen dianalisis dengan teknik yang berbeda sesuai jenis datanya. Data kualitatif dari wawancara dengan guru dan siswa dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, di mana transkrip wawancara dibaca berulang kali untuk mengidentifikasi tema-tema penting terkait pengalaman menggunakan media, kendala yang dihadapi, dan miskonsepsi yang muncul. Data observasi juga dianalisis secara deskriptif dengan mengidentifikasi pola perilaku siswa saat menggunakan media dan kesulitan yang sering muncul.

Data dari LKPD dianalisis dengan mengidentifikasi kekeliruan konseptual dalam jawaban siswa. Setiap jawaban siswa dibaca dan dikategorikan berdasarkan jenis miskonsepsi yang muncul, seperti miskonsepsi tentang penguraian cahaya, pembiasan, atau pembentukan bayangan. Contoh-contoh jawaban yang menunjukkan kekeliruan didokumentasikan dan dijelaskan untuk memberikan gambaran tentang kesulitan siswa dalam memahami konsep.

Data kuantitatif dari hasil tes dianalisis dengan menghitung persentase kesalahan pada setiap indikator soal. Jawaban siswa diperiksa dan dikategorikan sebagai benar atau salah, kemudian dihitung berapa persen siswa yang masih melakukan kesalahan pada setiap indikator. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang untuk memudahkan interpretasi. Grafik menampilkan indikator soal pada sumbu X dan jumlah kesalahan pada sumbu Y untuk melihat indikator mana yang paling banyak menimbulkan kesulitan bagi siswa. Berdasarkan analisis data dari semua sumber, peneliti kemudian menyusun rekomendasi perbaikan media untuk tahap evaluasi.

HASIL

1. Hasil Tahap Analisis

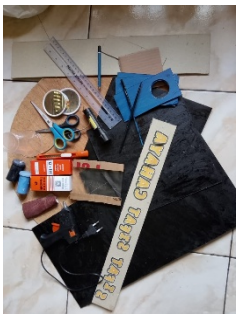
Tahap analisis menghasilkan identifikasi masalah dan kebutuhan yang komprehensif tentang pembelajaran sifat cahaya di sekolah dasar. Berdasarkan wawancara dengan guru, ditemukan bahwa siswa mengalami kesulitan signifikan dalam memahami konsep abstrak seperti pembiasan cahaya dan penguraian cahaya putih menjadi spektrum warna. Guru melaporkan bahwa pembelajaran selama ini hanya mengandalkan gambar di buku LKS dan demonstrasi singkat menggunakan senter dan cermin. Keterbatasan media menyebabkan tidak semua siswa dapat terlibat aktif dalam eksplorasi, sehingga pembelajaran cenderung berpusat pada guru dan bersifat verbalisme.

Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi sifat cahaya tercakup dalam Kompetensi Dasar yang mengharuskan siswa dapat mengidentifikasi dan menjelaskan berbagai sifat cahaya melalui pengamatan dan percobaan. Indikator pembelajaran mencakup kemampuan menjelaskan bahwa cahaya merambat lurus, dapat dipantulkan, dibiaskan, diuraikan, menembus benda bening, dan membentuk bayangan. Analisis LKPD yang digunakan sebelumnya menunjukkan bahwa pertanyaan-pertanyaan lebih banyak mengarah pada hafalan fakta daripada pemahaman konseptual dan penerapan. Observasi kelas menunjukkan bahwa ruang kelas memiliki kondisi yang mendukung untuk pembelajaran berbasis percobaan, dengan meja yang dapat diatur flexibel dan pencahayaan yang cukup untuk melakukan percobaan cahaya.

2. Hasil Tahap Design

Tahap desain menghasilkan media Papan Sifat Cahaya berbentuk *circular* berdiameter ± 60 cm dengan sistem putar manual yang terdiri atas enam sekat percobaan, masing-masing menunjukkan satu sifat cahaya. Desain berurutan dari konsep sederhana hingga kompleks bertujuan memudahkan pemahaman siswa dan meningkatkan ketertarikan belajar.

