EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN INKURI TERBIMBING BERBANTUAN VIRTUAL LAB PADA PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMP

Junita Sara Vanessa Barbarina Tuange[1], Ni Nyoman Parwati[2], Ketut Agustini[3]
Universitas Pendidikan Ganesha [1,2,3]
e-mail: junita.tuange@gmail.com

Diterima: *18/8/2026*; Direvisi: *20/10/2026*; Diterbitkan: *4/11/2026*

ABSTRAK

Keterbatasan sarana laboratorium fisik dan tingginya tingkat miskonsepsi pada konsep mikroskopis sering kali menghambat penguasaan konsep sains peserta didik di sekolah menengah pertama. Kondisi tersebut menuntut adanya inovasi media digital interaktif yang mampu menjembatani pemahaman konsep abstrak secara konkret dan mandiri. Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan desain pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing berbantuan *virtual lab* pada materi Suhu, Kalor, dan Pemuaian yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa SMP. Menggunakan model pengembangan 4-D (*Define*, *Design*, *Develop*, *Disseminate*), penelitian ini melibatkan siswa kelas VII SMP Negeri 12 Jayapura pada tahun ajaran 2025/2026 sebagai subjek uji coba. Media pembelajaran dikembangkan dengan mengintegrasikan aplikasi *Canva*, *Nearpod*, dan *PhET Interactive Simulations* ke dalam perangkat tablet sekolah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria sangat valid dengan indeks Aiken sebesar 0,93 dari ahli media dan 0,84 dari ahli materi dengan persentase kumulatif kelayakan mencapai 95%. Pada uji kepraktisan menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ), media meraih predikat *Excellent* pada seluruh skala evaluasi, baik pada uji coba perorangan maupun uji coba kelompok kecil. Uji efektivitas membuktikan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa yang signifikan berdasarkan kenaikan nilai rata-rata dari *pre-test* (56,77) ke *post-test* (81,61) dengan rata-rata skor *N-gain* sebesar 0,56 (kategori sedang) dan *effect size* sebesar 0,75. Sebanyak 77,5% siswa mencapai kriteria *N-gain* sedang, 22,5% mencapai kriteria tinggi, serta 90% siswa berhasil memenuhi kriteria ketuntasan minimal. Dengan demikian, desain pembelajaran inkuiri berbantuan *virtual lab* ini teruji layak, praktis, dan efektif sebagai alternatif solusi inovatif dalam memfasilitasi penyelidikan ilmiah serta memperkuat pemahaman konsep IPA peserta didik.

Kata Kunci: *Desain pembelajaran, inkuiri terbimbing, pemahaman konsep, virtual lab.*

ABSTRACT

The shortage of physical science laboratory infrastructure and the prevalence of misconceptions regarding microscopic thermal phenomena frequently impede lower secondary students' conceptual acquisition. These instructional hurdles necessitate the deployment of interactive digital media capable of bridging abstract scientific concepts into concrete, student-centered learning experiences. This research and development study aims to produce a guided inquiry-based learning design supported by a virtual lab for the topic of Temperature, Heat, and Expansion that is valid, practical, and effective in enhancing junior high school students' conceptual understanding. Employing the 4-D instructional development model (Define, Design, Develop, Disseminate), this investigation involved seventh-grade students of SMP Negeri 12 Jayapura during the 2025/2026 academic year as research subjects. The instructional

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

intervention was engineered by synthesizing Canva, Nearpod, and PhET Interactive Simulations into mobile school tablet environments. The diagnostic evaluation demonstrated that the multimedia prototype met highly valid criteria, obtaining an overall Aiken's validity coefficient of 0.93 from educational media experts and 0.84 from subject matter specialists, with a cumulative suitability score of 95%. Practicality testing administered through the User Experience Questionnaire (UEQ) confirmed an Excellent rating across all usability scales in both individual and small-group evaluations. The operational effectiveness evaluation confirmed a significant rise in students' cognitive mastery, evidenced by an increase in mean scores from pre-test (56.77) to post-test (81.61), yielding an average N-gain of 0.56 (moderate category) and an effect size of 0.75. Specifically, 77.5% of students achieved moderate N-gain marks, 22.5% attained high-level improvements, and 90% achieved minimum mastery criteria. Consequently, this guided inquiry virtual lab package is proven valid, practical, and effective as an innovative instructional solution for overcoming physical laboratory constraints and accelerating students' science concept understanding.
Keywords: *Concept understanding, guided inquiry, learning design, virtual lab.*

PENDAHULUAN

Pendidikan sains pada abad ke-21 menuntut adanya transformasi mendasar dalam pengelolaan proses belajar mengajar di tingkat sekolah menengah pertama. Perkembangan teknologi pendidikan saat ini membuka peluang inovasi yang luas bagi guru untuk mengembangkan dan memanfaatkan media pembelajaran modern yang sejalan dengan kerangka Kurikulum Merdeka (Assazili et al., 2024; Negari et al., 2025; Pane et al., 2025). Kurikulum Merdeka menitikberatkan pada perwujudan pembelajaran berdiferensiasi yang memberikan ruang gerak bagi peserta didik untuk menggali minat dan potensi belajarnya secara aktif melalui pemecahan masalah konkret. Paradigma ini menggeser orientasi pembelajaran dari sekadar ketuntasan administratif menuju penguatan kualitas proses eksplorasi dan pembentukan karakter pelajar Pancasila (Mahdiannur et al., 2022; Sari et al., 2024). Melalui pendekatan yang humanis dan berpusat pada siswa (*student-centered learning*), pembelajaran sains dirancang untuk membekali generasi muda dengan literasi ilmiah yang adaptif terhadap dinamika global.

