MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i6.7751

EFEKTIVITAS MODUL BENTUK MOLEKUL BERBASIS *PjBL* TERINTEGRASI *AUGMENTED REALITY* TERHADAP LITERASI DIGITAL PESERTA DIDIK

Effectiveness of Project-Based Learning (PjBL)-Based Molecular Shape Module Integrated with Augmented Reality on Students' Digital Literacy

M. Abdul Qiram & Yerimadesi
Universitas Negeri Padang
yeri@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Sep 19, 2025	Oct 10, 2025	Oct 22, 2025	Oct 27, 2025

Abstract

The development of digital technology has significantly impacted the field of education, particularly in the creation of interactive and contextual learning media. This study aims to determine the effectiveness of a molecular shape module integrated with Augmented Reality (AR) in enhancing the digital literacy skills of Phase F high school students. A quasi-experimental method was employed using a Nonequivalent Control Group Design. The study population included all Phase F high school students, with sample selection conducted through purposive sampling. The results indicate that the AR-based module is effective in improving students' digital literacy, as evidenced by an N-gain score of 0.683 in the experimental class, categorized as moderate. Supporting data from teacher observation sheets and digital literacy questionnaires showed an average achievement of 86.26%, classified as effective. The results of the independent sample *t*-test revealed a significance value (2-tailed) of less than 0.05, indicating a significant

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

difference between the experimental and control classes. Therefore, the AR-integrated molecular shape module is proven to be effective in enhancing students' digital literacy and contributes to the advancement of technology-based learning that is innovative and responsive to contemporary educational needs.

Keywords: Augmented Reality; Molecular Shape; Effectiveness; Digital Literacy; Learning Module

Abstrak: Perkembangan teknologi digital telah memberikan dampak signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pengembangan media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas modul bentuk molekul yang terintegrasi dengan *Augmented Reality* (AR) terhadap kemampuan literasi digital peserta didik Fase F SMA. Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik Fase F SMA, dengan teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul berbasis AR efektif dalam meningkatkan literasi digital peserta didik, yang ditunjukkan oleh nilai *N-gain* sebesar 0,683 pada kelas eksperimen, berada dalam kategori sedang. Data pendukung dari lembar observasi guru dan angket literasi digital menunjukkan rata-rata pencapaian sebesar 86,26%, yang dikategorikan efektif. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, modul bentuk molekul terintegrasi AR terbukti efektif dalam meningkatkan literasi digital peserta didik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran berbasis teknologi yang inovatif dan responsif terhadap kebutuhan zaman.

Kata Kunci: *Augmented Reality*; Bentuk Molekul; Efektivitas; Literasi Digital; Modul Pembelajaran.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital membawa dampak signifikan terhadap berbagai bidang, termasuk pendidikan. Transformasi digital menjadi strategi utama peningkatan kualitas pembelajaran pada era industri 4.0, di mana teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual (Rosidin et al., 2024; Sugiantara et al., 2024). Namun, tingkat literasi digital masyarakat Indonesia masih berada pada kategori "sedang" dengan skor 3,49 (Kominfo, 2022), sementara itu hasil *Program for International Student Assessment* (PISA) menempatkan Indonesia pada peringkat ke-57 dari 65 negara dalam kemampuan membaca (McComas, 2018). Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam memanfaatkan teknologi secara produktif masih terbatas dan perlu ditingkatkan.

Berdasarkan teori literasi digital, kecakapan digital tidak hanya mencakup kemampuan mengoperasikan perangkat, tetapi juga kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta bertanggung jawab dalam mengelola informasi. Literasi digital berperan penting dalam membentuk peserta didik yang adaptif terhadap perubahan teknologi dan siap menghadapi tantangan global (Hudha et al., 2025; Rahardaya & Irwansyah, 2021). Dalam konteks pembelajaran kimia, rendahnya literasi digital berdampak pada kemampuan peserta didik memahami konsep abstrak seperti bentuk molekul yang membutuhkan visualisasi spasial tiga dimensi (Apridar, 2024). Hasil survei di SMAN 13 Padang menunjukkan 63,9% peserta didik kesulitan memahami materi bentuk molekul dan 83,3% menyatakan modul yang digunakan belum mampu menampilkan visualisasi tiga dimensi secara jelas.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) mampu meningkatkan literasi digital melalui aktivitas kolaboratif dan pemecahan masalah nyata (Faridah et al., 2022; Kustini et al., 2021). Menurut teori pembelajaran konstruktivis, peserta didik akan membangun pemahaman bermakna ketika mereka terlibat langsung dalam proses eksplorasi dan penciptaan pengetahuan (Wahyudi et al., 2024). PjBL mendorong peserta didik untuk aktif merancang proyek, mencari sumber informasi, dan mengintegrasikan hasil belajar dalam bentuk produk nyata yang relevan dengan konteks kehidupan. Oleh karena itu, model PjBL dinilai efektif dalam menumbuhkan keterampilan abad ke-21, termasuk literasi digital, komunikasi, dan kolaborasi.

