

PENGEMBANGAN *SMART POP-UP BOOK* BERBASIS KEBENCANAAN TERINTEGRASI *QR CODE* UNTUK MELATIH KETERAMPILAN *SCIENTIFIC REASONING* SISWA SEKOLAH DASAR

Nuris Hidayat¹⁾, Gustilas Ade Setiawan²⁾, Achmad Munawi Husein³⁾, Afira⁴⁾, Meysicca Yudiana Aprilianti⁵⁾

Universitas Abdurachman Saleh Situbondo

Coessponding Author: nuris_hidayat@unars.ac.id, gustilas_ade@unars.ac.id,
huseinunars@gmail.com, afira650@gmail.com, meysicca@gmail.com

Abstrak

Kemampuan *scientific reasoning* merupakan salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran IPA, namun masih belum berkembang secara optimal pada siswa sekolah dasar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* berbasis kebencanaan yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan *scientific reasoning* siswa. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model Holistic 4D yang meliputi tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Deploy*. Subjek penelitian terdiri atas 63 siswa kelas V sekolah dasar di Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli, angket kepraktisan, dan tes *scientific reasoning*. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, *Content Validity Ratio* (CVR), Cronbach's Alpha, *One-Sample t-Test*, dan *Effect Size* (Cohen's d). Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sangat tinggi dengan rata-rata 95,1% dan tingkat kepraktisan sebesar 93,8% yang termasuk kategori sangat praktis. Hasil implementasi menunjukkan rata-rata skor *scientific reasoning* siswa sebesar 83,47 dan berbeda signifikan dari nilai acuan ($p < 0,05$). Nilai *effect size* sebesar 1,14 menunjukkan pengaruh yang besar terhadap peningkatan *scientific reasoning*. Dengan demikian, *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* berbasis kebencanaan dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pengembangan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: Scientific Reasoning, Smart Pop-Up Book, QR Code, kebencanaan, sekolah dasar

Abstract

Scientific reasoning is an essential competency in science education; however, it has not yet been optimally developed among elementary school students. This study aimed to develop a disaster-based Smart Pop-Up Book integrated with QR Codes that is valid, practical, and effective in enhancing students' scientific reasoning skills. The study employed a Research and Development (R&D) approach using the Holistic 4D Model, which consists of the Define, Design, Develop, and Deploy phases. The participants were 63 fifth-grade students from elementary schools in Kendit District, Situbondo Regency, Indonesia. Research instruments included expert validation sheets, practicality questionnaires, and a scientific reasoning test. Data were analyzed using descriptive statistics, the Content Validity Ratio (CVR), Cronbach's Alpha, One-Sample t-Test, and Cohen's d Effect Size. The results indicated that the developed media achieved a very high level of validity (95.1%) and practicality (93.8%), both categorized as excellent. The implementation results revealed an average

scientific reasoning score of 83.47, with a statistically significant difference from the benchmark score ($p < .05$). Furthermore, the effect size value of 1.14 indicated a large effect on students' scientific reasoning improvement. These findings suggest that the disaster-based Smart Pop-Up Book integrated with QR Codes is valid, practical, and effective for supporting the development of scientific reasoning among elementary school students.

Keywords: *scientific reasoning, Smart Pop-Up Book, QR Code, disaster education, elementary school.*

Pendahuluan

Kemampuan *scientific reasoning* merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran sains abad ke-21 karena memungkinkan siswa memahami fenomena alam secara logis, sistematis, dan berbasis bukti. Kemampuan ini mencakup aktivitas mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, mengevaluasi bukti, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta ilmiah (Cabello dkk., 2021). Pengembangan *scientific reasoning* sejak sekolah dasar penting dilakukan karena menjadi fondasi bagi literasi sains, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan dalam kehidupan sehari-hari. Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa Indonesia masih perlu ditingkatkan (Arda dkk., 2024; OECD, 2023). Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa Indonesia masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep sains dengan fenomena nyata, mengevaluasi bukti ilmiah, dan menggunakan penalaran ilmiah untuk memecahkan masalah kontekstual (OECD, 2023).