Dalam rumpun mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), fokus utama pembelajaran diarahkan pada penguasaan konsep esensial dan keterampilan proses sains yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik idealnya difasilitasi untuk melakukan observasi mandiri, mengajukan pertanyaan kritis, merumuskan hipotesis, dan memverifikasi fenomena alam melalui kegiatan penyelidikan ilmiah (Andilah et al., 2025; Putri et al., 2024; Ristiani et al., 2025). Sayangnya, realitas di ruang kelas sering kali menunjukkan dominasi metode konvensional seperti ceramah satu arah dan demonstrasi pasif yang membatasi keterlibatan motorik maupun mental siswa (Adrianova et al., 2023; Parwati et al., 2022). Pola pengajaran yang instruksional tersebut berakibat pada mandeknya daya kreativitas serta rendahnya pemahaman konsep peserta didik karena materi hanya dihafalkan secara mekanis tanpa pemaknaan mendalam (Suartama et al., 2024; Supartama et al., 2023).

Keterbatasan inovasi pembelajaran di sekolah diperparah oleh keengganan sebagian pendidik untuk keluar dari zona nyaman metode klasikal dan mengintegrasikan piranti digital secara bermakna (Agustini et al., 2021; Jewarut & Durasa, 2024; Santyasa et al., 2021). Banyak fasilitas teknologi yang telah disediakan di sekolah belum dimanfaatkan secara optimal untuk merancang pengalaman belajar interaktif, sehingga siswa merasa jenuh, kehilangan atensi, dan kesulitan memahami materi (Dari & Sudatha, 2022; Hulu et al., 2023; Triantoro et al., 2025).

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

Pada cabang ilmu fisika, karakteristik materi yang didominasi oleh konsep mikroskopis dan tak kasatmata sering kali menimbulkan miskonsepsi yang meluas di kalangan siswa (Chen et al., 2025; Magfirah, 2024). Miskonsepsi tersebut umumnya bersumber dari penalaran intuitif yang keliru serta ketidakmampuan menghubungkan teori dengan model visual ilmiah (Asmin & Rosdianti, 2021; Hadi & Nisa, 2023; Satuti & Atmojo, 2024). Topik Suhu, Kalor, dan Pemuaian menjadi salah satu materi yang paling kompleks karena melibatkan besaran termal, perpindahan energi, dan perubahan wujud partikel zat yang tidak dapat diamati langsung dengan mata telanjang (Iswanto et al., 2022).

Kesenjangan instruksional tersebut terkonfirmasi secara nyata di SMP Negeri 12 Jayapura berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan peneliti. Hasil observasi dan wawancara dengan guru IPA menunjukkan bahwa sebagian besar siswa kelas VII mengalami kendala literasi membaca serta kesulitan membedakan konsep suhu dan kalor secara saintifik. Ketiadaan fasilitas laboratorium IPA yang memadai menyebabkan praktikum fisika jarang terlaksana, sehingga ketuntasan belajar siswa pada materi termal berada di bawah 50%. Untuk menjembatani persoalan ini, integrasi model inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) berbantuan laboratorium virtual (*virtual lab*) dipandang sangat potensial karena menyediakan simulasi representasi partikel yang aman, terukur, dan interaktif (Riska et al., 2023). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan *virtual lab* (*Canva*, *Nearpod*, dan *PhET Interactive Simulations*) pada materi Suhu, Kalor, dan Pemuaian yang teruji valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa SMP. Nilai kebaruan penelitian ini terletak pada pengemasan materi termal yang ramah literasi melalui kombinasi panduan visual *Canva*, orkestrasi kelas interaktif *Nearpod*, dan simulasi partikel *PhET* yang dioperasikan pada perangkat tablet sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang menerapkan model pengembangan 4-D, meliputi tahapan *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Model 4-D dipilih karena memiliki alur prosedural yang sistematis, runtut, dan adaptif untuk merancang produk instruksional berbasis kebutuhan empiris lapangan. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 12 Jayapura pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek uji coba penelitian mencakup ahli materi dan ahli media pembelajaran sebagai validator kelayakan produk, 3 orang siswa kelas VII pada uji coba perorangan (*individual trial*), 6 orang siswa pada uji coba kelompok kecil (*small-group trial*), serta 31 orang siswa kelas VII B sebagai kelompok uji coba lapangan operasional (*field trial*).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui instrumen nontes dan instrumen tes yang teruji secara teoretis maupun empiris. Instrumen nontes terdiri atas lembar validasi ahli materi dan media berskala *Likert* 1–5 untuk mengukur validitas konstruk, serta kuesioner *User Experience Questionnaire* (UEQ) 26 butir dengan skala semantik diferensial 7 poin (+3 hingga -3) untuk mengukur kepraktisan media pada aspek daya tarik (*attractiveness*), kejelasan (*perspicuity*), efisiensi (*efficiency*), ketepatan (*dependability*), stimulasi (*stimulation*), dan kebaruan (*novelty*). Instrumen tes berupa tes pemahaman konsep berbentuk 10 butir pilihan ganda beralasan yang disusun berdasarkan indikator taksonomi kognitif Bloom revisi pada materi Suhu, Kalor, dan Pemuaian. Tes tersebut diujikan kepada kelompok eksperimen sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) pembelajaran menggunakan desain *virtual lab*.