Marchelina dan Yerimadesi (2024) mengembangkan modul bentuk molekul berbasis Project Based Learning (PjBL) yang terintegrasi Augmented Reality (AR), yang menunjukkan tingkat kevalidan sangat tinggi dengan nilai Aiken's V sebesar 0,897 serta tingkat kepraktisan yang tinggi berdasarkan penilaian guru sebesar 90% dan peserta didik sebesar 96%. Namun, kajian tersebut belum menguji efektivitas modul terhadap peningkatan literasi digital peserta didik. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Hurrahman et al., (2022), yang menunjukkan bahwa penerapan AR dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis. Kesenjangan penelitian (*research gap*) terletak pada belum adanya studi empiris yang menilai dampak integrasi PjBL dan AR terhadap literasi digital peserta didik, khususnya pada materi bentuk molekul di tingkat SMA.

Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji efektivitas modul bentuk molekul berbasis *Project Based Learning* terintegrasi *Augmented Reality* terhadap kemampuan literasi digital peserta didik fase F SMA. Dengan demikian, penelitian ini

bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan modul bentuk molekul berbasis PjBL terintegrasi AR terhadap peningkatan literasi digital peserta didik di SMAN 13 Padang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis quasi-eksperimen, karena bertujuan untuk menguji efektivitas perlakuan terhadap variabel terikat melalui perbandingan hasil antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Sugiyono, 2017). Desain yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Group Design*, di mana kedua kelompok diberi pretest dan posttest tanpa penugasan acak terhadap sampel. Pemilihan desain ini didasarkan pada kondisi lapangan yang tidak memungkinkan pengacakan kelas, namun tetap memungkinkan pengujian pengaruh modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi *Augmented Reality* (AR) terhadap literasi digital peserta didik.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 13 Padang pada peserta didik fase F (kelas XI) selama periode Juli hingga Agustus 2025. Sekolah ini dipilih karena telah menggunakan Kurikulum Merdeka dan memiliki fasilitas pembelajaran berbasis teknologi yang mendukung implementasi AR. Kegiatan penelitian meliputi tahap persiapan, pelaksanaan perlakuan, dan pengumpulan data hasil belajar serta literasi digital peserta didik.

Populasi penelitian mencakup seluruh peserta didik fase F SMA Negeri 13 Padang pada tahun ajaran 2025/2026. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling, dengan mempertimbangkan kesetaraan kemampuan akademik antar kelas berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran kimia (Sugiyono, 2017). Sampel terdiri dari dua kelas, yaitu satu kelas eksperimen yang menggunakan modul bentuk molekul berbasis PjBL terintegrasi AR (35 peserta didik) dan satu kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional (36 peserta didik). Pemilihan jumlah tersebut didasarkan pada keterbatasan jumlah kelas yang homogen dan representatif untuk uji efektivitas.

Instrumen penelitian meliputi tes kognitif, angket literasi digital berbasis skala Likert. Data hasil belajar diperoleh melalui tes *pretest* dan *posttest,* sedangkan data literasi digital dikumpulkan menggunakan kuesioner yang dikembangkan berdasarkan indikator literasi digital. Validitas instrumen diuji melalui *expert judgment* oleh ahli media dan ahli pembelajaran kimia, sementara reliabilitasnya dianalisis menggunakan Alpha Cronbach dengan kriteria ≥ 0,7 sebagai batas keandalan.

Data dianalisis secara kuantitatif deskriptif dan inferensial. Peningkatan hasil belajar dan literasi digital dianalisis menggunakan uji N-gain untuk melihat efektivitas perlakuan (Sugiyono, 2017). Sebelum dilakukan uji perbedaan rata-rata, data diuji normalitasnya dengan metode Kolmogorov-Smirnov dan homogenitasnya dengan uji F. Selanjutnya, perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol dianalisis menggunakan uji-t independen (*Independent Sample t-Test*) pada taraf signifikansi 0,05 dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Interpretasi hasil dilakukan berdasarkan nilai signifikansi dan peningkatan rata-rata skor pretest–posttest peserta didik.