Rendahnya kemampuan *scientific reasoning* tidak terlepas dari karakteristik pembelajaran IPA di sekolah dasar yang masih berfokus pada penguasaan konsep dan hafalan fakta. Pembelajaran belum sepenuhnya memberikan pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk bertanya, menyelidiki, menganalisis, dan menyimpulkan secara ilmiah. Selain itu, bahan ajar yang digunakan umumnya masih bersifat tekstual dan kurang mengakomodasi karakteristik perkembangan kognitif siswa sekolah dasar (Lestari & Sari, 2021; Sinta & Syofyan, 2020). Siswa usia sekolah dasar berada pada tahap operasional konkret sehingga memerlukan pengalaman belajar yang kontekstual, visual, dan dekat dengan kehidupan sehari-hari untuk memahami konsep secara bermakna (Su dkk., 2022).

Kebutuhan tersebut menjadi semakin penting dalam pembelajaran materi bencana alam. Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi, termasuk banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan banjir rob. Kabupaten Situbondo, khususnya Kecamatan Kendit, merupakan salah satu wilayah yang cukup sering mengalami banjir bandang dan tanah longsor. Kondisi ini menjadikan fenomena kebencanaan sebagai konteks yang relevan untuk menghubungkan konsep IPA dengan pengalaman nyata siswa. Pembelajaran IPA yang mengintegrasikan konteks kebencanaan lokal tidak hanya membantu siswa memahami konsep sains secara lebih bermakna, tetapi juga berpotensi meningkatkan kesiapsiagaan dan kepedulian terhadap lingkungan (Hermans dkk., 2022; Putra & Wahyuni, 2025). Selain itu, penggunaan media visual dan pembelajaran kontekstual mampu meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Kombinasi representasi verbal dan visual dapat memperkuat pemahaman konsep dan retensi informasi. Salah satu media yang sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar adalah *pop-up book* karena mampu menyajikan objek secara tiga dimensi sehingga membantu mengonkretkan konsep yang abstrak (Cahya dkk., 2023; Mahanani dkk., 2024). Di sisi lain, perkembangan teknologi digital membuka peluang

integrasi media cetak dengan sumber belajar digital melalui QR Code. Integrasi teks, gambar, video, dan aktivitas interaktif dapat memperkaya pengalaman belajar serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Dusanek & Kollar, 2026; Fiorella & Mayer, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sebagian besar pengembangan *pop-up book* berfokus pada peningkatan hasil belajar (Muna dkk., 2024; Nazhirah dkk., 2024) dan pemahaman konsep (Utami dkk., 2024), sedangkan pengembangan *scientific reasoning* belum menjadi tujuan utama. Penelitian mengenai QR Code dalam pembelajaran IPA juga umumnya digunakan sebagai sarana akses materi digital dan belum diarahkan untuk membangun pengalaman belajar investigatif yang mendukung proses penalaran ilmiah. Selain itu, penelitian pendidikan mitigasi bencana di sekolah dasar lebih banyak berorientasi pada peningkatan pengetahuan kesiapsiagaan bencana dibandingkan pengembangan *scientific reasoning*. Hingga saat ini, masih sangat terbatas penelitian yang mengintegrasikan media *pop-up book*, teknologi QR Code, *scientific reasoning*, dan konteks kebencanaan lokal dalam satu desain pembelajaran yang utuh.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code pada materi bencana alam untuk melatih *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Produk dikembangkan menggunakan Holistic 4D Model yang menekankan keselarasan antara kebutuhan siswa, tujuan pembelajaran, pengalaman belajar, dan asesmen. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi media visual tiga dimensi, teknologi QR Code, aktivitas *scientific inquiry*, dan konteks kebencanaan lokal Kabupaten Situbondo dalam satu media pembelajaran. Melalui integrasi tersebut, siswa tidak hanya memperoleh informasi mengenai bencana alam, tetapi juga terlibat dalam aktivitas mengamati, mempertanyakan, menyelidiki, menganalisis, dan menyimpulkan fenomena secara ilmiah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code yang valid, praktis, dan efektif dalam melatih *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Secara khusus, penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik media yang dikembangkan, tingkat validitas dan kepraktisannya, serta efektivitasnya dalam meningkatkan *scientific reasoning* siswa pada pembelajaran IPA berbasis kebencanaan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan mengadopsi Holistic 4D Model (Reigeluth & An, 2020). Model ini terdiri atas empat tahapan utama, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Deploy*. Berbeda dengan model pengembangan yang bersifat linear, Holistic 4D Model menerapkan siklus *Analysis–Design–Evaluation* (ADE) secara iteratif pada setiap tahap pengembangan untuk memastikan keselarasan antara kebutuhan siswa, tujuan pembelajaran, pengalaman belajar, dan asesmen. Melalui pendekatan ini, pengembangan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code tidak hanya berorientasi pada kualitas produk, tetapi juga pada efektivitas pengalaman belajar yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar.