Gambar 1. Alat dan Bahan Media



Gambar 1 menunjukkan alat dan bahan yang digunakan dalam pengembangan media Papan Sifat Cahaya berbentuk circular dengan sistem putar manual. Media terdiri atas enam sekat percobaan yang merepresentasikan sifat-sifat cahaya, dilengkapi dengan bahan pendukung seperti senter, karton berlubang, cermin, CD, dan gelas berisi air. Perangkat ini dirancang untuk mendukung pembelajaran berbasis pengalaman langsung serta memudahkan peserta didik dalam melakukan observasi secara sistematis.

Perangkat pendukung yang dirancang meliputi LKPD IPA kelas V berisi tujuan pembelajaran, petunjuk kerja, tabel pengamatan enam percobaan, dan kolom kesimpulan. Instrumen penelitian mencakup pedoman wawancara guru sebelum dan sesudah penggunaan media, pedoman observasi aktivitas peserta didik, petunjuk

penggunaan media, serta soal evaluasi IPA berbentuk uraian untuk mengukur pemahaman sifat-sifat cahaya.

3. Hasil Tahap *Development*

Tahap pengembangan menghasilkan prototipe media papan sifat cahaya yang fungsional dengan semua komponen terpasang dengan baik. Setiap sekat berhasil mendemonstrasikan fenomena yang diharapkan: Sekat 1 menunjukkan cahaya merambat lurus melewati lubang karton, Sekat 2 menunjukkan pembentukan bayangan dengan ukuran berbeda sesuai jarak benda dari sumber cahaya, Sekat 3 menunjukkan cahaya dapat menembus mika transparan, Sekat 4 menunjukkan pemantulan cahaya pada cermin datar, Sekat 5 menunjukkan penguraian cahaya menjadi spektrum warna pada permukaan CD, dan Sekat 6 menunjukkan efek pembiasan dengan pensil yang terlihat bengkok dalam air.

Gambar 2. Media Papan Sifat Cahaya

Gambar ini menunjukkan media Papan Sifat Cahaya yang telah dikembangkan dan



siap digunakan dalam pembelajaran. Media terdiri atas enam sekat percobaan yang masing-masing mendemonstrasikan sifat cahaya, yaitu cahaya merambat lurus, pembentukan bayangan, cahaya menembus benda bening, pemantulan cahaya, penguraian cahaya menjadi spektrum warna, dan pembiasan cahaya. Seluruh komponen media terpasang dengan baik dan berfungsi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

4. Hasil Tahap *Implementation*

a. Hasil Wawancara dengan Guru

Wawancara awal dengan guru sebelum implementasi menunjukkan antusiasme sekaligus kekhawatiran terhadap penggunaan media papan sifat cahaya.



Gambar 3. Wawancara dengan Guru

Peneliti : "Bagaimana pendapat Bapak tentang media papan sifat cahaya ini?"

Guru : "Media ini menarik dan lengkap karena semua sifat cahaya ada dalam satu alat. Namun saya khawatir pengaturan kelompok dan pemerataan kesempatan siswa saat menggunakan media."

Peneliti : "Bagaimana rencana Bapak mengatasinya?"

Guru : "Saya akan membagi siswa ke dalam kelompok kecil dan mengatur sistem rotasi agar semua mendapat giliran."

Selama implementasi, guru menilai media efektif membantu siswa memahami konsep melalui pengamatan langsung. Siswa terlihat lebih fokus, meskipun pada awal penggunaan guru perlu menyesuaikan posisi meja dan memberi instruksi sederhana terkait penggunaan senter. Guru merekomendasikan penambahan label setiap sekat, penguatan dudukan CD, serta petunjuk visual yang lebih jelas agar penggunaan media lebih tertib dan hasil pengamatan semakin optimal.

b. Hasil Observasi Siswa

Observasi aktivitas siswa menunjukkan keterlibatan yang tinggi selama penggunaan media papan sifat cahaya. Siswa tampak antusias mengarahkan senter dan mengamati perubahan bayangan serta arah cahaya. Minat terbesar terlihat pada percobaan penguraian cahaya (Sekat 5) karena munculnya warna pelangi, sedangkan pada percobaan pembiasan (Sekat 6) beberapa siswa masih bingung dan mencoba memastikan kebenaran pengamatan secara langsung. Pada percobaan cahaya merambat lurus (Sekat 1), sebagian siswa mengalami kesulitan awal dalam mengarahkan cahaya ke lubang karton.

