

Hasil Belajar Materi Perubahan Iklim dengan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Siswa Kelas X

¹Aulia Zuhrianti, ²Gito Hadiprayitno, ³Mohammad Liwa Ilhamdi

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: hadiprayitno@gmail.com

Received: April 2025 ; Revised: April 2025 ; Published: May 2025

Abstrak

Penelitian ini menelaah hasil belajar kognitif siswa kelas X pada materi perubahan iklim setelah pembelajaran menggunakan media berbasis Android. Kajian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan variasi media pembelajaran di kelas dan oleh bukti terdahulu yang menunjukkan bahwa manfaat mobile learning dipengaruhi oleh desain pedagogis, konteks materi, dan cara implementasinya. Penelitian menggunakan kuasi eksperimen dengan desain nonequivalent pretest-posttest control group pada 70 siswa SMA Negeri 3 Mataram, masing-masing 35 siswa pada kelas eksperimen dan kontrol. Kelas eksperimen menggunakan media Android yang dikembangkan dengan Construct 2 selama empat pertemuan, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran tanpa media tersebut. Hasil belajar diukur menggunakan 25 soal pilihan ganda. Secara deskriptif, rata-rata pretest kelas eksperimen dan kontrol masing-masing 54,85 dan 45,37, sedangkan rata-rata posttest masing-masing 91,78 dan 84,68. Namun, gain mentah kelas eksperimen (36,93) lebih kecil daripada kelas kontrol (39,31), sehingga perbedaan posttest tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai efek perlakuan tanpa mengendalikan perbedaan awal. Oleh karena itu, analisis antar-kelompok perlu menggunakan ANCOVA dengan posttest sebagai luaran dan pretest sebagai kovariat serta melaporkan interval kepercayaan dan ukuran efek. Temuan deskriptif menunjukkan peningkatan pada kedua kelas, tetapi klaim kausal dibatasi sampai analisis yang disesuaikan terhadap baseline tersedia.

Kata kunci: media pembelajaran Android; mobile learning; hasil belajar; perubahan iklim; kuasi eksperimen

Climate Change Learning Outcomes with Android-Based Learning Media among Grade X Students

Abstract

This study examines Grade X students' cognitive learning outcomes on climate change after instruction supported by Android-based learning media. The study was motivated by limited variation in classroom learning media and by prior evidence showing that the benefits of mobile learning depend on pedagogical design, subject context, and implementation. A quasi-experimental nonequivalent pretest-posttest control-group design involved 70 students at SMA Negeri 3 Mataram, with 35 students in each group. The experimental class used Android-based media developed with Construct 2 across four meetings, whereas the control class learned without the Android media. Learning outcomes were assessed using 25 multiple-choice items. Descriptively, the experimental and control groups had mean pretest scores of 54.85 and 45.37 and mean posttest scores of 91.78 and 84.68, respectively. However, the experimental group's raw gain (36.93) was lower than the control group's raw gain (39.31). Therefore, the higher experimental posttest mean cannot be interpreted directly as a treatment effect without accounting for baseline differences. Between-group inference should use ANCOVA with posttest as the outcome and pretest as the covariate, accompanied by confidence intervals and an effect-size estimate. The descriptive evidence indicates improvement in both groups, while causal claims should remain limited until baseline-adjusted analysis is available.

Keywords: Android-based learning media; mobile learning; learning outcomes; climate change; quasi-experiment

How to Cite: Zuhrianti, A. ., Hadiprayitno, G. ., & Ilhamdi, M. L. . (2025). Hasil Belajar Materi Perubahan Iklim dengan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Siswa Kelas X. *Multi Discere Journal*, 4(1), 37-48. <https://journal-center.litpam.com/index.php/mdj/article/view/6991>



<https://journal-center.litpam.com/index.php/mdj/article/view/6991>

Copyright© 2025, Zuhrianti et al.
This is an open-access article under the
CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Hasil belajar merupakan salah satu indikator penting untuk menilai ketercapaian tujuan pembelajaran karena mencerminkan perubahan pengetahuan, keterampilan, dan sikap setelah siswa mengikuti pengalaman belajar. Dalam pembelajaran Biologi, materi perubahan iklim menuntut siswa memahami hubungan sebab-akibat yang kompleks, bukti ilmiah, serta konsekuensi ekologis yang sering sulit direpresentasikan hanya melalui penjelasan verbal. Belajar dipahami sebagai proses perubahan yang terbentuk melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan (Novitasari et al., 2015). Karena itu, media pembelajaran berfungsi tidak hanya sebagai saluran komunikasi nonverbal, tetapi juga sebagai sarana untuk mengorganisasi informasi, memvisualisasikan konsep, dan memfasilitasi interaksi siswa dengan materi (Mashuri & Budiyo, 2020). Pemanfaatan media yang sesuai dapat mengurangi keabstrakan konsep, sebagaimana dijelaskan melalui gagasan pengalaman belajar konkret (Dina, 2011), sekaligus membantu guru menyajikan materi secara lebih sistematis. Perkembangan teknologi informasi telah memperluas pilihan media digital dalam pendidikan (Viajayani et al., 2013; Hadiprayitno et al., 2021). Studi pengembangan dan implementasi di Indonesia juga menunjukkan bahwa media Android dapat mendukung pembelajaran dan literasi sains ketika isi, tampilan, dan aktivitas belajar dirancang sesuai kebutuhan siswa (Fatmawati et al., 2021; Ramdani et al., 2020).