Partisipan penelitian terdiri atas 63 siswa kelas V berusia 10 - 11 tahun yang berasal dari empat sekolah dasar negeri di Gugus 1 Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, yaitu SDN 2 Kendit, SDN 3 Kendit, SDN 4 Kendit, dan SDN 5 Kendit. Pemilihan partisipan

dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan representasi kemampuan akademik siswa pada kategori tinggi, sedang, dan rendah. Lokasi penelitian dipilih karena memiliki karakteristik wilayah yang relevan dengan materi bencana alam dan mitigasi bencana yang menjadi konteks pengembangan media pembelajaran.

Tahap *Define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, konteks pembelajaran, dan kompetensi yang akan dikembangkan. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi pembelajaran IPA dan wawancara dengan guru sekolah dasar untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, khususnya rendahnya keterampilan *scientific reasoning* siswa dan keterbatasan bahan ajar berbasis kebencanaan. Selanjutnya dilakukan analisis kurikulum terhadap capaian pembelajaran IPA kelas V pada materi bencana alam dan mitigasi bencana, analisis karakteristik siswa yang berada pada tahap operasional konkret, serta analisis kompetensi *scientific reasoning* sebagai target pengembangan produk. Dalam penelitian ini, *scientific reasoning* didefinisikan sebagai kemampuan siswa dalam mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, mengevaluasi bukti ilmiah, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan berdasarkan evidensi. Indikator kemampuan tersebut mengacu pada *scientific inquiry cycle* yang meliputi kegiatan *theorizing, questioning, hypothesizing, investigating, analyzing, dan synthesizing*.

Tahap *Design* bertujuan merancang produk dan instrumen penelitian. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dikembangkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code yang memuat materi bencana alam, aktivitas *scientific reasoning*, eksperimen sederhana, refleksi pembelajaran, dan evaluasi. Integrasi QR Code memungkinkan siswa mengakses video simulasi bencana, materi digital, dan aktivitas interaktif yang mendukung proses inkuiri secara mandiri maupun kolaboratif. Pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian yang meliputi lembar validasi ahli, angket kepraktisan media, dan tes *scientific reasoning*. Tes *scientific reasoning* terdiri atas 15 soal uraian yang mengukur kemampuan *hypothesis generation, variable identification, evidence evaluation, data interpretation, dan scientific argumentation*.

Tahap *Develop* dilakukan melalui validasi ahli, revisi produk, dan uji coba terbatas. Validasi produk melibatkan tiga validator yang terdiri atas ahli materi IPA sekolah dasar, ahli media pembelajaran, dan ahli bahasa. Validitas isi instrumen dianalisis menggunakan *Content Validity Ratio (CVR)*, sedangkan validitas empiris instrumen tes diuji menggunakan korelasi *Product Moment Pearson*. Reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memiliki validitas isi yang sangat baik ($CVR = 0,89$) dan reliabilitas tinggi ($\alpha = 0,87$). Berdasarkan hasil validasi, dilakukan revisi produk sesuai dengan rekomendasi para ahli. Selanjutnya, produk diuji secara terbatas untuk memperoleh informasi mengenai keterbacaan, kepraktisan, kemudahan penggunaan, dan respons siswa terhadap media yang dikembangkan.