Gambar 4. Implementasi Media

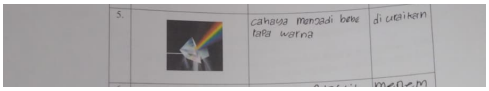
Gambar 4 menunjukkan aktivitas siswa saat menggunakan media papan sifat cahaya dalam pembelajaran. Siswa terlihat aktif mengarahkan senter dan

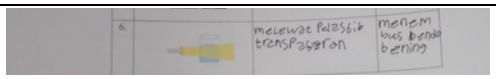
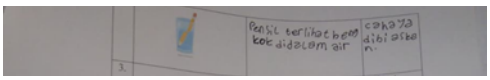


mengamati fenomena cahaya pada setiap sekat, seperti cahaya merambat lurus, penguraian cahaya, dan pembiasan. Implementasi media mendorong keterlibatan belajar yang tinggi, ditandai dengan antusiasme peserta didik dalam melakukan percobaan serta diskusi untuk memastikan hasil pengamatan yang diperoleh.

c. Hasil LKPD Siswa

Tabel 1. LKPD Jawaban Siswa

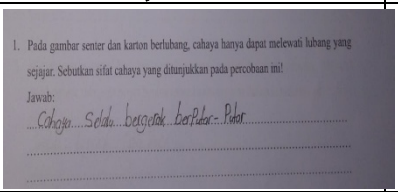
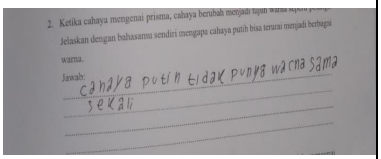
No	Gambar Jawaban siswa	Kekeliruannya
1.		Kekeliruan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami bahwa cahaya putih tidak berubah, tetapi terurai menjadi spektrum warna ketika melewati permukaan CD yang menyebabkan difraksi atau pembiasan cahaya.
2.		Siswa menuliskan contoh "*plastik transparan*" sebagai benda yang

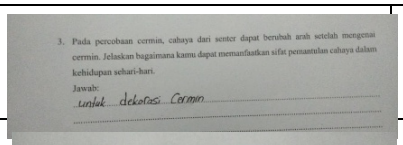
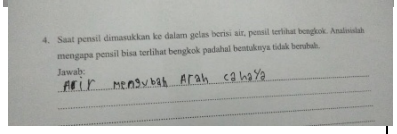
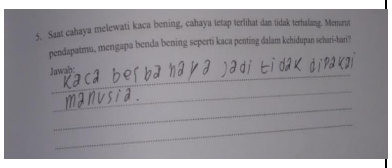
		ditembus cahaya tanpa memberikan alasan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa hanya menghafal contoh, bukan memahami konsep bahwa cahaya dapat menembus benda bening karena benda tersebut memiliki sifat transmisi cahaya yang tinggi.
3.		Siswa menuliskan bahwa pensil "terlihat bengkok" seolah-olah benar-benar berubah bentuk. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa masih bersifat literal, karena belum memahami bahwa pembiasan terjadi akibat perubahan arah cahaya saat berpindah medium, sehingga pensil hanya tampak bengkok, bukan bengkok sebenarnya.

Tabel 1 menunjukkan beberapa bentuk kekeliruan konsep yang muncul pada jawaban LKPD siswa setelah penggunaan media papan sifat cahaya. Kekeliruan yang ditemukan meliputi pemahaman yang belum tepat tentang penguraian cahaya putih menjadi spektrum warna, pemahaman yang masih bersifat hafalan pada konsep cahaya menembus benda bening, serta pemaknaan literal terhadap fenomena pembiasan cahaya. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun siswa mampu melakukan pengamatan, sebagian siswa masih memerlukan penguatan pemahaman konseptual agar dapat mengaitkan hasil pengamatan dengan konsep ilmiah yang benar.