Di SMA Negeri 3 Mataram, observasi awal menunjukkan bahwa pembelajaran Biologi kelas X masih bertumpu pada LKPD dan, pada materi tertentu, PowerPoint sehingga variasi representasi dan akses belajar mandiri masih terbatas. Penggunaan media digital tetap perlu mempertimbangkan tujuan, karakteristik siswa, akses perangkat, dan cara media diintegrasikan ke dalam aktivitas pembelajaran (Susilawati et al., 2017). Smartphone Android relevan karena mudah dibawa, dapat digunakan di luar kelas, dan mampu memuat teks, gambar, audio, video, serta navigasi interaktif. Mehdipour dan Hamideh (2013) menekankan fleksibilitas dan kemudahan akses sebagai keunggulan mobile learning, sedangkan Amirullah dan Susilo (2018) menunjukkan peluang pengembangan aplikasi pembelajaran melalui ekosistem Android yang terbuka. Namun, penggunaan teknologi tidak otomatis meningkatkan hasil belajar. Tinjauan sistematis pada pendidikan sains menunjukkan bahwa dampak smartphone cenderung positif tetapi sangat bergantung pada tujuan penggunaan dan desain pembelajaran (Ubben et al., 2023). Meta-analisis juga menunjukkan bahwa efek mobile learning pada sains dipengaruhi oleh bidang, pendekatan pedagogis, lingkungan belajar, dan bentuk pembelajaran pembandingan (Garzón & Lampropoulos, 2024), serta oleh peran pedagogis guru dan siswa (Shi & Kopcha, 2022). Karena itu, urgensi penelitian bukan sekadar menghadirkan Android sebagai perangkat baru, melainkan menguji bagaimana media tersebut berkaitan dengan hasil belajar pada konteks materi dan desain pembelajaran tertentu.

Penelitian terdahulu telah melaporkan manfaat media Android pada berbagai konteks. Uma et al. (2022) menemukan perbedaan hasil belajar pada materi perkembangbiakan tumbuhan, Sasmita et al. (2023) mengkaji hasil belajar dan keterampilan proses sains, sedangkan Tamanolies et al. (2024) meneliti pembelajaran Biologi pada siswa lintas minat. Rahmasuci dan Ngabekti (2023) mengembangkan mobile learning Android pada materi virus, sementara Indriyanti et al. (2024) mengembangkan seri video berbasis Android pada topik perubahan iklim dengan fokus literasi lingkungan. Anggraeni dan Aminatun (2019) juga menunjukkan potensi

modul Android pada topik perubahan iklim untuk kemampuan berpikir kritis. Di tingkat yang lebih luas, penelitian mobile learning di Indonesia didominasi pengembangan produk dan kuasi eksperimen, dengan hasil belajar sebagai salah satu variabel yang paling sering dikaji (Nugroho et al., 2023). Oleh sebab itu, perbedaan lokasi sekolah semata tidak memadai sebagai kebaruan. Kebaruan yang dapat dipertahankan pada penelitian ini terletak pada evaluasi media Android offline berbasis Construct 2 pada materi perubahan iklim kelas X, dengan penekanan pada estimasi hasil belajar antarkelompok yang mempertimbangkan skor awal. Fokus pada baseline penting karena perbandingan posttest saja dapat menyesatkan ketika kemampuan awal kelompok tidak seimbang. Dengan demikian, penelitian ini diposisikan sebagai bukti kontekstual tentang penggunaan media Android pada topik perubahan iklim, bukan sebagai klaim bahwa Android secara umum selalu lebih efektif daripada media lain.

Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil belajar kognitif siswa kelas X pada materi perubahan iklim antara kelas yang menggunakan media pembelajaran berbasis Android dan kelas yang tidak menggunakan media tersebut, dengan mempertimbangkan skor pretest sebagai kondisi awal. Hasil belajar dibatasi pada skor tes kognitif 25 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator pencapaian kompetensi materi perubahan iklim. Perlakuan berlangsung empat pertemuan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 dan hanya melibatkan dua kelas utuh di satu sekolah. Karena kelas tidak ditetapkan secara acak, penelitian menggunakan desain nonequivalent control group dan generalisasi hasil perlu dibatasi pada konteks yang sebanding. Hipotesis penelitian dirumuskan bahwa, setelah perbedaan skor awal dikendalikan, terdapat perbedaan hasil belajar posttest antara kelas yang menggunakan media Android dan kelas kontrol. Pengujian hipotesis yang sesuai untuk tujuan tersebut adalah analisis kovarians (ANCOVA) dengan posttest sebagai variabel dependen dan pretest sebagai kovariat. Pendekatan ini lebih konsisten dengan desain pretest-posttest daripada paired-sample t-test untuk membandingkan dua kelas yang independen. Pembatasan ruang lingkup, definisi luaran, dan strategi analisis ini dimaksudkan agar klaim penelitian proporsional terhadap desain dan data yang tersedia.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan kuasi eksperimen dengan nonequivalent pretest-posttest control group design. Dua kelas utuh digunakan sebagai kelompok penelitian: kelas X-10 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-9 sebagai kelas kontrol. Kedua kelas mengikuti tes awal sebelum pembelajaran dan tes akhir setelah empat pertemuan. Kelas eksperimen menggunakan media pembelajaran berbasis Android yang dikembangkan peneliti, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran materi yang sama tanpa media Android. Penetapan kelas tidak dilakukan melalui randomisasi individual; karena itu desain ini tidak diperlakukan sebagai randomized controlled trial. Struktur desain disajikan pada Tabel 1. Penggunaan pretest berfungsi untuk mendeskripsikan kondisi awal sekaligus sebagai kovariat pada analisis antar-kelompok, karena perbedaan skor awal berpotensi memengaruhi interpretasi posttest. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 3 Mataram pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Dengan hanya satu kelas pada setiap kondisi, efek perlakuan

tidak dapat sepenuhnya dipisahkan dari karakteristik kelas; keterbatasan ini dipertimbangkan saat menafsirkan hasil.

Tabel 1. Skema desain nonequivalent pretest-posttest control group

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen (X-10)	O1	Media Android (X)	O2
Kontrol (X-9)	O3	Tanpa media Android	O4

Subjek Penelitian

Populasi penelitian terdiri atas seluruh siswa kelas X SMA Negeri 3 Mataram yang tersebar dalam 13 kelas. Sampel berjumlah 70 siswa, masing-masing 35 siswa di kelas X-9 dan 35 siswa di kelas X-10. Pemilihan menggunakan kelas utuh dengan pertimbangan kesamaan jumlah siswa, kestabilan hasil belajar, dan keaktifan siswa yang digunakan oleh sekolah dan peneliti saat menentukan kelas. Karena kriteria tersebut bukan randomisasi dan mencakup karakteristik akademik maupun keaktifan, pemilihan sampel berpotensi menimbulkan bias seleksi. Oleh sebab itu, kedua kelas diperlakukan sebagai kelompok nonequivalent dan perbedaan awal diperiksa melalui skor pretest. Unit analisis adalah siswa, tetapi penugasan perlakuan terjadi pada tingkat kelas. Dengan hanya satu kelas untuk setiap kondisi, variasi yang berasal dari budaya kelas, dinamika teman sebaya, atau karakteristik guru dapat berbaur dengan efek media. Konsekuensinya, estimasi efek harus ditafsirkan sebagai temuan pada dua kelas yang diteliti dan tidak langsung digeneralisasi ke seluruh siswa SMA. Karakteristik demografis rinci siswa tidak tersedia pada naskah awal, sehingga interpretasi difokuskan pada skor hasil belajar dan konteks kelas.

