

**PEMETAAN TEMA DAN ARAH RISET AUGMENTED REALITY DALAM
PENDIDIKAN SAINS DASAR: STUDI BIBLIOMETRIK BERBASIS
VOSVIEWER PADA PUBLIKASI SCOPUS 2021–2026**

Achnaf Zulfigar Ghiffary¹, Izzatin Kamala²

^{1,2}UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

123104080061@student.uin-suka.ac.id, izzatin.kamala@uin-suka.ac.id

ABSTRACT

This study aims to map the themes and research directions of augmented reality (AR) in elementary science education through a bibliometric approach. The method employed was bibliometric analysis using VOSviewer software on Scopus-indexed publications from 2021 to 2026. Data were collected using keywords related to AR and elementary science education, then analyzed through co-citation, keyword co-occurrence, and bibliographic coupling techniques to identify research theme clusters, author collaborations, and dominant keyword networks. The results revealed five main theme clusters: (1) design and development of AR media based on mobile learning, (2) the effectiveness of AR on student motivation and learning outcomes, (3) integration of AR into elementary science curricula, (4) teachers' perceptions and acceptance of AR technology, and (5) AR in inclusive and differentiated learning contexts. These findings indicate that AR research in elementary science education has grown significantly and shifted from technical studies toward more comprehensive pedagogical investigations. The study concludes that VOSviewer is effective for bibliometric research mapping and contributes an AR research roadmap in elementary science education for researchers and curriculum developers.

Keywords: Augmented Reality, Bibliometric, Elementary Science Education, VOSviewer

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tema dan arah riset *augmented reality* (AR) dalam pendidikan sains dasar melalui pendekatan bibliometrik. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik berbasis perangkat lunak VOSviewer terhadap publikasi yang terindeks Scopus pada periode 2021–2026. Data dikumpulkan menggunakan kata kunci terkait AR dan pendidikan sains dasar, kemudian dianalisis menggunakan teknik *co-citation*, *keyword co-occurrence*, dan *bibliographic coupling* untuk mengidentifikasi kluster tema riset, kolaborasi penulis, serta jaringan kata kunci yang dominan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima kluster tema utama, yaitu: (1) desain dan pengembangan media AR berbasis *mobile learning*, (2) efektivitas AR terhadap motivasi dan hasil belajar siswa, (3) integrasi AR dalam kurikulum sains sekolah dasar, (4) persepsi dan penerimaan guru

terhadap teknologi AR, serta (5) AR dalam konteks pembelajaran inklusif dan berdiferensiasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa riset AR dalam pendidikan sains dasar mengalami pertumbuhan signifikan dan bergeser dari kajian teknis ke arah pedagogis yang lebih komprehensif. Simpulan penelitian ini menegaskan bahwa VOSviewer efektif digunakan untuk pemetaan riset bibliometrik, sekaligus memberikan kontribusi berupa peta jalan riset AR dalam pendidikan sains dasar bagi peneliti dan pengembang kurikulum

Kata Kunci: Augmented Reality, Bibliometrik, Pendidikan Sains Dasar, VOSviewer

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital yang pesat telah mendorong transformasi signifikan dalam praktik pembelajaran, termasuk di jenjang pendidikan dasar. Salah satu inovasi yang semakin banyak dieksplorasi adalah *augmented reality* (AR), yaitu teknologi yang menggabungkan elemen digital dengan lingkungan nyata secara *real-time* sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif (Luthfi et al., 2025). Dalam konteks pendidikan sains dasar, AR dinilai mampu menghadirkan representasi visual dari konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami melalui pendekatan konvensional, seperti sistem tata surya, siklus air, dan anatomi tubuh manusia (Hidayat et al., 2021).

Urgensi pengintegrasian AR dalam pembelajaran sains di sekolah dasar semakin kuat seiring

meningkatnya tuntutan kompetensi abad ke-21 yang menekankan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi teknologi pada peserta didik sejak dini (Sa'adi et al., 2024). Berbagai studi menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, serta hasil belajar siswa secara signifikan dibandingkan media pembelajaran konvensional (Nugraha et al., 2023). Selain itu, pemanfaatan AR dalam pembelajaran IPA terbukti mendorong keterlibatan aktif siswa dan meningkatkan pengalaman belajar yang bermakna (Wilsa et al., 2023). Meskipun demikian, implementasi AR masih menghadapi berbagai tantangan, di antaranya kesiapan infrastruktur, kompetensi guru dalam penggunaan teknologi, serta keterbatasan panduan pedagogis yang terstandar untuk jenjang sekolah dasar (Hidayat et al., 2021).