d. Hasil Tahap Soal Evaluasi

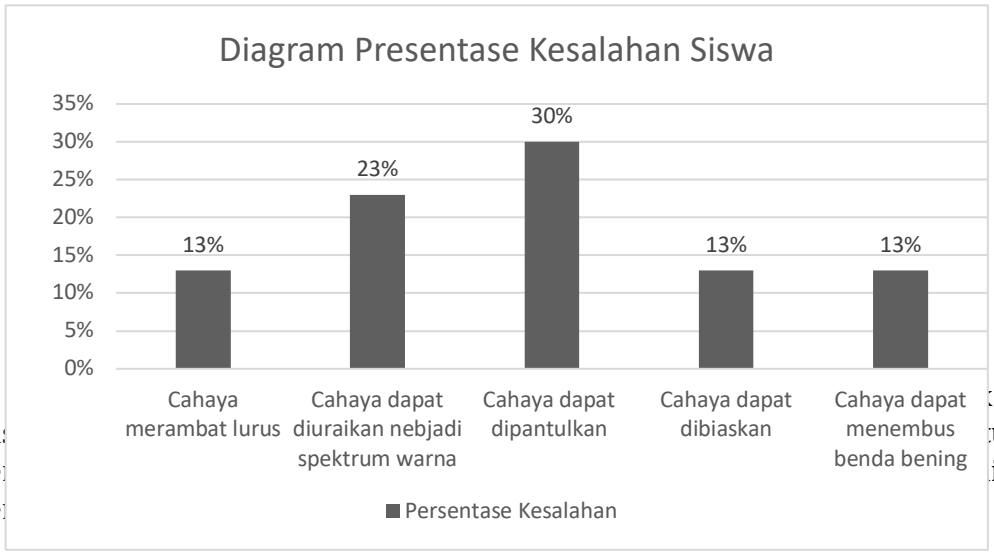
Tabel 2. Lembar Jawaban Soal Evaluasi Siwa

No	Gambar Jawaban Siswa	Kekeliruan	Penjelasan
1.		Cahaya tidak lurus	Siswa menggambar cahaya berbelok-belok, padahal cahaya dari senter hanya dapat melewati jalur lurus menuju lubang pada karton.
2.		Cahaya putih tidak ada warna	Siswa menulis bahwa cahaya putih tidak memiliki warna, padahal ketika diarahkan ke CD, cahaya putih dapat terurai menjadi warna-warna pelangi (merah–ungu).

3.		Pemanfaatan salah	Siswa menjawab dengan contoh yang tidak relevan seperti lampu mobil, makan,
4.		Pensil rusak atau patah	Siswa mengira pensil rusak saat dimasukkan ke air, padahal itu hanya bayangan bengkok karena cahaya dibelokkan (dibiaskan).
5.		Kaca berbahaya	Siswa menganggap cahaya tidak boleh lewat kaca karena bahaya, padahal kaca adalah benda bening yang aman dan biasa digunakan untuk jendela.

Hasil evaluasi melalui soal tes uraian menunjukkan variasi tingkat pemahaman siswa terhadap kelima indikator sifat cahaya yang diujikan. Analisis terhadap 30 lembar jawaban siswa menghasilkan data persentase kesalahan pada setiap indikator sebagai berikut:

Grafik 1.Presentase Kesalahan Siswa per Indikator



ma pada
me ulkan
me innya

Tabel 3. Presentase Kesalahan Siswa per Indikator

No	Indikator	Jumlah Siswa yang Salah	Persentase Kesalahan
1.	Cahaya merambat lurus	4 Siswa	13%
2.	Cahaya dapat diuraikan nebjadi spektrum warna	7 Siswa	23%
3.	Cahaya dapat dipantulkan	9 Siswa	30 %
4.	Cahaya dapat dibiaskan	4 Siswa	13%
5.	Cahaya dapat menembus benda bening	4 Siswa	13%

Dari tabel 3 di atas terlihat bahwa indikator "cahaya dapat dipantulkan" memiliki persentase kesalahan tertinggi (30%), diikuti oleh indikator "cahaya dapat diuraikan menjadi spektrum warna" (23%). Sementara itu, tiga indikator

lainnya menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif rendah dan sama (13%), yaitu cahaya merambat lurus, pembiasan cahaya, dan cahaya menembus benda bening.

e. Hasil Tahap Wawancara

Wawancara dilakukan dengan beberapa siswa untuk mengeksplorasi proses berpikir dan mengidentifikasi miskonsepsi. Berikut kutipan wawancara dengan Siswa D yang merepresentasikan temuan utama:

Gambar 6. Wawancara degan Siswa



Kutipan Wawancara dengan Siswa D:

Peneliti : "Apa yang kamu lihat ketika menyinari CD dengan senter?"
Siswa D : "Cahaya jadi warna-warni kak, kayak pelangi."
Peneliti : "Menurutmu, dari mana warna-warna itu berasal?"
Siswa D : "Dari CD-nya kak, CD-nya yang bikin cahaya jadi warna-warni."
Peneliti : "Kalau pensil yang dimasukkan ke dalam air tadi, apakah pensilnya benar-benar bengkok?"
Siswa D : "Iya kak, bengkok... eh tunggu, kalau dikeluarkan jadi lurus lagi. Berarti cuma terlihat bengkok ya kak?"
Peneliti : "Betul sekali. Bagaimana pendapat kamu tentang media papan sifat cahaya ini?"
Siswa D: "Seru kak! Lebih mudah paham karena bisa lihat langsung. Tapi awalnya bingung cara muternya dan kadang lupa ini percobaan apa. Mungkin dikasih tulisan di setiap tempatnya kak."

Wawancara ini menunjukkan bahwa meskipun media efektif meningkatkan keterlibatan siswa, masih terdapat miskonsepsi tentang penguraian cahaya dan pembiasan yang memerlukan penjelasan konseptual lebih mendalam dari guru. Siswa juga memberikan masukan penting tentang perlunya label pada setiap sekat percobaan.

5. Hasil Tahap *Evaluation*

Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan analisis data dari hasil observasi, wawancara, LKPD, dan soal evaluasi yang telah dikumpulkan selama tahap implementasi. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, peneliti melakukan serangkaian perbaikan pada media papan sifat cahaya untuk meningkatkan efektivitas dan kemudahan penggunaan dalam pembelajaran.

a. Proses Perubahan Media Setelah Implementasi

Perbaikan media dilakukan dengan mempertimbangkan feedback dari guru dan siswa serta hasil analisis kesalahan konseptual yang masih terjadi. Enam aspek utama yang diperbaiki meliputi: penambahan label konseptual pada setiap sekat agar siswa tidak bingung tentang percobaan yang sedang dilakukan, penguatan dudukan CD untuk stabilitas spektrum warna, penambahan panduan visual berupa tanda panah untuk mengarahkan cahaya dengan tepat, penyediaan kartu penjelasan konseptual yang mencantumkan contoh aplikasi dalam kehidupan

sehari-hari, penyesuaian posisi gelas air agar efek pembiasan lebih jelas terlihat, dan penambahan pengunci pada sistem putar untuk stabilitas saat observasi.

Perbaikan-perbaikan tersebut memberikan dampak signifikan terhadap kualitas pembelajaran, ditandai dengan berkurangnya kebingungan siswa saat menggunakan media dan meningkatnya kejelasan hasil pengamatan pada setiap percobaan. Guru melaporkan bahwa setelah perbaikan, waktu yang diperlukan untuk menjelaskan cara penggunaan media berkurang sekitar 40%, dan siswa lebih mandiri dalam melakukan percobaan tanpa banyak memerlukan bimbingan teknis.

Gambar 7. Media Sebelum Implementasi

Gambar 7. menunjukkan kondisi awal media papan sifat cahaya sebelum dilakukan perbaikan. Pada tahap ini, media belum dilengkapi dengan label



konseptual pada setiap sekat, sehingga peserta didik masih mengalami kebingungan dalam membedakan jenis percobaan yang dilakukan. Dudukan CD sebagai sumber spektrum warna terlihat kurang stabil, arah datang cahaya belum



memiliki panduan visual yang jelas, serta posisi gelas air belum optimal untuk menampilkan fenomena pembiasan secara maksimal. Kondisi tersebut menyebabkan hasil pengamatan kurang konsisten dan masih memerlukan bimbingan intensif dari guru saat pembelajaran berlangsung.