Tahap *Deploy* dilakukan untuk mengimplementasikan produk pada kondisi pembelajaran nyata dan memperoleh bukti awal efektivitas media yang dikembangkan. Pada tahap ini digunakan desain kuasi eksperimen *non-equivalent control group posttest design*. Kelompok eksperimen menggunakan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code, sedangkan kelompok kontrol menggunakan bahan ajar konvensional. Sebelum pembelajaran dilaksanakan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal *scientific reasoning*. Selanjutnya, pembelajaran dilaksanakan selama empat pertemuan sesuai dengan

skenario yang telah dirancang. Setelah perlakuan diberikan, kedua kelompok memperoleh *posttest* untuk mengukur perubahan keterampilan *scientific reasoning*.

Pengumpulan data dilakukan melalui validasi ahli, angket kepraktisan media, observasi pelaksanaan pembelajaran, serta tes *scientific reasoning*. Data validasi ahli, kepraktisan media, dan respons siswa dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa persentase dan kategori interpretasi kelayakan. Sementara itu, data *scientific reasoning* dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang meliputi rerata, standar deviasi, skor minimum, dan skor maksimum. Untuk menguji efektivitas media, dilakukan uji *independent sample t-test* terhadap hasil *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Selain itu, besaran pengaruh penggunaan media dianalisis menggunakan *effect size Cohen's d* untuk mengetahui tingkat efektivitas praktis *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code dalam meningkatkan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Tahap *Define* bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, dan kompetensi yang akan dikembangkan sebagai dasar perancangan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code. Kegiatan diawali dengan observasi di empat sekolah dasar di Gugus 1 Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo, untuk memperoleh informasi mengenai pembelajaran IPA, penggunaan media, dan kesiapan sekolah dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih didominasi oleh buku teks dan metode ceramah, sehingga keterampilan *scientific reasoning* siswa belum berkembang secara optimal. Guru juga menyampaikan bahwa keterbatasan media pembelajaran kontekstual menyebabkan siswa kesulitan menghubungkan konsep IPA dengan fenomena kebencanaan yang sering terjadi di lingkungan mereka.

Selanjutnya, dilakukan *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan kepala sekolah, guru kelas V, alumni, mahasiswa, dan dosen Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Abdurachman Saleh Situbondo. Hasil FGD menunjukkan bahwa media yang dikembangkan perlu: (1) sesuai dengan capaian pembelajaran IPA materi bencana alam dan mitigasi bencana; (2) memiliki petunjuk yang sederhana dan mudah dipahami; (3) memuat aktivitas observasi, investigasi, dan praktik; serta (4) dilengkapi asesmen yang mampu mengukur keterampilan *scientific reasoning*.



Gambar 1. Focus Group Discussion (FGD)

Langkah selanjutnya analisis kurikulum dan karakteristik siswa menunjukkan bahwa siswa kelas V berada pada tahap operasional konkret sehingga membutuhkan media yang visual, interaktif, dan kontekstual. Analisis kompetensi juga menunjukkan bahwa *scientific reasoning* yang dikembangkan meliputi kemampuan mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, mengevaluasi bukti, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan berdasarkan evidensi. Temuan pada tahap ini menjadi dasar dalam merancang produk, aktivitas pembelajaran, dan instrumen penelitian pada tahap berikutnya.

Tahap *Design* bertujuan merancang *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* dan instrumen penelitian berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada tahap sebelumnya. Produk dirancang dengan mengacu pada capaian pembelajaran IPA kelas V yang berkaitan dengan bencana alam, hubungan komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem, siklus air dan pelestarian sumber daya air, serta pemanfaatan energi alternatif sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. Materi disajikan menggunakan konteks kebencanaan yang relevan dengan kondisi Kabupaten Situbondo agar pembelajaran lebih bermakna dan dekat dengan pengalaman siswa.