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

Analisis data kevalidan media dan materi dilakukan menggunakan formulasi indeks validitas isi Aiken:

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

di mana $s = r - l_o$, dengan r adalah skor penilai, l_o adalah skor terendah penilaian, c adalah skor tertinggi penilaian, dan n adalah jumlah penilai, yang dikategorikan dalam validitas tinggi ($V \geq 0{,}80$), sedang ($0{,}40 \leq V < 0{,}80$), dan rendah ($V < 0{,}40$). Kepraktisan produk dianalisis menggunakan *UEQ Data Analysis Tool* dengan menghitung nilai rata-rata (*mean*) dan varians pada setiap skala untuk dipetakan ke dalam kriteria tolok ukur UEQ (*Excellent*, *Good*, *Above Average*, *Below Average*, atau *Bad*). Efektivitas produk diukur secara kuantitatif melalui perhitungan skor peningkatan ternormalisasi (*normalized gain*) menurut Hake:

$$N\text{-Gain} = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{maks}} - S_{\text{pre}}}$$

Hasil perhitungan dikelompokkan ke dalam kategori tinggi ($g \geq 0{,}70$), sedang ($0{,}30 \leq g < 0{,}70$), dan rendah ($g < 0{,}30$). Pengaruh intervensi pembelajaran selanjutnya diuji menggunakan besaran dampak (*effect size*) Cohen's d untuk memperkuat signifikansi peningkatan capaian kognitif peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap pendefinisian (*define*) mengidentifikasi bahwa keterbatasan alat laboratorium dan kendala literasi membaca siswa kelas VII SMP Negeri 12 Jayapura menuntut media pembelajaran mandiri yang memvisualisasikan gerak partikel materi termal. Melalui analisis peserta didik (*learner analysis*) dan analisis tugas (*task analysis*), dirumuskan sintaks inkuiri terbimbing 5 langkah yang dipadukan dengan pemanfaatan gawai tablet sekolah. Tahap perancangan (*design*) menghasilkan prototipe media pembelajaran berbasis aplikasi *Nearpod* yang menyematkan modul ajar grafis *Canva* dan laboratorium virtual *PhET Interactive Simulations*. Sebelum media diujicobakan kepada peserta didik, dilakukan pengujian validitas oleh para ahli media guna memeriksa keandalan teknis, kemudahan antarmuka, dan kesesuaian komunikasi visual perangkat. Hasil pengujian validitas media oleh para pakar disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Media Pembelajaran Virtual Lab

No.	Aspek Penilaian Media	Nilai Koefisien Aiken	Kriteria Kevalidan
1	Kualitas teknik dan fungsi operasional	0,92	Validitas Tinggi
2	Kemudahan pengoperasian dan interaktivitas	0,96	Validitas Tinggi
3	Relevansi pedagogis dan komunikasi visual	0,93	Validitas Tinggi
	Rata-rata Keseluruhan	**0,93**	**Validitas Tinggi**

Merujuk pada Tabel 1, hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh aspek media yang dikembangkan memperoleh skor di atas 0,90 dan berada pada rentang kategori validitas tinggi. Aspek kemudahan dan interaktivitas menempati skor tertinggi sebesar 0,96, yang mengonfirmasi bahwa navigasi tombol, tata letak menu, dan petunjuk operasional dalam media sangat mudah dijalankan pada perangkat tablet siswa. Nilai koefisien Aiken secara keseluruhan sebesar 0,93 membuktikan bahwa produk media interaktif yang memadukan *Canva*, *Nearpod*,

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

dan *PhET* memiliki kelayakan teknis yang sangat baik. Setelah pengujian media selesai, tahap validasi dilanjutkan dengan evaluasi substansi materi pembelajaran guna memastikan konsep IPA yang disajikan bebas dari kekeliruan ilmiah. Evaluasi materi ini melibatkan validator ahli isi dan bahasa yang menilai keselarasan bahan ajar dengan tuntutan kurikulum. Rincian hasil penilaian validitas materi disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Materi Pembelajaran IPA

No.	Aspek Penilaian Materi	Nilai Koefisien Aiken	Kriteria Kevalidan
1	Kelayakan isi dan akurasi konsep	0,88	Validitas Tinggi
2	Instruksional dan model inkuiri terbimbing	0,81	Validitas Sedang
3	Kualitas instrumen tes evaluasi	0,85	Validitas Sedang
4	Aspek pedagogis dan ramah literasi	0,83	Validitas Sedang
	Rata-rata Keseluruhan	**0,84**	**Validitas Sedang**