Gambar 8. Media Setelah Implementasi

Gambar 8 memperlihatkan media papan sifat cahaya setelah dilakukan serangkaian perbaikan berdasarkan hasil implementasi dan umpan balik guru serta peserta didik. Media telah dilengkapi dengan label konseptual pada setiap sekat, tanda panah sebagai panduan arah cahaya, dudukan CD yang lebih kokoh, pengunci pada sistem putar, serta penyesuaian posisi gelas air untuk memperjelas efek pembiasan. Selain itu, ditambahkan kartu penjelasan konseptual yang mengaitkan percobaan dengan contoh dalam kehidupan sehari-hari. Perbaikan ini membuat media lebih mudah digunakan, hasil pengamatan lebih jelas, serta meningkatkan kemandirian dan pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran sifat cahaya

DISKUSI

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran papan sifat cahaya yang efektif untuk membantu siswa sekolah dasar memahami konsep sifat cahaya melalui pengalaman langsung. Temuan penelitian ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan pentingnya pengalaman konkret dalam pembelajaran, sebagaimana dikemukakan oleh Piaget bahwa anak usia sekolah dasar berada pada tahap operasional konkret yang memerlukan manipulasi objek fisik untuk memahami konsep abstrak. Media papan sifat cahaya menyediakan justru pengalaman hands-on yang memungkinkan siswa mengonstruksi pemahaman mereka sendiri tentang sifat cahaya, bukan hanya menerima informasi secara verbal dari guru.

Hasil penelitian ini menguatkan temuan penelitian sebelumnya tentang efektivitas media konkret dalam pembelajaran IPA. Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyowati (2019) menemukan bahwa penggunaan media hands-on dalam pembelajaran sifat cahaya dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa sebesar 35% dibandingkan pembelajaran konvensional. Penelitian ini menemukan pola yang serupa, di mana siswa menunjukkan antusiasme tinggi dan pemahaman yang lebih baik setelah menggunakan media papan sifat cahaya. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan mengidentifikasi miskonsepsi spesifik yang masih muncul meskipun menggunakan media konkret, seperti miskonsepsi tentang pembiasan (30% siswa) dan penguraian cahaya (23% siswa). Temuan ini menunjukkan bahwa media konkret saja tidak cukup tanpa disertai scaffolding konseptual yang memadai dari guru.

Temuan tentang miskonsepsi siswa dalam penelitian ini menyanggah asumsi bahwa visualisasi langsung fenomena akan secara otomatis menghilangkan miskonsepsi. Penelitian oleh Driver et al. (1994) tentang alternative conceptions menunjukkan bahwa miskonsepsi sering berakar kuat dan resisten terhadap perubahan bahkan ketika siswa dihadapkan pada bukti yang kontradiktif. Penelitian ini menemukan pola yang sama, di mana siswa tetap menafsirkan fenomena pembiasan secara literal (pensil benar-benar bengkok) meskipun mereka dapat melihat dan bahkan menyentuh pensil tersebut. Hal ini menunjukkan perlunya cognitive conflict yang lebih eksplisit, di mana guru secara aktif mempertanyakan interpretasi awal siswa dan membimbing mereka untuk merefleksikan perbedaan antara "apa yang terlihat" dan "apa yang sebenarnya terjadi". Media saja tidak cukup; diperlukan strategi pedagogis yang tepat untuk mengatasi miskonsepsi yang *deeply rooted*.

Perbedaan signifikan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada desain media yang mengintegrasikan semua sifat cahaya dalam satu sistem. Sebagian besar penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Prasetyo (2020) dan Rahmawati (2021), mengembangkan media terpisah untuk setiap sifat cahaya, yang memerlukan waktu setup yang lama dan mengurangi efisiensi pembelajaran. Media papan sifat cahaya dengan sistem putar memungkinkan transisi yang *smooth* antar konsep dan memberikan gambaran holistik tentang sifat cahaya sebagai satu kesatuan fenomena, bukan konsep-konsep yang terpisah. Hal ini sejalan dengan pendekatan pembelajaran terpadu yang direkomendasikan dalam kurikulum 2013, di mana konsep-konsep sains diajarkan secara terintegrasi daripada *fragmentary*.