HASIL

Data hasil penelitian diperoleh dari tes kognitif, angket literasi digital peserta didik, dan lembar observasi guru yang dilaksanakan pada dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan modul bentuk molekul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terintegrasi *Augmented Reality* (AR), sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah. Data ini dianalisis menggunakan skala likert*, n-gain score*, uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis

Hasil Angket Literasi Digital Peserta Didik

Penelitian ini berfokus pada efektivitas penggunaan modul bentuk molekul berbasis PjBL yang terintegrasi *Augmented Reality* terhadap literasi digital peserta didik. Hasil analisis kemampuan literasi digital peserta didik disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Analisis Kemampuan Literasi Digital Peserta Didik pada Materi Bentuk Molekul

Indikator Literasi Digital	Tingkat Pencapaian (%)	Kategori
Akses Digital	91,23	Sangat Efektif
Visual	87,14	Efektif
Evaluasi Digital	78,66	Cukup Efektif
Fungsional	85,71	Efektif
Kreativitas dan Pemecahan Masalah Digital	87,42	Efektif
Literasi Saintifik	87,42	Efektif
Rata-rata	86,26	Efektif

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kemampuan literasi digital peserta didik berada pada kategori efektif dengan tingkat pencapaian yang beragam di setiap indikator. Indikator Akses Digital memperoleh skor tertinggi sebesar 91,23% dengan kategori sangat efektif, menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengakses, menggunakan, dan memanfaatkan berbagai sumber informasi berbasis digital. Selanjutnya, indikator Visual, , Fungsional, Kreativitas dan Pemecahan Masalah Digital, serta Literasi Saintifik menunjukkan tingkat pencapaian antara 85,28% hingga 87,42%, yang termasuk dalam kategori efektif. Adapun indikator dengan nilai terendah adalah Evaluasi Digital, dengan tingkat pencapaian 78,66% dan termasuk kategori cukup efektif.

Uji N-Gain

Uji ini dilakukan pada dua kelas yang berbeda yaitu, kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tujuannya ialah untuk melihat peningkatan hasil belajar peserta didik pada masing-masing kelas setelah diberikannya perlakuan pada salah satu kelas. Adapun hasilnya di interpretasikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Kriteria skor N-gain

Nilai	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g > 0,3$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Hasil analisis menunjukkan rata-rata nilai N-gain pada kelas eksperimen diperoleh sebesar 0,683, yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil perhitungan rata-rata N-gain tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik

Kelas	N	Rata-Rata N-Gain *Score*	Kategori	Persen N-gain *Score*
Eksperimen	35	0,683	Sedang	68,3%
Kontrol	36	0,503	Sedang	50,3%

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa rata-rata peningkatan hasil belajar kogntif peserta didik berada pada kategori sedang. Peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan melalui penerapan modul bentuk

molekul berbasis PjBL terintegrasi AR memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Uji Normalitas

Uji normalitas pada kedua kelas dilakukan menggunaka uji Kolmogorov-smirnov dan dikonfirmasi melalui SPSS, hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas menggunakan SPSS

Kelas	N	α	Signifikansi (Sig.)		Keputusan
			Pretest	*Posttest*	
Eksperimen	35	0,05	0,109	0,103	Sig. >0,05 (Terdistribusi Normal)
Kontrol	36		0,193	0,200	

Merujuk pada Tabel 4, diketahui pada kelas eksperimen diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,109 untuk *pretest* dan 0,103 untuk *posttest*, sedangkan pada kelas kontrol nilai signifikansi mencapai 0,193 untuk *pretest* dan 0,200 untuk *posttest*. Karena seluruh nilai Sig. lebih besar dari taraf signifikansi α = 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas pada kedua kelas diperoleh melalui analisis secara manual dan dikonfirmasi melalui aplikasi SPSS. Adapun hasilnya dirangkum pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas menggunakan SPSS

Kelas	α	Signifikansi (Sig.)	Keputusan
Eksperimen Kontrol	0,05	0,802	Sig. > 0,05 Varians bersifat Homogen

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,802, dimana lebih besar dari taraf signifikansi yaitu 0,05 , maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok memiliki varians yang homogen. Dengan demikian, data dari kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki tingkat keseragaman yang relatif sama sehingga memenuhi asumsi homogenitas.