Media, Instrumen, dan Prosedur

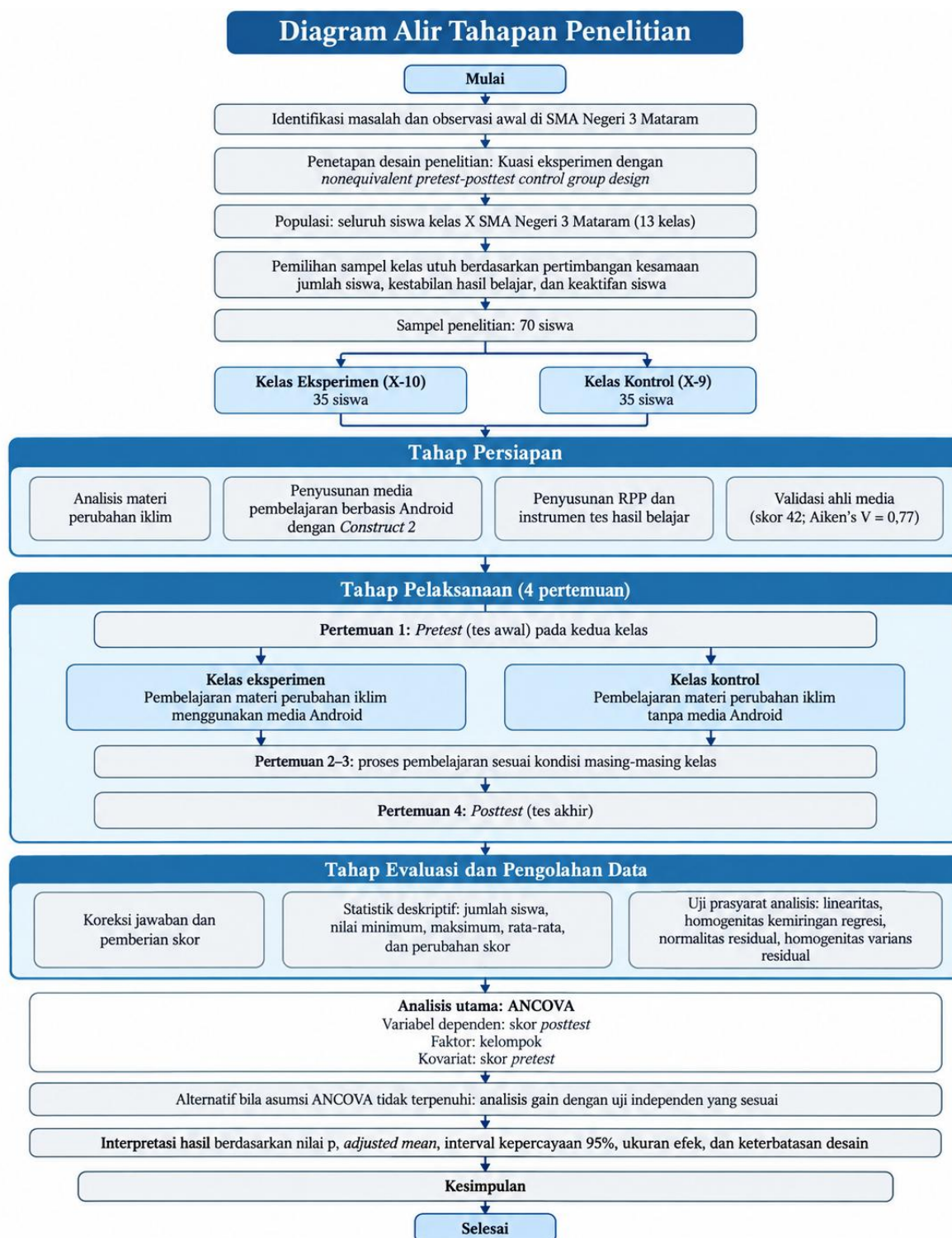
Media pembelajaran disusun menggunakan Construct 2 dengan materi utama perubahan iklim. Pengembangan mencakup pengumpulan aset visual dan audio, penempatan objek, pengaturan ukuran dan posisi, serta penambahan event interaktif untuk navigasi halaman dan pemutaran musik. Produk diuji pada beberapa ukuran layar dan diekspor ke HTML5; berkas media kemudian dibagikan melalui WhatsApp dan digunakan pada perangkat Android secara offline. Penilaian ahli media mencakup aspek materi, ilustrasi, kualitas dan tampilan, serta daya tarik. Penilaian oleh satu ahli menghasilkan skor total 42 dan koefisien Aiken's V sebesar 0,77, yang dikategorikan layak berdasarkan kriteria Retnawati (2016). Karena hanya melibatkan satu validator, hasil ini diperlakukan sebagai bukti kelayakan awal, bukan bukti validitas isi yang kuat. Praktik penelitian pengembangan lain menggunakan lebih dari satu validator untuk memperkuat bukti kelayakan media (Ramdani et al., 2020; Indriyanti et al., 2024).

Instrumen hasil belajar berupa 25 soal pilihan ganda yang digunakan pada pretest dan posttest. Kisi-kisi disusun dari indikator pencapaian kompetensi materi perubahan iklim, kemudian butir diperiksa oleh ahli dan diuji pada skala kecil. Uji korelasi Product Moment pada naskah awal melaporkan 25 butir valid. Reliabilitas tes, jumlah peserta uji coba, statistik korelasi setiap butir, tingkat kesukaran, dan daya beda belum dilaporkan; ketiadaan informasi tersebut membatasi kepastian mengenai konsistensi dan kualitas pengukuran. Prosedur penelitian terdiri atas tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada persiapan dilakukan observasi, analisis materi, penyusunan media, RPP, serta tes. Pelaksanaan berlangsung empat

pertemuan: pertemuan pertama mencakup pretest dan awal pembelajaran sesuai kondisi, pertemuan kedua dan ketiga melanjutkan pembelajaran, dan pertemuan keempat diakhiri posttest. Setelah itu, jawaban dikoreksi dan skor dianalisis. Jumlah pertemuan dibuat sama untuk kedua kelas agar paparan waktu secara umum sebanding.