Temuan tentang kesulitan siswa mentransfer pemahaman konsep ke aplikasi praktis (tercermin dalam tingginya kesalahan pada indikator pemantulan - 30%) sejalan dengan teori *transfer of learning* yang dikemukakan oleh Perkins dan Salomon (1992). Mereka menjelaskan bahwa transfer pengetahuan dari pembelajaran ke konteks nyata

tidak terjadi secara otomatis dan memerlukan *bridging* yang eksplisit. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun siswa dapat mengamati pemantulan cahaya pada cermin dalam konteks percobaan, mereka kesulitan mengidentifikasi aplikasi pemantulan dalam kehidupan sehari-hari seperti kaca spion, periskop, atau reflector kendaraan. Perbaikan media dengan menambahkan kartu penjelasan yang mencantumkan contoh aplikasi konkret merupakan upaya untuk memfasilitasi transfer learning yang lebih efektif.

Analisis terhadap pola kesalahan siswa pada berbagai indikator memberikan insight tentang hierarki kesulitan konsep sifat cahaya. Konsep cahaya merambat lurus merupakan yang paling mudah dipahami (hanya 13% kesalahan), kemungkinan karena sifatnya yang paling konkret dan dapat diamati langsung. Sebaliknya, konsep pemantulan memiliki kesalahan tertinggi (30%), bukan karena siswa tidak memahami bahwa cahaya dapat dipantulkan, tetapi karena mereka kesulitan menghubungkannya dengan aplikasi praktis. Temuan ini berbeda dengan penelitian Galili dan Hazan (2000) yang menemukan bahwa pembiasan adalah konsep paling sulit. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh instrumen tes yang digunakan: penelitian ini menilai kemampuan aplikasi untuk pemantulan, sedangkan penelitian Galili dan Hazan menilai pemahaman mekanisme pembiasan, yang memang lebih kompleks.

Efektivitas model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran terbukti melalui proses iteratif yang memungkinkan perbaikan berkelanjutan berdasarkan feedback pengguna. Tahap evaluasi yang menghasilkan enam perbaikan signifikan menunjukkan bahwa pengembangan media tidak berhenti pada tahap implementasi pertama, tetapi memerlukan refleksi dan revisi berdasarkan data empiris. Penelitian Aldoobie (2015) tentang ADDIE model menekankan pentingnya tahap evaluasi yang tidak hanya mengukur efektivitas tetapi juga mengidentifikasi area improvement. Penelitian ini mengimplementasikan prinsip tersebut dengan menggunakan multiple data sources (wawancara guru dan siswa, observasi, LKPD, dan tes) untuk mendapatkan gambaran komprehensif tentang kekuatan dan kelemahan media.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa guru perlu mengombinasikan penggunaan media konkret dengan strategi *scaffolding* konseptual yang eksplisit untuk mengatasi miskonsepsi. Media saja tidak cukup; diperlukan pertanyaan kritis, diskusi reflektif, dan demonstrasi kontras untuk membantu siswa merevisi interpretasi mereka yang keliru. Selain itu, perlunya koneksi eksplisit antara konsep dan aplikasi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA harus selalu dikontekstualisasikan dalam kehidupan sehari-hari siswa agar bermakna dan dapat ditransfer ke situasi baru.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi metodologis dengan menunjukkan pentingnya triangulasi data dalam mengevaluasi efektivitas media pembelajaran. Penggunaan wawancara, observasi, analisis dokumen (LKPD), dan tes memberikan gambaran yang lebih kaya dibandingkan jika hanya menggunakan satu metode. Misalnya, data LKPD menunjukkan miskonsepsi pembiasan pada 67% siswa, tetapi tes hanya menunjukkan 13% kesalahan. Perbedaan ini terungkap melalui wawancara yang mengidentifikasi bahwa diskusi kelas setelah percobaan membantu mengklarifikasi miskonsepsi sebagian siswa. Tanpa triangulasi, peneliti mungkin mendapat kesimpulan yang misleading tentang efektivitas media.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini berhasil menghasilkan media pembelajaran papan sifat cahaya yang valid dan efektif untuk memfasilitasi pemahaman konsep sifat cahaya pada siswa sekolah dasar. Media yang dikembangkan mengintegrasikan enam konsep sifat cahaya (merambat lurus, pembiasan, pemantulan, penguraian, menembus benda

bening, dan pembentukan bayangan) dalam satu sistem putar yang memungkinkan pembelajaran sistematis dan komprehensif. Proses pengembangan menggunakan model ADDIE terbukti efektif dalam menghasilkan media yang sesuai dengan kebutuhan guru dan siswa melalui tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi yang sistematis.