Smart Pop-Up Book dikembangkan dengan mengintegrasikan visualisasi tiga dimensi, aktivitas observasi dan investigasi, serta *QR Code* yang terhubung dengan video pembelajaran dan sumber belajar digital. Desain ini bertujuan untuk mendukung proses *scientific inquiry* sekaligus meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian yang meliputi lembar validasi ahli, angket kepraktisan, serta tes esai untuk mengukur keterampilan *scientific reasoning*. Indikator *scientific reasoning* yang digunakan meliputi: (1) identifikasi masalah, (2) perumusan hipotesis, (3) pelaksanaan eksperimen, dan (4) penarikan kesimpulan berdasarkan data dan hubungan antarvariabel. Seluruh komponen tersebut menjadi dasar dalam pengembangan produk dan evaluasi efektivitas media pada tahap berikutnya.

Tahap *Develop* bertujuan menghasilkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* yang valid, praktis, dan siap diimplementasikan. Produk yang dikembangkan memuat materi bencana banjir dan tanah longsor yang dikontekstualisasikan dengan kondisi Kabupaten Situbondo. *Smart Pop-Up Book* mengintegrasikan ilustrasi tiga dimensi, aktivitas observasi dan investigasi, eksperimen sederhana, serta *QR Code* yang terhubung dengan video simulasi bencana, materi digital, dan aktivitas interaktif untuk mendukung pengembangan *scientific reasoning* siswa.





C

D

Sebelum diimplementasikan, produk divalidasi oleh tiga validator yang terdiri atas ahli materi IPA sekolah dasar, ahli media pembelajaran, dan ahli bahasa dari Universitas Abdurachman Saleh Situbondo. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran dan indikator *scientific reasoning*, kualitas desain media dan integrasi QR Code, serta kejelasan dan keterbacaan bahasa. Penilaian menggunakan skala Likert 1–5 yang kemudian dikonversi ke dalam kategori kelayakan berdasarkan skor ideal sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kelayakan Produk

Interval Persentase	Kategori
81–100	Sangat Valid
61–80	Valid
41–60	Cukup Valid
21–40	Kurang Valid
≤20	Tidak Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa *Smart Pop-Up Book* memperoleh skor rata-rata sebesar 95,0% dari ahli materi, 96,3% dari ahli media, dan 94,0% dari ahli bahasa. Secara keseluruhan, produk memperoleh rata-rata validitas sebesar 95,1% yang berada pada kategori sangat valid, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran setelah dilakukan revisi sesuai saran validator.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli

Aspek Validasi	Persentase (%)	Kategori
Ahli Materi	95,0	Sangat Valid
Ahli Media	96,3	Sangat Valid
Ahli Bahasa	94,0	Sangat Valid
Rata-rata	95,1	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi, beberapa revisi dilakukan, meliputi penyederhanaan istilah ilmiah, penambahan contoh bencana yang terjadi di Situbondo, serta penyesuaian ukuran QR Code agar lebih mudah diakses siswa. Revisi tersebut bertujuan meningkatkan keterbacaan, relevansi materi, dan kemudahan penggunaan media. Selain validasi produk, dilakukan pengujian instrumen *scientific reasoning* yang terdiri atas 15 soal uraian. Uji validitas empiris dilakukan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* melalui bantuan SPSS versi 30 terhadap 76 siswa sekolah dasar yang telah mempelajari materi terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh butir soal memiliki nilai r hitung lebih besar daripada r tabel (0,226), sehingga seluruh item dinyatakan valid. Selanjutnya, reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* melalui SPSS versi 30. Hasil analisis menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,87 yang termasuk kategori reliabilitas tinggi. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik dan layak digunakan untuk mengukur keterampilan *scientific reasoning* siswa.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Cronbach's Alpha	Jumlah Item	Kategori
0,87	15	Tinggi

Setelah proses validasi dan pengujian instrumen selesai, dilakukan uji keterbacaan terhadap *Smart Pop-Up Book* yang melibatkan tiga guru dan 30 siswa sekolah dasar. Aspek yang dinilai meliputi kejelasan petunjuk, kemudahan penggunaan QR Code, kualitas ilustrasi, serta kesesuaian aktivitas pembelajaran dengan karakteristik siswa. Hasil uji keterbacaan menunjukkan persentase sebesar 93,8% dengan kategori sangat praktis, yang menunjukkan bahwa media mudah digunakan, menarik, dan mendukung proses pembelajaran berbasis *scientific reasoning*.