Temuan ini sejalan dengan (Damayanti et al., 2024), yang melalui analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai AR di sekolah dasar mengalami perkembangan yang signifikan dan didominasi oleh kajian mengenai media pembelajaran inovatif. Namun, kajian tersebut belum secara khusus memetakan tema AR pada konteks pendidikan sains dasar periode 2021–2026, sehingga penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut.

Pengembangan media pembelajaran berbasis AR juga telah menunjukkan hasil yang positif pada jenjang sekolah dasar, terutama ketika disertai evaluasi formatif yang sistematis untuk memastikan kesesuaian media dengan kebutuhan peserta didik (Sapta & Nisa, 2024).

Untuk memahami perkembangan riset AR dalam pendidikan sains dasar secara komprehensif dan sistematis, diperlukan pendekatan yang mampu memetakan lanskap penelitian secara objektif dan kuantitatif. Analisis bibliometrik merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis pola publikasi ilmiah, mengidentifikasi tren riset, serta memetakan jaringan kolaborasi dan kluster tema penelitian dalam suatu bidang (Donthu et al.,

2021). Pendekatan ini telah banyak diaplikasikan dalam berbagai disiplin ilmu pendidikan dan terbukti efektif dalam mengungkap peta perkembangan riset suatu topik dari waktu ke waktu (Zupic & Čater, 2015). Di Indonesia, analisis bibliometrik mulai banyak digunakan untuk memetakan riset pendidikan berbasis teknologi, termasuk kajian AR dalam pembelajaran sains.

Perangkat lunak VOSviewer merupakan salah satu alat analisis bibliometrik paling banyak digunakan karena kemampuannya menghasilkan visualisasi jaringan bibliometrik secara interaktif, mencakup analisis *co-occurrence* kata kunci, ko-sitasi penulis, dan *bibliographic coupling* antarpublikasi (Van Eck & Waltman, 2010). Penggunaan VOSviewer dalam pemetaan riset pendidikan berbasis Scopus telah diterapkan secara luas oleh peneliti Indonesia untuk mengidentifikasi kluster tema dan tren riset yang sedang berkembang (Utami et al., 2022). Basis data Scopus dipilih dalam penelitian ini karena cakupannya yang luas, kualitas seleksi jurnal yang ketat, serta kelengkapan metadata bibliografis yang diperlukan untuk

analisis bibliometrik berkualitas tinggi (Mongeon & Paul-Hus, 2016).

Sejumlah kajian bibliometrik terdahulu telah dilakukan terkait AR dalam pendidikan. (Sa'adi et al., 2024) melakukan analisis bibliometrik AR dalam pendidikan sains berbasis Scopus periode 2019–2023 dan menemukan peningkatan publikasi yang konsisten setiap tahunnya. (Wilsa et al., 2023) memetakan tren riset AR dalam pembelajaran biologi di Indonesia dan mengidentifikasi tujuh kluster tema utama, dengan kluster penggunaan aplikasi AR dalam pembelajaran sebagai yang paling dominan. (Luthfi et al., 2025) melakukan kajian bibliometrik komprehensif terhadap AR dalam pendidikan abad ke-21 dan menemukan bahwa *mobile learning* dan pembelajaran STEM menjadi tema yang paling berkembang dalam dekade terakhir. Sementara itu, (Nugraha et al., 2023) melalui analisis pemetaan komputasional menggunakan VOSviewer mengidentifikasi bahwa kolaborasi antarpenulis dan antarlembaga dalam riset AR pendidikan masih relatif terbatas, terutama di kawasan Asia Tenggara.

Gap yang ditemukan dari kajian-kajian terdahulu tersebut menunjukkan bahwa belum terdapat studi bibliometrik yang secara spesifik memetakan riset AR pada konteks pendidikan sains dasar dalam periode 2021–2026 berbasis Scopus menggunakan VOSviewer. Periode ini strategis untuk dikaji karena mencakup fase pascapandemi COVID-19 yang secara signifikan mendorong akselerasi adopsi teknologi digital dalam pembelajaran di seluruh jenjang pendidikan, termasuk sekolah dasar (Efendi & Asrizal, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan tema-tema utama, tren publikasi, jaringan kolaborasi penulis, serta arah perkembangan riset AR dalam pendidikan sains dasar berdasarkan publikasi Scopus tahun 2021–2026 guna menghasilkan peta jalan riset yang dapat menjadi acuan bagi peneliti dan pengembang kurikulum.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis bibliometrik, yaitu metode kuantitatif yang digunakan untuk mempelajari literatur ilmiah secara sistematis guna