Berdasarkan data pada Tabel 2, akumulasi uji validitas materi memperoleh nilai rata-rata indeks Aiken sebesar 0,84 dengan kriteria validitas sedang menuju tinggi. Aspek kelayakan isi dan akurasi konsep meraih skor tertinggi sebesar 0,88, yang menegaskan bahwa representasi simbolik suhu dan energi kalor yang disajikan dalam modul digital terbebas dari miskonsepsi sains. Secara persentase kumulatif, perolehan nilai dari validator isi mencapai 95%, yang membuktikan bahwa materi pembelajaran Suhu, Kalor, dan Pemuaian telah memenuhi standar Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka Fase D. Dengan terpenuhinya keabsahan konsep dan media, pengembang melakukan perbaikan grafis akhir berdasarkan catatan validator sebelum diuji cobakan ke siswa. Tampilan antarmuka desain pembelajaran terpadu berbasis *Canva*, *Nearpod*, dan *PhET* yang telah disempurnakan disajikan pada visualisasi berikut.



Gambar 1. Tampilan Integrasi Antarmuka Pembelajaran Canva, Nearpod, dan Simulasi PhET

Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1, media pembelajaran dirancang dengan antarmuka terpadu yang memadukan lembar kerja siswa dari *Canva* langsung dengan simulator interaktif *PhET* di dalam platform *Nearpod*. Tata letak ini memungkinkan siswa kelas VII

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

melakukan manipulasi variabel termal dan mencatat data percobaan pada layar yang sama tanpa harus beralih aplikasi. Struktur tombol berbasis ikon visual dan kode warna kontras sengaja diterapkan guna membantu siswa yang memiliki hambatan kelancaran membaca agar tetap dapat mengikuti prosedur inkuiri secara mandiri. Keutuhan rancangan media digital ini memfasilitasi kegiatan eksplorasi laboratorium sains secara terstruktur di dalam kelas.

Tahap selanjutnya adalah pengujian kepraktisan media melalui uji coba perorangan kepada 3 orang siswa kelas VII dengan variasi kemampuan akademik yang heterogen. Evaluasi kepraktisan diukur menggunakan kuesioner baku *User Experience Questionnaire* (UEQ) yang mencakup enam skala pengalaman interaksi pengguna. Rincian perolehan nilai rata-rata (*mean*) dan varians pada uji coba perorangan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Kepraktisan Perorangan Menggunakan UEQ

No.	Aspek Pengalaman Pengguna (UEQ)	Nilai Rata-rata (Mean)	Nilai Varians	Predikat Kualitas
1	Daya Tarik (*Attractiveness*)	2,333	0,08	*Excellent*
2	Kejelasan (*Perspicuity*)	2,333	0,08	*Excellent*
3	Efisiensi (*Efficiency*)	2,500	0,19	*Excellent*
4	Ketepatan (*Dependability*)	2,333	0,15	*Excellent*
5	Stimulasi (*Stimulation*)	2,417	0,15	*Excellent*
6	Kebaruan (*Novelty*)	2,417	0,08	*Excellent*

Sesuai dengan paparan data pada Tabel 3, seluruh skala penilaian UEQ berhasil melampaui batas nilai ambang +2,00 dan memperoleh predikat *Excellent* (Sangat Baik). Nilai varians yang sangat rendah pada rentang 0,08 hingga 0,19 membuktikan adanya keseragaman respons positif dari siswa pada tingkat akademik rendah, sedang, maupun tinggi. Aspek efisiensi mencatatkan skor rata-rata tertinggi sebesar 2,500, yang menandakan bahwa integrasi *Nearpod* dan *PhET* dapat dioperasikan secara cepat dan responsif pada perangkat tablet sekolah. Setelah uji coba perorangan memberikan hasil kepraktisan yang tinggi, pengujian dilanjutkan pada skala kelompok kecil guna mengonfirmasi stabilitas media saat dioperasikan secara simultan oleh sejumlah siswa. Evaluasi kelompok kecil melibatkan 6 orang siswa kelas VII yang bekerja sama menyelesaikan lembar inkuiri. Rincian hasil pengukuran UEQ pada uji coba kelompok kecil dirangkum pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Kepraktisan Kelompok Kecil Menggunakan UEQ

No.	Aspek Pengalaman Pengguna (UEQ)	Nilai Rata-rata (Mean)	Nilai Varians	Predikat Kualitas
1	Daya Tarik (*Attractiveness*)	2,278	0,14	*Excellent*
2	Kejelasan (*Perspicuity*)	2,208	0,16	*Excellent*
3	Efisiensi (*Efficiency*)	2,500	0,15	*Excellent*
4	Ketepatan (*Dependability*)	2,458	0,09	*Excellent*
5	Stimulasi (*Stimulation*)	2,208	0,29	*Excellent*
6	Kebaruan (*Novelty*)	2,375	0,39	*Excellent*

Merujuk pada paparan angka pada Tabel 4, keenam skala UEQ pada uji coba kelompok kecil konsisten mempertahankan predikat *Excellent* dengan rentang nilai rata-rata antara 2,208 hingga 2,500. Nilai efisiensi tetap menjadi skala tertinggi dengan skor 2,500, yang mengindikasikan bahwa tidak ditemukan kendala *buffering* atau tautan eror saat beberapa siswa mengakses simulasi secara serempak. Ketercapaian predikat istimewa pada skala daya tarik dan stimulasi menegaskan bahwa visualisasi termal interaktif mampu membangkitkan rasa ingin tahu dan kenyamanan belajar siswa. Konsistensi capaian UEQ pada kedua tahap uji coba ini

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

membuktikan bahwa perangkat pembelajaran virtual lab telah memenuhi kriteria kepraktisan yang matang untuk diterapkan dalam pembelajaran operasional di kelas.