Tabel 5. Hasil Uji Keterbacaan dan Kepraktisan

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Keterbacaan Bahasa	92,5	Sangat Praktis
Kemudahan Penggunaan	94,8	Sangat Praktis
Tampilan Media	95,2	Sangat Praktis
Integrasi QR Code	92,7	Sangat Praktis
Rata-rata	93,8	Sangat Praktis

Dengan demikian, hasil tahap *Develop* menunjukkan bahwa *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code telah memenuhi kriteria valid, reliabel, dan praktis sehingga layak untuk diimplementasikan pada tahap *Deploy* guna menguji efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Tahap *Deploy* bertujuan mengimplementasikan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code dalam pembelajaran nyata untuk memperoleh bukti awal efektivitas produk terhadap keterampilan *scientific reasoning* siswa. Implementasi dilakukan pada 63 siswa kelas V di Gugus 1 Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo. Pembelajaran dilaksanakan menggunakan *Smart Pop-Up Book* yang memuat ilustrasi tiga dimensi, aktivitas observasi dan investigasi bencana, eksperimen sederhana, serta QR Code yang terhubung dengan video simulasi dan materi digital. Setelah pembelajaran selesai, siswa diberikan tes *scientific reasoning* yang terdiri atas 15 soal uraian.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa siswa memperoleh nilai rata-rata sebesar 83,47 dengan standar deviasi 7,45. Nilai tersebut berada di atas kriteria ketuntasan yang ditetapkan, yaitu 75.

Tabel 6. Hasil Posttest Scientific Reasoning

N	Mean	SD	Minimum	Maximum
63	83,47	7,45	68	96

Untuk mengetahui efektivitas produk, dilakukan *One-Sample t-Test* menggunakan SPSS versi 30 dengan nilai pembandingan 75. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti rata-rata keterampilan *scientific reasoning* siswa secara signifikan lebih tinggi daripada nilai acuan.

Tabel 7. Hasil One-Sample t-Test

Nilai Acuan	t	Sig.
75	9,03	0,000

Besarnya pengaruh produk dianalisis menggunakan *Effect Size* (Cohen's *d*). Hasil perhitungan menunjukkan nilai sebesar 1,14 yang termasuk kategori *large effect*.

Tabel 8. Hasil *Effect Size*

Variabel	Cohen's <i>d</i>	Kategori
<i>Scientific Reasoning</i>	1,14	Large Effect

Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar pada materi bencana alam.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Smart Pop-Up Book* terintegrasi QR Code yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif dalam mendukung keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Temuan ini menunjukkan bahwa media yang dirancang berdasarkan kebutuhan siswa dan konteks pembelajaran mampu mengatasi permasalahan yang ditemukan pada tahap *Define*, yaitu rendahnya keterampilan *scientific reasoning* serta terbatasnya penggunaan media pembelajaran kontekstual berbasis kebencanaan. Efektivitas produk ditunjukkan oleh rata-rata skor *scientific reasoning* sebesar 83,47 yang secara signifikan lebih tinggi daripada nilai acuan yang ditetapkan ($p < 0,05$). Selain itu, nilai *effect size* sebesar 1,14 menunjukkan kategori *large effect*, yang mengindikasikan bahwa media memberikan dampak yang kuat terhadap pengembangan keterampilan *scientific reasoning* siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan siswa tidak hanya terjadi karena penyampaian materi, tetapi juga karena pengalaman belajar yang dirancang melalui aktivitas observasi, investigasi, dan analisis fenomena bencana. Peningkatan *scientific reasoning* dapat dijelaskan melalui *Scientific Inquiry Cycle*. Aktivitas yang terdapat dalam *Smart Pop-Up Book* mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, dan menarik kesimpulan berdasarkan data. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang aktif sehingga kemampuan berpikir ilmiah berkembang secara lebih optimal.