Uji Hipotesis

Hipotesis diuji menggunakan *independent sample t-test*, uji ini dilakukan pada dua sampel yang tidak saling berpasangan. Hasil uji hipotesis diperoleh melalui analisis secara manual dan

dikonfirmasi melalui aplikasi SPSS. Hasil analisis yang telah dilakukan diinterpretasikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis menggunakan SPSS

Kelas	α	Signifikansi (Sig. 2-tailed)	Keputusan
Eksperimen Kontrol	0,05	0,004	H_0 ditolak dan H_1 diterima

Hasil analisis yang disajikan pada Tabel 6, diketahui bahwa hasil uji hipotesis dengan bantuan perangkat lunak SPSS diperoleh sebesar 0,004, lebih kecil daripada taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan, apabila nilai Sig. < 0,05, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Dengan hasil tersebut, disimpulkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas control.

PEMBAHASAN

Secara teoritis, temuan ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang dipadukan dengan teknologi interaktif *Augmented Reality* (AR) efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan literasi digital peserta didik, khususnya pada materi bentuk molekul. Materi bentuk molekul merupakan salah satu topik kimia yang bersifat abstrak dan memerlukan kemampuan spasial tinggi, karena peserta didik harus mampu memvisualisasikan bentuk tiga dimensi dari struktur molekul berdasarkan teori VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*) (Pranova et al., 2022) .

Model PjBL memungkinkan peserta didik untuk belajar melalui aktivitas eksploratif, penyelidikan, dan penciptaan produk nyata. Hal ini sejalan dengan pandangan Rahayu et al., (2020) bahwa PjBL dapat meningkatkan sikap kerja sama dan tanggung jawab dalam menyelesaikan masalah autentik. Dengan demikian, penerapan model ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*).

Melalui integrasi AR dalam pembelajaran berbasis PjBL, peserta didik tidak hanya memahami teori secara konseptual, tetapi juga dapat mengamati langsung representasi tiga dimensi molekul, seperti bentuk linear, trigonal planar, tetrahedral, trigonal bipiramidal, dan

oktahedral, melalui perangkat digital. Visualisasi tersebut membantu peserta didik memahami bagaimana pasangan elektron dan atom tersusun dalam ruang, yang sebelumnya sulit dipahami hanya melalui gambar dua dimensi pada buku teks (Hurrahman et al., 2022). Selanjtunya hasil penelitian Abdinejad et al., (2021) juga menyatakan bahwa AR mampu meningkatkan persepsi dan pemahaman konsep kimia melalui representasi tiga dimensi yang realistis.

Berdasarkan Tabel 1, indikator akses digital memperoleh skor tertinggi sebesar 91,23% dengan kategori sangat efektif, menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengakses, menggunakan, dan memanfaatkan berbagai sumber informasi berbasis digital. Hal ini menjelaskan bahwa peserta didik telah terbiasa menggunakan perangkat teknologi dalam kegiatan belajar maupun aktivitas sehari-hari. Selain itu, Kominfo, (2022) menyatakan bahwa generasi muda di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dalam kemampuan akses teknologi digital. Selanjutnya, indikator Visual, Fungsional, Kreativitas dan Pemecahan Masalah Digital, serta Literasi Saintifik menunjukkan tingkat pencapaian antara 85,28% hingga 87,42%, yang termasuk dalam kategori efektif. Adapun indikator dengan nilai terendah adalah Evaluasi Digital, dengan tingkat pencapaian 78,66% dan termasuk kategori cukup efektif. Hal ini menunjukkan bahwasannya dikalangan generasi Z, masih banyak yang cenderung menerima informasi tanpa memverifikasi kebenarannya (Hudha et al., 2025).

Keterkaitan hasil ini dapat dijelaskan melalui *Cognitive Load Theory*, yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi visual seperti AR mampu mengurangi beban kognitif ekstrinsik dengan menyediakan visualisasi yang konkret terhadap konsep abstrak (Sweller, 2019). Dalam konteks bentuk molekul, AR membantu peserta didik memfokuskan kapasitas memori kerja pada pemrosesan informasi esensial, seperti hubungan antara jumlah pasangan elektron dengan geometri molekul, tanpa terbebani oleh proses imajinasi spasial yang kompleks. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kurniawan et al., (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan PjBL dalam pembelajaran kimia meningkatkan hasil belajar sebesar 25% dibandingkan model konvensional. Selain itu, penelitian Sylvia Dwi Erman et al., (2025) dan Ufaira Hafiza et al., (2025) juga membuktikan bahwa penggunaan media pembelajaran terintegrasi AR, termasuk pada materi asam-basa dan larutan penyangga, mampu meningkatkan literasi digital dan pemahaman konseptual peserta didik secara signifikan.