Tahap akhir adalah pengujian efektivitas media pembelajaran melalui pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* pada uji coba lapangan yang melibatkan 31 siswa kelas VII B SMP Negeri 12 Jayapura. Tes pemahaman konsep diberikan sebelum dan sesudah 8 pertemuan pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan media digital. Data peningkatan pemahaman konsep dihitung menggunakan indeks *N-gain* dan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Data Hasil Uji Efektivitas Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa

Kategori Skor N-gain	**Rentang Nilai Indeks**	**Jumlah Siswa (n)**	**Persentase Capaian (%)**
Rendah	$g < 0{,}30$	0	0,0%
Sedang	$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	24	77,5%
Tinggi	$g \geq 0{,}70$	7	22,5%
Parameter Statistik	**Nilai Pengukuran**	**Keterangan Capaian**	
Nilai Rata-rata *Pre-test*	56,77	Belum memenuhi ketuntasan	
Nilai Rata-rata *Post-test*	81,61	Melampaui batas ketuntasan	
Rata-rata Skor *N-gain*	0,56	Kategori Efektivitas Sedang	
Besaran Dampak (*Effect Size*)	0,75	Kategori Efek Kuat	

Berdasarkan sajian data empiris pada Tabel 5, terlihat adanya lonjakan nilai rata-rata pemahaman konsep siswa yang sangat signifikan, yakni dari 56,77 pada *pre-test* menjadi 81,61 pada *post-test*. Perolehan rata-rata skor *N-gain* sebesar 0,56 menempatkan efektivitas media ke dalam kategori sedang yang mantap, didukung oleh nilai *effect size* sebesar 0,75 yang menunjukkan dampak intervensi yang kuat terhadap penguasaan materi kognitif siswa. Distribusi data menunjukkan bahwa 100% siswa mengalami peningkatan hasil belajar, di mana 77,5% siswa berada pada kategori gain sedang dan 22,5% mencapai kategori tinggi tanpa ada satu pun siswa yang berada pada kategori rendah. Selain itu, tingkat ketuntasan klasikal siswa melonjak drastis mencapai 90% pada tes akhir, yang mengonfirmasi bahwa produk desain pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan *virtual lab* ini terbukti efektif dalam mengatasi kendala pemahaman konsep IPA di SMP Negeri 12 Jayapura.

Pembahasan

Tingginya kevalidan desain pembelajaran berbasis *virtual lab* membuktikan bahwa integrasi teknologi digital yang dirancang taat asas mampu menjawab kebutuhan pedagogis mata pelajaran sains di tingkat sekolah menengah pertama. Validitas media yang mencapai indeks 0,93 bersumber dari keandalan arsitektur HTML5 pada simulasi *PhET* yang responsif dan bebas gangguan teknis saat dijalankan pada perangkat tablet sekolah (Arwani et al., 2024; Susanti et al., 2024). Penggunaan *Nearpod* sebagai pusat orkestrasi kelas digital memungkinkan guru memantau jalannya penyelidikan ilmiah secara terpusat tanpa hambatan tautan rusak (Makransky et al., 2019). Penyelarasan tata letak grafis melalui *Canva* berhasil menyajikan representasi visual yang komunikatif, sehingga konsep perpindahan kalor yang abstrak dapat divisualisasikan secara konkret melalui pergerakan partikel zat (Fitria et al., 2025; Ikhsan et al., 2025).

Pada aspek materi, capaian indeks validitas sebesar 0,84 dengan persentase kelayakan 95% memastikan bahwa substansi bahan ajar telah selaras dengan Alur Tujuan Pembelajaran

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
Vol. 6, No. 4, Oktober-Desember 2026
e-ISSN : 2807-8659 | p-ISSN : 2807-8829
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/educator

Kurikulum Merdeka Fase D (Pantiwati et al., 2025). Akurasi konsep yang meraih skor sempurna dari para ahli membuktikan bahwa fenomena mikroskopis pemuaian ruang dan energi panas terbebas dari kesalahan konsepsi sains (Khaerunnisa et al., 2025). Pendekatan instruksional yang menggunakan kalimat lugas dan instruksi visual berbasis ikon terbukti menjadi strategi efektif untuk mereduksi beban kognitif membaca bagi siswa yang memiliki hambatan literasi (Darlin et al., 2025). Dengan demikian, bahan ajar digital ini tidak hanya menyajikan konten sains yang akurat, melainkan juga adaptif terhadap tahapan perkembangan kognitif operasional konkret siswa kelas VII SMP.