Implementasi media menunjukkan bahwa siswa sangat antusias dan terlibat aktif dalam pembelajaran, dengan tingkat pemahaman yang bervariasi pada berbagai indikator. Konsep cahaya merambat lurus, pembiasan, dan cahaya menembus benda bening menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah (13%), sementara konsep penguraian cahaya menunjukkan kesalahan moderat (23%), dan konsep pemantulan menunjukkan kesalahan tertinggi (30%). Miskonsepsi yang teridentifikasi mencakup anggapan bahwa cahaya putih tidak memiliki warna, pensil benar-benar bengkok saat dimasukkan ke air, dan kesulitan mengaitkan konsep pemantulan dengan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari.

Evaluasi menyeluruh menghasilkan enam perbaikan penting pada media, yaitu penambahan label konseptual pada setiap sekat, penguatan dudukan CD untuk stabilitas spektrum warna, penambahan panduan visual tentang cara mengarahkan cahaya, penyediaan kartu penjelasan konseptual dengan contoh aplikasi, penyesuaian posisi gelas air untuk visibilitas pembiasan yang lebih baik, dan penambahan pengunci pada sistem putar untuk stabilitas observasi. Perbaikan-perbaikan ini meningkatkan usability dan efektivitas media dalam memfasilitasi pembelajaran yang bermakna.

Penelitian ini menegaskan bahwa media konkret yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, tetapi harus disertai dengan strategi pedagogis yang tepat, termasuk scaffolding konseptual, pertanyaan kritis, diskusi reflektif, dan koneksi eksplisit dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Kombinasi media berkualitas dengan teaching strategy yang efektif merupakan kunci keberhasilan pembelajaran IPA yang bermakna di sekolah dasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Guru dan seluruh siswa kelas V yang telah memberikan kesempatan dan kerja sama yang sangat baik selama proses implementasi media pembelajaran papan sifat cahaya. Dedikasi dan keterbukaan Bapak Guru dalam menerima inovasi pembelajaran serta antusiasme siswa dalam menggunakan media menjadi kunci keberhasilan penelitian ini. Terima kasih juga kepada Kepala Sekolah SDN Pundenarum 01 yang telah memberikan izin dan dukungan untuk melaksanakan penelitian di sekolah. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi peningkatan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, A. (2019). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Bendall, S., Goldberg, F., & Galili, I. (1993). Prospective Elementary Teachers' Prior Knowledge about Light. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1169-1187.

Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and Anti-images: Children's Conceptions of Light and Vision II. *Science Education*, 72(5), 637-649.

Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.

Hwang, W. Y., & Hu, S. S. (2013). Analysis of Peer Learning Behaviors Using Multiple Representations in Virtual Reality and Their Impacts on Geometry Problem Solving. *Computers & Education*, 62, 308-319.

Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. (2007). Hands on What? The Relative Effectiveness of Physical Versus Virtual Materials in an Engineering Design Project by Middle School Children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 183-203.

Langley, D., Ronen, M., & Eylon, B. S. (1997). Light Propagation and Visual Patterns: Preinstruction Learners' Conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 399-424.

Osborne, J., Black, P., Smith, M., & Meadows, J. (1993). Young Children's (7-11) Ideas about Light and their Development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-93.

Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. New York: Columbia University Press.

Prasetyo, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Sifat Cahaya Berbasis Percobaan Sederhana untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 145-156.

Prastowo, A. (2018). *Sumber Belajar dan Pusat Sumber Belajar: Teori dan Aplikasinya di Sekolah/Madrasah*. Depok: Kencana.

Rahmawati, D. (2021). Efektivitas Media Kit IPA dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Cahaya pada Siswa Kelas V SD. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 5(1), 23-34.

Selley, N. J. (1996). Children's Ideas on Light and Vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713-723.

Sulistyowati, E. (2019). Pengaruh Media Hands-on terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Primary Education*, 3(2), 78-89.

Tao, P. K., & Gunstone, R. F. (1999). The Process of Conceptual Change in Force and Motion During Computer-Supported Physics Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882.

Widodo, A. (2017). Teacher Pedagogical Content Knowledge (PCK) and Students' Reasoning and Wellbeing. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1), 012119.

Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical Versus Virtual Manipulative Experimentation in Physics Learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317-331.