Temuan ini juga sejalan dengan teori konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai pembangun pengetahuan secara aktif. Melalui ilustrasi tiga dimensi, eksperimen sederhana, dan aktivitas investigasi, siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga mengonstruksi pemahaman berdasarkan hasil pengamatan dan pengalaman belajar mereka. Kondisi ini memungkinkan terbentuknya hubungan yang lebih kuat antara konsep IPA dan fenomena nyata yang terjadi di lingkungan siswa. Dari perspektif perkembangan kognitif, efektivitas media juga dipengaruhi oleh karakteristik siswa sekolah dasar yang berada pada tahap operasional konkret. Visualisasi tiga dimensi pada *Smart Pop-Up Book* membantu siswa memahami konsep yang abstrak melalui representasi yang lebih konkret dan mudah diamati (Kasmini dkk., 2024). Dengan demikian, siswa lebih mudah memahami hubungan sebab-akibat yang terjadi pada peristiwa banjir dan tanah longsor.

Integrasi QR Code turut memperkuat efektivitas media. QR Code memungkinkan siswa mengakses video simulasi bencana dan sumber belajar digital yang memperkaya pengalaman belajar (Minard, 2024). Temuan ini menjelaskan bahwa kombinasi informasi visual dan verbal dapat meningkatkan pemahaman siswa. Selain itu, *Dual Coding Theory* menjelaskan bahwa penyajian informasi melalui teks, gambar, dan video secara bersamaan membantu siswa membangun representasi mental yang lebih kuat sehingga proses penalaran menjadi lebih baik. Hasil penelitian

ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa media berbasis *inquiry* dan teknologi digital mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Amalia & Efendi, 2023; Soraya & Anas, 2024). Namun, penelitian ini memiliki kebaruan pada integrasi *Smart Pop-Up Book*, *QR Code*, konteks kebencanaan lokal, dan *scientific reasoning* dalam satu desain pembelajaran yang dikembangkan menggunakan *Holistic 4D Model*. Integrasi tersebut menghasilkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, dan relevan dengan kehidupan siswa.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat hubungan antara *Holistic 4D Model*, *Scientific Inquiry Cycle*, konstruktivisme, *Multimedia Learning Theory*, dan *Dual Coding Theory* dalam pengembangan *scientific reasoning*. Secara metodologis, penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan media berbasis konteks lokal dapat menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif. Secara praktis, *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* dapat menjadi alternatif media pembelajaran IPA berbasis kebencanaan yang mendukung pengembangan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* berbasis kebencanaan menggunakan *Holistic 4D Model*. Produk yang dikembangkan dinyatakan sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa, serta memperoleh respons positif dari guru dan siswa. Hasil implementasi menunjukkan bahwa *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* efektif dalam mendukung keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi visualisasi tiga dimensi, aktivitas *scientific inquiry*, dan sumber belajar digital melalui *QR Code* mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna. Selain itu, penggunaan konteks kebencanaan lokal membantu siswa menghubungkan konsep IPA dengan fenomena yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran IPA yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan *scientific reasoning* siswa sekolah dasar. Oleh karena itu, *Smart Pop-Up Book* terintegrasi *QR Code* berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran yang efektif untuk pembelajaran IPA berbasis kebencanaan.

Daftar Pustaka

- Amalia, I. R., & Efendi, N. (2023). Maximizing Science Learning in Elementary Students: Guided Inquiry Unleashed: Potensi Terungkap: Pembelajaran Inquiry Terbimbing Meningkatkan Hasil Belajar Sains pada Siswa Sekolah Dasar. *Academia Open*, 8(1), 10.21070/acopen.8.2023.4694-10.21070/acopen.8.2023.4694. <https://doi.org/10.21070/acopen.8.2023.4694>
- Arda, A., Supriyatman, S., & Afadil, A. (2024). A Review of Students' Critical Thinking Skills in Science Learning in Indonesia. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(4), 1787–1798. <https://jpmipa.fkip.unila.ac.id/index.php/jpmipa/article/view/150>
- Cabello, V. M., Moreira, P. M., & Griño Morales, P. (2021). Elementary Students' Reasoning in Drawn Explanations Based on a Scientific Theory. *Education Sciences*, 11(10), 581. <https://doi.org/10.3390/educsci11100581>
- Cahya, R. D., Pambudi, D. I., Febri, R., & Wahid, N. (2023). Pop-Up Book Media to Improve