Analisis Data

Analisis dimulai dengan statistik deskriptif berupa jumlah siswa, nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan perubahan skor (posttest dikurangi pretest) pada setiap kelas. Uji normalitas pada data awal dilaporkan menggunakan Kolmogorov-Smirnov dengan taraf signifikansi 0,05. Untuk inferensi utama, desain dua kelompok independen dengan skor awal yang berbeda menuntut analisis antar-kelompok, bukan paired-sample t-test. Oleh karena itu, analisis utama ditetapkan menggunakan ANCOVA dengan skor posttest sebagai variabel dependen, kelompok sebagai faktor, dan skor pretest sebagai kovariat. Asumsi ANCOVA yang perlu diperiksa meliputi linearitas hubungan pretest-posttest, homogenitas kemiringan regresi (interaksi kelompok $\times$ pretest), normalitas residual, dan homogenitas varians residual. Hasil analisis seharusnya dilaporkan dengan statistik F, derajat bebas, nilai p, adjusted mean atau adjusted mean difference, interval kepercayaan 95%, serta ukuran efek seperti partial eta squared. Jika asumsi ANCOVA tidak terpenuhi, alternatif yang konsisten dengan desain dapat digunakan, misalnya analisis gain dengan uji independen yang sesuai. Nilai p dilaporkan sebagai $p < 0,001$ bila perangkat lunak menampilkan 0,000. Seluruh interpretasi mengikuti alpha 0,05, namun makna temuan tidak hanya didasarkan pada signifikansi statistik, melainkan juga arah, besaran efek, interval kepercayaan, dan keterbatasan desain. Tahapan proses penelitian ini dideskripsikan pada gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan Media dan Kualitas Instrumen

Penilaian media pembelajaran menghasilkan skor total 42 dengan koefisien Aiken's V sebesar 0,77. Skor tersebut berada pada kategori layak menurut kriteria yang digunakan dalam penelitian. Aspek yang dinilai meliputi materi, ilustrasi, kualitas dan tampilan, serta daya tarik. Ringkasan skor disajikan pada Tabel 2. Hasil ini menunjukkan bahwa media telah melalui pemeriksaan awal sebelum digunakan

dalam pembelajaran. Namun, skor ahli tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai bukti bahwa media mudah digunakan, meningkatkan minat, atau efektif meningkatkan hasil belajar karena konstruk usability, minat, dan efektivitas memerlukan pengukuran tersendiri. Kaukaba dan Lutfi (2022) serta Indriyanti et al. (2024) menunjukkan pentingnya memisahkan bukti validitas atau kelayakan produk dari respons pengguna dan hasil belajar. Oleh karena itu, pada penelitian ini kelayakan ahli diperlakukan sebagai syarat penggunaan media, bukan sebagai luaran efektivitas.

Tabel 2. Ringkasan penilaian ahli terhadap media pembelajaran Android

No.	Aspek	Skor
1	Materi	14
2	Ilustrasi	10
3	Kualitas dan tampilan	9
4	Daya tarik	9
	Total	42

Instrumen hasil belajar terdiri atas 25 soal pilihan ganda dan seluruh butir dilaporkan valid pada uji skala kecil. Akan tetapi, validitas butir saja belum cukup untuk menilai kualitas instrumen. Reliabilitas, jumlah peserta uji coba, daya beda, dan tingkat kesukaran belum tersedia, sehingga ketelitian pengukuran hasil belajar belum dapat dinilai secara lengkap. Keterbatasan ini penting karena kesalahan pengukuran dapat memengaruhi estimasi hubungan antara perlakuan dan posttest. Ramdani et al. (2020) menunjukkan contoh pengembangan perangkat yang melibatkan beberapa validator untuk memperkuat bukti kelayakan. Dengan demikian, revisi metodologis yang paling penting untuk studi lanjutan adalah melibatkan lebih dari satu ahli dan melaporkan reliabilitas tes, misalnya KR-20 atau Cronbach's alpha untuk butir dikotomis, disertai analisis item yang transparan.

Perubahan Skor Hasil Belajar dan Ketidakseimbangan Baseline

Statistik deskriptif menunjukkan bahwa kedua kelas mengalami peningkatan skor dari pretest ke posttest. Pada kelas eksperimen, rata-rata meningkat dari 54,85 menjadi 91,78, sehingga gain mentah sebesar 36,93 poin. Pada kelas kontrol, rata-rata meningkat dari 45,37 menjadi 84,68, sehingga gain mentah sebesar 39,31 poin. Dengan demikian, rata-rata posttest kelas eksperimen lebih tinggi 7,10 poin, tetapi kelas eksperimen juga memulai pembelajaran dengan rata-rata pretest yang lebih tinggi 9,48 poin. Perbedaan awal tersebut lebih besar daripada selisih posttest dan menunjukkan bahwa dua kelompok tidak setara pada baseline. Selain itu, gain mentah justru sedikit lebih besar pada kelas kontrol. Pola ini berarti perbandingan posttest saja tidak memadai untuk menyimpulkan pengaruh media. Ringkasan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan gain disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik deskriptip hasil belajar