Peningkatan hasil belajar peserta didik juga erat kaitannya dengan kemampuan literasi digital. Peserta didik dengan literasi digital tinggi mampu mengoperasikan AR secara mandiri, mengeksplorasi bentuk-bentuk molekul dari berbagai sudut, serta mengaitkan representasi visual tersebut dengan konsep teori VSEPR. Menurut Ng (2012), literasi digital memungkinkan peserta didik untuk lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuannya melalui interaksi dengan sumber belajar digital yang dinamis.

Jika ditinjau dari teori konstruktivisme, penggunaan AR dalam materi bentuk molekul menciptakan lingkungan belajar interaktif dan kontekstual, di mana peserta didik membangun pemahaman melalui eksplorasi visual dan kolaborasi dalam kelompok proyek. Hal ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme sosial bahwa pengetahuan terbentuk melalui interaksi aktif antara peserta didik dengan lingkungan belajarnya (L.S.Vygotsky, 1978; Masgumelar & Mustafa, 2021).

Beberapa penelitian terdahulu mengkonfirmasi adanya hubungan positif antara literasi digital dan hasil belajar kimia, yang juga tercermin pada penelitian ini. Peserta didik yang terbiasa menggunakan teknologi digital dalam memvisualisasikan bentuk molekul menunjukkan kemampuan analitis dan berpikir kritis lebih tinggi, karena mereka mampu mengaitkan representasi model molekul dengan struktur nyata dan sifat kimianya (Mabubah et al., 2022; Wigati et al., 2023). Dengan demikian, penerapan modul berbasis proyek terintegrasi AR pada materi bentuk molekul memberikan dampak positif tidak hanya terhadap peningkatan pemahaman konseptual, tetapi juga terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi, komunikasi, dan literasi digital (Bell, 2010)

Secara praktis, temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan model pembelajaran kimia berbasis teknologi. Integrasi AR dalam modul bentuk molekul dapat menjadi solusi untuk mengatasi kesulitan visualisasi konsep geometri molekul yang abstrak, sekaligus meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif peserta didik. Secara praktis, modul ini dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai media ajar inovatif untuk menjelaskan konsep bentuk molekul secara lebih interaktif dan menarik.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Ukuran sampel yang terbatas dan pelaksanaan di satu sekolah membuat hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, efektivitas modul sangat dipengaruhi oleh kemampuan peserta didik dalam mengoperasikan teknologi AR serta ketersediaan perangkat digital yang memadai. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sampel, melibatkan sekolah dengan tingkat literasi

digital yang berbeda, serta meneliti pengaruh jangka panjang penggunaan AR terhadap kemampuan visualisasi spasial dan berpikir tingkat tinggi dalam memahami bentuk molekul.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa modul bentuk molekul yang terintegrasi dengan *Augmented Reality* (AR) terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif dan literasi digital peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil N-gain pada kelas eksperimen yaitu 0,683 yang berada pada kategori sedang. Selanjutnya hasil lembar observasi guru dan angket literasi digital peserta didik, dimana rata rata pencapaian literasi digital peserta didik sebesar 86,26% (efektif) Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 yang berarti hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan signifikan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). *Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education*. *Journal of Science Education and Technology*, *30*(1), 87–96. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2

Apridar. (2024). *Harmoni Media dan Metode dalam Pembelajaran IPA* (Issue 1).

Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, *83*(2), 39–43. https://doi.org/10.1080/00098650903505415

Faridah, N. R., Afifah, E. N., & Lailiyah, S. (2022). *Project-Based Learning: Its Effects on Numeracy and Digital Literacy Proficiency in Elementary Education*. *Jurnal Basicedu*, *6*(1), 709–716.

Hudha, C., Wulandari, P., Rachmawati, S., Ekonomi, P., & Timur, J. (2025). *Kerapuhan literasi: paradoks transformasi digital di kalangan generasi z 1,2,3*. *16*(November 2024), 429–441.