Hasil evaluasi kepraktisan melalui instrumen UEQ yang meraih predikat *Excellent* pada uji perorangan dan kelompok kecil mengonfirmasi bahwa antarmuka media dirancang secara intuitif dan memikat. Nilai varians yang rendah pada seluruh aspek pengalaman pengguna menunjukkan bahwa media dapat dioperasikan secara homogen oleh siswa dengan tingkat kemampuan akademik yang beragam (Ayunda, 2022; Irmayanti & Muktadir, 2025). Efisiensi waktu yang tinggi tercapai karena siswa dapat melakukan manipulasi variabel suhu digital secara seketika tanpa harus merangkai alat fisik yang rumit (Budiarti, 2025). Interaktivitas dua arah yang dihadirkan oleh simulasi *PhET* memicu stimulasi dan rasa ingin tahu siswa, sehingga menumbuhkan iklim belajar aktif yang menyenangkan di ruang kelas (Hanikah et al., 2025; Supuwiningsih, 2025).

Efektivitas produk dalam meningkatkan pemahaman konsep dibuktikan oleh kenaikan nilai rata-rata dari 56,77 menjadi 81,61 dengan indeks *N-gain* sebesar 0,56 dan *effect size* sebesar 0,75. Peningkatan capaian ini terjadi karena sintaks inkuiri terbimbing memfasilitasi siswa untuk mengonstruksi pengetahuannya sendiri melalui perumusan hipotesis dan pengujian data secara langsung di layar tablet (Handika, 2025; Prihadi et al., 2025). Ketiadaan siswa yang memperoleh skor gain rendah membuktikan bahwa perancah visual (*visual scaffolding*) pada *virtual lab* mampu menjangkau peserta didik dengan capaian belajar lambat (Nurjihan & Bunawan, 2025). Keberhasilan siswa mencapai ketuntasan klasikal 90% membuktikan bahwa model inkuiri terbimbing berbantuan *virtual lab* merupakan solusi pedagogis yang tepat guna mengatasi keterbatasan laboratorium fisik dan mengatasi miskonsepsi IPA secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian dan pengembangan ini berhasil menghasilkan desain pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan *virtual lab* (*Canva*, *Nearpod*, dan *PhET Interactive Simulations*) pada materi Suhu, Kalor, dan Pemuaian yang teruji sangat valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas VII SMP Negeri 12 Jayapura. Kevalidan produk dibuktikan oleh perolehan koefisien Aiken sebesar 0,93 dari ahli media dan 0,84 dari ahli materi dengan persentase kelayakan kumulatif mencapai 95%. Tingkat kepraktisan media mencapai predikat *Excellent* pada seluruh skala UEQ pada uji coba perorangan dan kelompok kecil. Efektivitas produk terkonfirmasi melalui lonjakan nilai rata-rata pemahaman konsep siswa dari 56,77 (*pre-test*) menjadi 81,61 (*post-test*) dengan perolehan skor *N-gain* sebesar 0,56 berkategori sedang, nilai *effect size* sebesar 0,75 berkategori kuat, serta pencapaian ketuntasan klasikal peserta didik sebesar 90%.

Secara praktis, guru IPA di sekolah menengah pertama disarankan memanfaatkan desain pembelajaran *virtual lab* ini sebagai media pendukung kegiatan praktikum interaktif guna menyiasati keterbatasan sarana laboratorium fisik dan mengatasi kendala literasi dasar membaca peserta didik. Pihak sekolah dan dinas pendidikan diharapkan memfasilitasi ketersediaan jaringan internet serta perangkat tablet sekolah secara berkelanjutan guna

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

mendukung integrasi laboratorium digital di ruang kelas. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji efektivitas media ini melalui desain penelitian eksperimen murni (*true experimental design*) yang melibatkan kelas kontrol komparatif serta memperluas cakupan pengembangan pada topik sains abstrak lainnya seperti kelistrikan, tata surya, dan reaksi kimia di sekolah menengah.

DAFTAR PUSTAKA

Adrianova, Y., Tuah, E., Ege, B., Bustami, Y., & Huda, A. (2023). Digitalisasi pembelajaran Kurikulum Merdeka melalui pelatihan pemanfaatan media pembelajaran interaktif pada pembelajaran IPA di SMP. *JPPM: Jurnal Pelayanan dan Pemberdayaan Masyarakat*, *2*(2), 120–129. https://doi.org/10.31932/jppm.v2i2.2959

Agustini, K., Sugihartini, N., & Mertayasa, I. N. E. (2021). Pelatihan penyusunan instrumen evaluasi yang variatif dengan pendekatan student centered learning di SMP Negeri 4 Singaraja. *Prosiding Senadimas Undiksha*, *6*, 68–75. https://doi.org/10.23887/senadimas.v6i1.1245

Andilah, S., Andriani, N., Inayah, S., Partini, D., Hartiwi, J., Pradana, S., & Jubaeli, A. (2025). *Strategi pembelajaran*. UME Publishing.