Komponen	Eksperimen Pretest	Eksperimen Posttest	Kontrol Pretest	Kontrol Posttest
N	35	35	35	35
Minimum	12	84	24	68
Maksimum	76	100	56	100
Rata-rata	54,85	91,78	45,37	84,68
Gain mentah	36,93	—	39,31	—

Nilai posttest eksperimen yang mendekati maksimum juga mengindikasikan potensi ceiling effect. Ketika sebagian besar skor mendekati 100, instrumen memiliki ruang yang lebih sempit untuk membedakan siswa dengan kemampuan tinggi, dan perubahan tambahan dapat tidak tertangkap secara proporsional. Kondisi ini perlu dipertimbangkan bersama ketidakseimbangan baseline. Meta-analisis Garzón dan Lampropoulos (2024) menunjukkan bahwa efek mobile learning pada pendidikan sains bergantung pada kondisi implementasi dan pembandingan, sehingga skor posttest yang lebih tinggi tidak boleh dilepaskan dari konteks awal. Tinjauan Ubben et al. (2023) juga menunjukkan variasi konstruk dan hasil pada penggunaan smartphone dalam pendidikan sains. Dengan demikian, temuan deskriptif studi ini paling tepat dibaca sebagai bukti bahwa kedua kelas mengalami peningkatan, sementara besaran perbedaan yang dapat diatribusikan pada media Android harus ditentukan melalui analisis yang mengendalikan skor pretest.

Uji Prasyarat dan Implikasi Analisis Antar-Kelompok

Uji Kolmogorov-Smirnov pada data yang dilaporkan menunjukkan nilai p pretest dan posttest kelas eksperimen masing-masing 0,134 dan 0,061, sedangkan kelas kontrol masing-masing 0,074 dan 0,086. Seluruh nilai lebih besar daripada 0,05 sehingga tidak terdapat bukti kuat untuk menolak asumsi normalitas pada distribusi tersebut. Meskipun demikian, untuk ANCOVA asumsi yang lebih relevan adalah distribusi residual, linearitas hubungan pretest-posttest, dan homogenitas kemiringan regresi. Levene's test juga harus dilaporkan sebagai satu statistik per outcome atau residual antarkelompok, bukan sebagai p -value terpisah untuk setiap kelas. Ringkasan uji normalitas yang tersedia disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov

Data	Kelas Eksperimen p	Kelas Kontrol p	Interpretasi
Pretest	0,134	0,074	Tidak menolak normalitas
Posttest	0,061	0,086	Tidak menolak normalitas

Uji paired-sample t tidak digunakan sebagai dasar inferensi antarkelompok karena kelas eksperimen dan kontrol terdiri atas siswa yang berbeda. Paired test hanya sesuai untuk dua pengukuran yang saling berpasangan pada unit yang sama atau pasangan yang secara eksplisit dicocokkan. Pada desain penelitian ini, perbedaan pretest yang cukup besar menambah alasan untuk menggunakan pendekatan baseline-adjusted. ANCOVA dapat memperkirakan perbedaan posttest setelah mengendalikan hubungan dengan pretest, asalkan asumsi terpenuhi.

Pelaporan adjusted mean, 95% confidence interval, dan effect size diperlukan agar pembaca dapat menilai besaran serta ketepatan estimasi, bukan hanya signifikansi statistik. Tanpa statistik yang disesuaikan terhadap baseline, temuan deskriptif pada Tabel 3 belum cukup untuk menyatakan media Android menyebabkan peningkatan hasil belajar yang lebih besar daripada pembelajaran kontrol.

Mekanisme Pembelajaran, Perbandingan Studi, dan Keterbatasan

Secara pedagogis, media Android dapat mendukung pembelajaran perubahan iklim melalui integrasi teks, gambar, audio, video, dan navigasi interaktif dalam satu perangkat. Kombinasi representasi verbal dan visual dapat membantu siswa membangun hubungan antar konsep ketika informasi disusun secara relevan dan tidak membebani perhatian secara berlebihan, sejalan dengan prinsip multimedia (Mayer, 2021). Irwansyah et al. (2017) menunjukkan bahwa modul elektronik interaktif dapat memadukan beberapa bentuk representasi untuk mendukung pembelajaran. Dalam konteks mobile learning, Liu et al. (2021) menekankan bahwa teknologi bergerak memberi peluang untuk pengalaman belajar yang fleksibel dan inquiry-supported, sedangkan Shi dan Kopcha (2022) menemukan bahwa peran pedagogis guru dan siswa memoderasi efek teknologi bergerak pada pembelajaran sains. Hal tersebut menjelaskan mengapa perangkat Android tidak dapat diperlakukan sebagai penyebab tunggal: hasil belajar kemungkinan bergantung pada isi, aktivitas siswa, cara guru mengintegrasikan media, dan peluang siswa mengendalikan navigasi.