Hurrahman, M., Erlina, E., Melati, H. A., Enawaty, E., & Sartika, R. P. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi Dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Pembelajaran Materi Bentuk Molekul. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *10*(1), 89–114. https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i1.22579

Kominfo. (2022). *Digital Literacy Status in 2021-2022*. *November*, 205–207.

Kurniawan, D. A., Aldila, F. T., Setiya Rini, E. F., Perdana, R., & Andriyanto, A. (2025). *Project-Based Learning E-Module: Analysis of Student Response and Its Correlation to Responsible and Independent Characters*. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, *6*(2), 304–314. https://doi.org/10.46843/jiecr.v6i2.579

Kustini, S., Herlinawati, H., & Indrasary, Y. (2021). Implementasi Pembelajaran Berbasis Project-Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Digital

Mahasiswa Politeknik Negeri Banjarmasin. *Jurnal INTEKNA : Informasi Teknik Dan Niaga*, *21*(1), 30–40. https://doi.org/10.31961/intekna.v21i1.1122

L.S.Vygotsky. (1978). *Mind in Society : The Developement of Higher Psychological Processes*. In *Harvard University Press*. https://doi.org/10.3928/0048-5713-19850401-09

Mabubah, N. N., Wigati, I., Astuti, R. T., Islam, U., Raden, N., & Palembang, F. (2022). Hubungan Literasi Digital Dengan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Koloid. *Jurnal Al'ilmi*, *11*(2), 2022. http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/alilmi

Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, *2*(1), 49–57. https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i1.188

McComas, W. F. (2018). P*rogramme for International Student Assessment (PISA). The Language of Science Education*, 79–79. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_69

Ng, W. (2012). *Can we teach digital natives digital literacy? Computers and Education*, *59*(3), 1065–1078. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.016

Pranova, A. L., Muntholib, & Dasianto. (2022). Upaya Meningkatkan Kecerdasan Visual-Spasial Siswa Kelas X melalui Penggunaan Simulator Interaktif pada Materi Bentuk Molekul. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *12*(1), 1–7.

Rahardaya, A. K., & Irwansyah, I. (2021). Studi Literatur Penggunaan Media Sosial Tiktok Sebagai Sarana Literasi Digital Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, *3*(2), 308–319. https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i2.248

Rahayu, D., Puspita, A. M. I., & Puspitaningsih, F. (2020). Keefektifan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Sikap Kerjasama Siswa Sekolah Dasar. *Pedagogi: Jurnal Penelitian Pendidikan*, *7*(2), 111–122. https://doi.org/10.25134/pedagogi.v7i2.3626

Rosidin, Aina, M., Ahmad, Saifullah, Putranto, A., & Rahardian, R. L. (2024). Peran Teknologi Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Interaktif Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, *7*(4), 92–97. https://doi.org/10.53717/idealmathedu.v7i2.228

Sugiantara, I. P., Listarni, N. M., & Pratama, K. (2024). Urgensi Pengembangan Media Pembelajaran Lingkaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Literasi Digital*, *4*(1), 73–80. https://doi.org/10.54065/jld.4.1.2024.448

Sugiyono. (2017). *Statistika untuk Penelitian*. ALFABETA.

Sweller, J. (2019). Cognitive Load Theory. *Advances in Cognitive Load Theory: Rethinking Teaching*, 1–12. https://doi.org/10.4324/9780429283895-1

Sylvia Dwi Erman, Yerimadesi*, Andromeda, Fitri Arsih, Jhon Hendri, N. E. (2025). Efektivitas Media Augmented Reality Terhadap Literasi Digital Dalam Pembelajaran Larutan Penyangga di SMA. *Journal Of Chemistry Education And Integration*, *04*(02), 87–99.

Ufaira Hafiza, Yerimadesi*, Andromeda, Fitri Arsih, Jhon Hendri, A. Z. (2025). Efektivitas Media Pembelajaran Asam Basa Terintegrasi Augmented Reality Terhadap Literasi Digital Peserta Didik. *Journal Of Chemistry Education And Integration*, *04*(02), 75–86.

Wahyudi, W., Efendi, E., Usman, N. F., & Shofwan, I. (2024). *Project-Based Learning dalam Kurikulum Merdeka Belajar* (Issue September).

Wigati, I., Lestari, W., Sholeh, M. I., Yuniar, D., Islam Negeri Raden Fatah Palembang, U., & Selatan, S. (2023). Meta-analisis literasi digital pada pembelajaran Orbital : Jurnal Pendidikan Kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, *7*(1), 92–102. https://sinta.kemdikbud.go.id.