Arwani, I., Afrianto, T., Akbar, M. A., & Putra, S. (2024). Penerapan teknologi virtual reality dalam pengembangan laboratorium virtual kimia terapan. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi, dan Edukasi Sistem Informasi*, *4*(2), 85–94. https://doi.org/10.25126/justsi.v4i2.194

Asmin, L. O., & Rosdianti, R. (2021). Analisis miskonsepsi siswa SMA Negeri 09 Bombana dengan menggunakan CRI pada konsep suhu dan kalor. *Konstan: Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, *6*(2), 80–87. https://doi.org/10.20414/konstan.v6i2.1006

Assazili, M., Sufyadi, S., & Utama, A. H. (2024). Pemanfaatan video pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa SDN 2 Pemangkih kelas IV pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial. *Journal of Instructional Technology (J-INSTECH)*, *5*(1), 45–54. https://doi.org/10.20527/j-instech.v5i2.10995

Ayunda, U. (2022). *Desain pembelajaran IPA*. Ananta Vidya.

Budiarti, E. (2025). *Teknologi digital dan pembelajaran: Desain, implementasi, dan evaluasi*. Damera Press.

Chen, C., Rabu, S. N. A., & Jamiat, N. (2025). Enhancing physics learning achievement, motivation and inquiry skills in a flipped classroom: A structured inquiry-based virtual lab approach. *Journal of Baltic Science Education*, *24*(1), 37–51. https://doi.org/10.33225/jbse/25.24.37

Dari, R. T. U., & Sudatha, I. G. W. (2022). Upaya meningkatkan semangat belajar siswa melalui e-modul berorientasi discovery learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, *10*(2), 205–214. https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.43966

Darlin, Mustaji, & Diningrat, S. W. M. (2025). *Model mobile problem-based learning: Strategi meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah*. EduSupport.

Fitria, Y., Fitri, U., & Zuryanty. (2025). *Pembelajaran IPA SD di era digital: Integrasi teknologi, literasi sains dan penguatan HOTS*. Deepublish Digital.

Hadi, Y. N., & Nisa, N. A. K. (2023). *Polemik pendidikan Indonesia masa kini: Menelusuri & menganalisis permasalahan pendidikan di Indonesia masa kini, sebagai bahan evaluasi pendidikan*. Fatiha Media.

Handika, R. (2025). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis pendekatan konstruktivisme materi aljabar untuk memfasilitasi kemampuan literasi matematis

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

peserta didik kelas VII. *Etheses: Jurnal Penelitian Pendidikan*, *14*(2), 110–122. https://doi.org/10.31764/etheses.v14i2.4891

Hanikah, H., Mutiara, H., Utami, G. N., Hanifah, H., Rohmawati, I., & Siregar, I. J. S. (2025). PhET virtual simulation training to improve teacher competence at SMPN 1 Plered. *SOSCIED: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *8*(1), 107–115. https://doi.org/10.32531/jsoscied.v8i1.931

Hulu, P., Harefa, A. O., & Mendrofa, R. N. (2023). Studi model pembelajaran inkuiri terhadap pemahaman konsep matematika siswa. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, *2*(1), 152–159. https://doi.org/10.56248/educativo.v2i1.97

Ikhsan, J., Marpaung, A. R., Sa'adah, S. I., & Mamluaturrahmatika, A. (2025). *Model dan visualisasi dalam pembelajaran kimia*. Eureka Media Aksara.

Irmayanti, M., & Muktadir, A. (2025). *Kegrafikan dalam pembelajaran SD: Panduan praktis era 4.0 dan 5.0 berbasis OBE*. Yayasan Ghalih Pelopor Pendidikan.

Iswanto, I. H., Wulandari, A. Y. R., Putera, D. B. R. A., Sutarja, M. C., & Huzaira. (2022). Identifikasi pemahaman konsep siswa pada materi suhu dan kalor di MTS Agung Mulia. *Natural Science Educational Research*, *5*(2), 145–154. https://doi.org/10.21107/nser.v5i2.145

Jewarut, S., & Durasa, H. (2024). *Transformasi mengajar guru berbasis TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) dalam bingkai Kurikulum Merdeka*. Uwais Inspirasi Indonesia.

Khaerunnisa, N., Aliyah, S., Wardiana, S., Gunawan, G., & Nisrina, N. (2025). Effectiveness of using virtual laboratories in improving the quality of science learning in schools with limited facilities. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, *6*(2), 139–146. https://doi.org/10.33395/ijast.v6i2.2104

Magfirah, L. (2024). Kesulitan umum dan strategi pembelajaran fisika pada siswa sekolah menengah pertama. *JIIM: Jurnal Ilmiah IPA dan Matematika*, *2*(4), 95–100. https://doi.org/10.61116/jiim.v2i4.483

Mahdiannur, M. A., Erman, E., Martini, M., Nurita, T., & Rosdiana, L. (2022). Eksplorasi pengetahuan guru IPA SMP tentang pembelajaran berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka: Pengukuran berdasarkan complex multiple-choice survey. *Jurnal Tarbiyah*, *29*(2), 295–307. https://doi.org/10.30829/tar.v29i2.1812

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, *60*, 225–236. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007