Hasil studi ini memiliki beberapa kesamaan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan peningkatan hasil belajar setelah penggunaan media Android (Uma et al., 2022; Sasmitha et al., 2023; Tamanolies et al., 2024). Namun, perbandingan perlu memperhatikan perbedaan materi, indikator, desain, dan media. Verawati et al. (2022) menunjukkan peningkatan hasil pada pengalaman belajar berbasis simulasi, sedangkan Yazidi (2023) menekankan integrasi video realitas sosial dalam aplikasi mobile. Prahani dan Saphira (2026) menyimpulkan bahwa integrasi ICT efektif ketika selaras dengan desain instruksional, kompetensi guru, dan kebutuhan siswa. Pada penelitian ini, interpretasi dibatasi oleh empat hal utama: hanya satu kelas per kondisi, pemilihan kelas nonacak, ketidakseimbangan pretest, dan bukti kualitas instrumen yang belum lengkap. Selain itu, rata-rata posttest eksperimen yang sangat tinggi menimbulkan potensi ceiling effect, dan penggunaan media hanya pada materi perubahan iklim membatasi generalisasi ke topik Biologi lain. Karena itu, implikasi praktis yang paling proporsional adalah bahwa media Android layak dipertimbangkan sebagai salah satu sumber belajar, tetapi keunggulannya terhadap pembelajaran kontrol harus dikonfirmasi melalui analisis baseline-adjusted dan replikasi dengan lebih banyak kelas.

KESIMPULAN

Pada dua kelas yang diteliti, skor hasil belajar meningkat dari pretest ke posttest baik pada kelas yang menggunakan media pembelajaran berbasis Android maupun pada kelas kontrol. Rata-rata posttest kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, tetapi kelas eksperimen juga memiliki rata-rata pretest yang lebih tinggi, sementara gain mentah kelas kontrol sedikit lebih besar. Karena itu, perbedaan posttest tidak cukup untuk menyimpulkan adanya efek kausal media Android. Kesimpulan inferensial harus didasarkan pada analisis antarkelompok yang

mengendalikan skor awal, seperti ANCOVA, dan dilengkapi interval kepercayaan serta ukuran efek. Temuan deskriptif mendukung potensi penggunaan media Android pada pembelajaran materi perubahan iklim, tetapi generalisasi dibatasi oleh pemilihan kelas nonacak, satu kelas pada setiap kondisi, dan keterbatasan bukti kualitas instrumen.

REKOMENDASI

Penelitian lanjutan perlu melibatkan beberapa kelas dan sekolah, menggunakan prosedur penetapan kelompok yang mengurangi bias seleksi, serta mengendalikan baseline secara eksplisit. Evaluasi media sebaiknya melibatkan lebih dari satu ahli dan disertai uji reliabilitas, tingkat kesukaran, daya beda, serta uji usability. Efektivitas fitur tertentu – misalnya video, audio, navigasi interaktif, dan penggunaan offline – perlu dianalisis terpisah agar mekanisme pembelajaran dapat dijelaskan. Selain hasil belajar segera, studi berikutnya dapat mengukur retensi, literasi lingkungan, dan transfer pemahaman pada konteks perubahan iklim yang berbeda. Untuk praktik sekolah, media Android sebaiknya digunakan sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang terarah dan bukan sekadar pengganti media konvensional.

REFERENSI

- Amirullah, G., & Susilo. (2018). Pengembangan media pembelajaran interaktif pada konsep Monera berbasis smartphone Android. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 2(1), 38–47.
- Anggraeni, T. N., & Aminatun, T. (2019). Understanding climate change topics critically through Android-based module for student. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 7(2), 80–88. <https://doi.org/10.15294/ijcets.v7i2.32146>
- Dina, I. (2011). *Ragam alat bantu media pengajaran*. Diva Press.
- Fadilah, N., Pratama, A. T., & Subiantoro, A. (2024). Analysis of e-worksheet based on SDG-13 in climate change material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(3), 813–818. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i3.34065>
- Fatmawati, F., Yusrizal, Y., & Hasibuan, A. M. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi Android untuk meningkatkan hasil belajar IPS siswa. *Elementary School Journal*, 11(2), 134–143.
- Garzón, J., & Lampropoulos, G. (2024). Mobile learning for science education: Meta-analysis of K-12 research. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6735–6750. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2280973>
- Hadiprayitno, G., Kusmiyati, K., Lestari, A., Lukitasari, M., & Sukri, A. (2021). Blended learning station-rotation model: Does it impact on preservice teachers' scientific literacy? *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 317–324.
- Indriyanti, N. Y., Febryana, K., & Antrakusuma, B. (2024). Development of Android-based video series on climate change topic to empower students' environmental literacy. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(8), 14–26. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i08.48455>
- Irwansyah, F. S., Lubab, I., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2017). Designing interactive electronic modules in chemistry lessons. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012009.
- Juraman, S. R. (2014). Pemanfaatan smartphone Android oleh mahasiswa Ilmu Komunikasi dalam mengakses informasi edukatif. *Journal Acta*, 3(1), 57–63.