- Disaster Literacy in “Kurikulum Merdeka” at Elementary School. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 7(2), 372–386. <https://doi.org/10.24036/jippsd.v7i2.125383>
- Dusanek, V., & Kollar, I. (2026). Interactive Educational Videos to Learn About Psychological Theories: Effects of Learner Control and Feedback Features on Extraneous Cognitive Load and Knowledge Acquisition. *Psychology Learning & Teaching*, 25(1), 35–57. <https://doi.org/10.1177/14757257251407698>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (Ed.). (2021). Principles Based on Generative Activity in Multimedia Learning. Dalam *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3 ed., hlm. 337–436). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.035>
- Hermans, T. D. G., Šakić Trogrlić, R., van den Homberg, M. J. C., Bailon, H., Sarku, R., & Mosurska, A. (2022). Exploring the integration of local and scientific knowledge in early warning systems for disaster risk reduction: A review. *Natural Hazards*, 114(2), 1125–1152. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05468-8>
- Kasmini, L., Akmaluddin, & Berutu, I. (2024). *Development Of Pop-Up Book Learning Media in Science Subject at Elementary School*. <https://eproceeding.bbg.ac.id/index.php/iconesth/article/view/177>
- Lestari, F. D., & Sari, P. M. (2021). Media Pop-Up Book Berbasis Kemampuan Higher Order Thinking Skill (Hots) pada Daur Hidup Hewan. *Jurnal Edutech Undiksha*, 9(2), 206–215. <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i2.38644>
- Mahanani, P., Irawan, L. Y., Anam, C., & Pratiwi, S. S. (2024). Development Of a Disaster Mitigation Book for Elementary School Students. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 10(2), 359–368. <https://doi.org/10.31949/jcp.v10i2.8659>
- Minard, C. (2024). Use of QR Codes to Enhance Learning in a Graduate-Level Clinical Course. *Journal of Formative Design in Learning*, 8(2), 63–70. <https://doi.org/10.1007/s41686-024-00092-0>
- Muna, N. F., Widiyono, A., & Efendi, A. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Pop-Up Book Crossword Puzzle untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPAS Siswa Kelas V SD. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 151–159. <https://doi.org/10.20961/inkui.v13i2.88656>
- Nazhirah, N., Israwati, I., & Tursinawati, T. (2024). Pengaruh Media Pop-Up Book Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Ekosistem Di Kelas V Sd Negeri 1 Beureunuen. *Jurnal Tunas Bangsa*, 11(1), 44–56. <https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v11i1.2600>
- OECD. (2023, Desember 4). *Indonesia*. OECD Publishing. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Putra, B. P., & Wahyuni, S. (2025). Integrasi Kearifan Lokal dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa: Kajian Literatur. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah*

- Kependidikan*, 13(2). <https://doi.org/10.20961/jkc.v13i2.103518>
- Reigeluth, C. M., & An, Y. (2020). *Merging the Instructional Design Process with Learner-Centered Theory: The Holistic 4D Model*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351117548>
- Sinta, & Syofyan, H. (2020). Pengembangan Media Pop-Up Book Pada Pembelajaran IPA di SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11(02), 248–265. <https://doi.org/10.21009/jpd.v11i02.18939>
- Soraya, A. R., & Anas, N. (2024). Pengembangan Media Pop-Up Book Untuk Meningkatkan Berfikir Ilmiah Peserta Didik Sekolah Dasar. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 8(3). <https://doi.org/10.30651/else.v8i3.23848>
- Su, Y.-S., Shao, M., & Zhao, L. (2022). Effect of Mind Mapping on Creative Thinking of Children in Scratch Visual Programming Education. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 906–929. <https://doi.org/10.1177/07356331211053383>
- Utami, R., Ermawati, D., & Ardianti, S. D. (2024). Effectiveness of Mind Mapping Model Assisted by Pop-Up Book Media in Improving Students' Concept Understanding: Efektivitas Model Mind Mapping Berbantuan Media Pop-Up Book Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Madrosatuna: Journal of Islamic Elementary School*, 8(1), 29–34. <https://doi.org/10.21070/madrosatuna.v8i1.1609>