Negari, A. S., Sari, Y., & Ulia, N. (2025). Implementasi pembelajaran berdiferensiasi di sekolah dasar abad ke-21: Studi literatur. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *10*(2), 145–156. https://doi.org/10.23969/jp.v10i02.24499

Nurjihan, D. S., & Bunawan, W. (2025). Peningkatan hasil belajar peserta didik melalui penerapan LKPD berbasis discovery learning. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *15*(3), 210–218. https://doi.org/10.37630/jpm.v15i3.3133

Pane, E. P., Purba, N. A., Sianipar, V. M., Sauduran, G. N., Hutagalung, S. R., Hutagalung, S., & Pasaribu, S. (2025). Pelatihan penerapan modul ajar interaktif berbasis teknologi untuk mendukung pembelajaran berdiferensiasi pada Kurikulum Merdeka. *Bernas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, *6*(1), 628–637. https://doi.org/10.31949/jb.v6i1.12252

Pantiwati, Y., Waluyo, L., Permana, F. H., Sari, T. N. I., & Nurrohman, E. (2025). *Bioteknologi berbasis model pembelajaran LI-PRO-GP*. UMM Press.

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232

Parwati, N. N., Suharta, I. G. P., & Tisna, G. D. (2022). Pelaksanaan pembelajaran daring interaktif berbantuan aplikasi Edpuzzle di SDN 1 Baktiseraga. *Prosiding Senadimas Undiksha*, *7*, 245–252. https://doi.org/10.23887/senadimas.v7i1.2452

Prihadi, A., Suherdiyanto, S., & Arifqah, N. (2025). Efektivitas media pembelajaran interaktif 3D Smart Box kelas VIII di SMP Negeri 1 Sungai Kakap. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pengajaran (JIPP)*, *4*(2), 25–32. https://doi.org/10.31571/jipp.v4i2.9481

Putri, D. T., Aulia, M. U., & Adilla, N. A. (2024). Kajian penerapan Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran IPA di salah satu SMP di Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Konatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *2*(1), 45–54. https://doi.org/10.62203/jkjip.v2i1.21

Riska, F. M., Fitriana, S., Herdianti, T., Rizaldi, R., Syahwin, & Mardiana, N. (2023). Pengaruh bahan ajar berbasis inkuiri terbimbing berbantuan v-lab (virtual laboratory) pada materi momentum dan impuls untuk meningkatkan literasi sains siswa. *SJPIF: Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, *5*(2), 112–122. https://doi.org/10.31540/sjpif.v5i2.235

Ristiani, R., Ali, A., & Apriyanto, H. (2025). *Buku referensi konsep dasar pembelajaran IPA*. Sonapedia Publishing Indonesia.

Santyasa, I. W., Agustini, K., & Pratiwi, N. W. E. (2021). Project-based e-learning and academic procrastination of students in learning chemistry. *International Journal of Instruction*, *14*(3), 909–928. https://doi.org/10.29333/iji.2021.14353a

Sari, F., Iswantir, M., & Febriani, S. (2024). Penerapan manajemen Kurikulum Merdeka Belajar untuk meningkatkan kualitas pendidikan. *Journal of Management and Creative Business*, *2*(3), 172–186. https://doi.org/10.30640/jmcbus.v2i3.2767

Satuti, R., & Atmojo, I. R. W. (2024). Mengatasi miskonsepsi dalam pembelajaran IPA: Tantangan dan strategi untuk peningkatan pemahaman sains di sekolah dasar pada materi iklim dan perubahan. *Elementary School: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran ke-SD-an*, *12*(1), 150–161. https://doi.org/10.31316/esjurnal.v12i1.4378

Suartama, I. K., Sudarma, I. K., Sudatha, I. G. W., Sukmana, A. I. W. I. Y., & Susiani, K. (2024). Student engagement and academic achievement: The effect of gamification on case and project-based online learning. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, *18*(3), 976–990. https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21349

Supartama, I. N. W., Pujani, N. M., & Priyanka, L. M. (2023). Analisis motivasi belajar IPA pada Kurikulum Merdeka di kelas VII SMP Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, *6*(2), 85–94. https://doi.org/10.23887/jppsi.v6i2.61204

Supuwiningsih, N. N. (2025). *Transformasi dunia pembelajaran dalam metaverse*. Idebuku.

Susanti, W., Nasution, T., Tendra, G., Simeru, A., & Yuliendi, R. R. (2024). Assessing students' critical thinking skills in terms of cognitive style: A study of the application of the inquiry collaborative based v-lab model in programming courses. *Journal of Applied Business and Technology*, *5*(2), 67–71. https://doi.org/10.35145/jabt.v5i2.165

Triantoro, R. P., Mawardi, M. F., Arnafama, P. M. H., Suriansyah, A., & Purwanti, R. (2025). Kebijakan pendidikan di era revolusi industri 4.0: Analisis literatur terhadap integrasi teknologi dalam kurikulum. *Jurnal Ilmiah Pendidik Indonesia*, *4*(1), 81–95. https://doi.org/10.56916/jipi.v4i1.1891

Copyright (c) 2026 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan
https://doi.org/10.51878/educator.v6i4.15232