- Kaukaba, S. Q., & Lutfi, A. (2022). ABC – Acid and Base Chemistry: An Android mobile learning media to improve students' learning outcomes and motivation. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 6(2), 77-92. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v6i2.737>
- Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M., & Bano, M. (2021). Inquiry-based mobile learning in secondary school science education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 1-23. <https://doi.org/10.1111/jcal.12505>
- Mashuri, D. K., & Budiyo. (2020). Pengembangan media pembelajaran video animasi materi volume ruang untuk SD kelas V. *Jurnal PGSD*, 8(1), 893-903.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mehdipour, Y., & Hamideh, Z. (2013). Mobile learning for education: Benefits and challenges. *International Journal of Computational Engineering Research*, 3(6), 93-101.
- Novitasari, F., Yulia, D., & Siti, F. (2015). Pengaruh media Adobe Illustrator terhadap hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran ekonomi di SMA Srijaya Negara. *Jurnal Profit*, 2(1), 59-67.
- Nugroho, I. R., Wilujeng, I., & Prasetyo, Z. K. (2023). Mobile learning research trends in Indonesia: A systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 356-365. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.3073>
- Prahani, B. K., & Saphira, H. V. (2026). Evaluating ICT integration models and their effects on learning competencies. *Review Journal of Higher-Order Thinking and Metacognition*, 1(1), 67-113. <https://doi.org/10.36312/rjhotm.v1i1.3>
- Putra, Z. H., Witri, G., & Yulita, T. (2019). Development of PowerPoint-based learning media in integrated thematic instruction of elementary school. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(10), 697-702.
- Rahmasuci, D., & Ngabekti, S. (2023). The development of Android-based mobile-learning media on virus material to improve learning outcomes in class X senior high school. *Journal of Biology Education*, 12(2). <https://doi.org/10.15294/jbe.v12i2.66974>
- Ramdani, A., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android pada masa pandemi Covid-19 untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Kependidikan*, 6(3), 433-440. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i3.2924>
- Retnawati, H. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian*. Parama Publishing.
- Sasmitha, L. D., Hadiprayitno, G., Ilhamdi, M. L., & Jufri, A. W. (2023). Pengaruh media pembelajaran berbasis Android terhadap hasil belajar dan keterampilan proses sains siswa. *Journal of Classroom Action Research*, 5(Special Issue), 292-298.
- Shi, L., & Kopcha, T. J. (2022). Moderator effects of mobile users' pedagogical role on science learning: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 53(6), 1605-1625. <https://doi.org/10.1111/bjet.13210>
- Susilawati, Jamaluddin, & Bachtiar, I. (2017). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan multimedia terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Mataram ditinjau dari kemampuan akademik. *Jurnal Pijar MIPA*, 12(2), 64-70.
- Tamanolies, B. N., Hadiprayitno, G., & Ilhamdi, M. L. (2024). Pengaruh media pembelajaran berbasis Android terhadap hasil belajar Biologi pada siswa lintas minat. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 2083-2090.

- Uma, E. R. A., Makaborang, Y., & Ndjoeroemana, Y. (2022). Pengaruh penggunaan media pembelajaran berbasis aplikasi Android terhadap hasil belajar siswa kelas IX pada konsep perkembangbiakan tumbuhan. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(1), 9–16.
- Ubben, M. S., Kremer, F. E., Heinicke, S., Marohn, A., & Heusler, S. (2023). Smartphone usage in science education: A systematic literature review. *Education Sciences*, 13(4), 345. <https://doi.org/10.3390/educsci13040345>
- Verawati, N. N. S. P., Handriani, L. S., & Prahani, B. K. (2022). The experimental experience of motion kinematics in biology class using PhET virtual simulation and its impact on learning outcomes. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.729>
- Viajayani, E. R., Radiyono, Y., & Rahardjo, D. T. (2013). Pengembangan media pembelajaran fisika menggunakan Macromedia Flash Pro 8 pada pokok bahasan suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(1), 144–145.
- Yazidi, R. E. (2023). Utilizing social reality videos in mobile apps to enhance electronic learning: Examining the influence on cognitive learning outcomes among students. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 2(2), 128–143. <https://doi.org/10.36312/ijece.v2i2.1613>
- Yanti, F. A., Wardana, R. W., Widarti, H. R., Walid, A., Sartika, R., & Thohir, M. A. (2025). The future of science in the hand: A review literature of mobile learning from 2015–2024. *Journal of Natural Science and Integration*, 8(2). <https://doi.org/10.24014/jnsi.v8i2.34501>
- Yustiqvar, M., Hadisaputra, S., & Gunawan, G. (2019). Analisis penguasaan konsep siswa yang belajar kimia menggunakan multimedia interaktif berbasis green chemistry. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(3), 135–140.