mengidentifikasi pola, tren, dan dampak penelitian dalam suatu bidang tertentu (Passas, 2024). Analisis bibliometrik dipilih karena kemampuannya dalam menangani volume data publikasi yang besar secara objektif dan terstruktur, serta memberikan gambaran komprehensif tentang perkembangan intelektual suatu topik penelitian dari waktu ke waktu (Donthu et al., 2021). Secara operasional, penelitian ini mengikuti empat tahapan utama yang direkomendasikan oleh Donthu et al. (2021), yaitu: (1) penetapan tujuan dan ruang lingkup, (2) pengumpulan data bibliografis, (3) analisis dan pemetaan sains, serta (4) interpretasi dan pelaporan hasil.

Data penelitian diperoleh dari basis data Scopus (Elsevier) yang dipilih karena cakupan indeksasi multidisiplin yang luas, kualitas seleksi jurnal yang ketat, serta kelengkapan metadata bibliografis yang dibutuhkan untuk analisis jaringan bibliometrik (Mongeon & Paul-Hus, 2016). Pencarian dilakukan menggunakan *string* pencarian berbasis kata kunci pada bidang judul, abstrak, dan kata kunci (*title-abstract-keyword*), yaitu: **("augmented reality") AND ("science education" OR "IPA" OR**

"natural science") AND ("elementary school" OR "primary school" OR "sekolah dasar").

Periode publikasi dibatasi pada tahun 2021 hingga 2026 untuk menangkap perkembangan riset terkini, khususnya pasca-pandemi COVID-19. Tipe dokumen dibatasi pada *article* dan *review article* berbahasa Inggris maupun Indonesia yang telah diterbitkan di jurnal terindeks Scopus. Data diekspor dalam format *comma-separated values* (CSV) dari Scopus untuk kemudian diproses lebih lanjut.

Setelah ekspor data, dilakukan proses pembersihan (*data cleaning*) untuk memastikan kualitas dan validitas data sebelum dianalisis. Tahapan ini mencakup penghapusan data duplikat, penyeragaman nama penulis yang tidak konsisten, serta pengecualian dokumen yang tidak relevan berdasarkan tinjauan judul dan abstrak (Passas, 2024). Proses pembersihan data merupakan langkah kritis dalam analisis bibliometrik karena data yang diperoleh dari basis data rentan terhadap kesalahan entri bibliografis yang dapat memengaruhi akurasi pemetaan jaringan (Lim et al., 2024). Artikel yang memenuhi kriteria inklusi

selanjutnya digunakan sebagai korpus data untuk tahap analisis.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer versi 1.6.20, sebuah program komputer untuk pemetaan bibliometrik berbasis teknik *visualization of similarities* (VOS) yang mampu memvisualisasikan jaringan bibliometrik secara interaktif (Van Eck & Waltman, 2010). VOSviewer dipilih karena kemampuannya menghasilkan visualisasi peta jaringan yang informatif dan mudah diinterpretasikan, khususnya untuk data dalam jumlah besar (Van Eck & Waltman, 2023). Terdapat tiga teknik analisis bibliometrik utama yang diterapkan dalam penelitian ini.

Pertama, analisis *performance* (*performance analysis*) digunakan untuk mengidentifikasi tren publikasi per tahun, penulis paling produktif, jurnal dengan publikasi terbanyak, serta negara dengan kontribusi terbesar dalam riset AR pada pendidikan sains dasar. Analisis performa bertujuan untuk mengevaluasi dampak dan produktivitas kontributor utama dalam suatu bidang penelitian (Donthu et al., 2021).

Kedua, analisis *co-occurrence* kata kunci (*keyword co-occurrence analysis*) diterapkan untuk mengidentifikasi tema-tema dominan dan kluster riset berdasarkan frekuensi kemunculan bersama kata kunci dalam dokumen-dokumen yang dianalisis. Metode ini memungkinkan pemetaan konten intelektual bidang penelitian secara langsung berdasarkan topik yang paling banyak dikaji, bukan sekadar hubungan sitasi (Mukherjee et al., 2022). Ambang batas minimum kemunculan kata kunci (*minimum keyword occurrences*) ditetapkan sebesar 3 kali untuk memastikan hanya kata kunci yang representatif yang masuk dalam peta jaringan.

Ketiga, analisis *bibliographic coupling* digunakan untuk mengidentifikasi kluster dokumen yang memiliki kemiripan referensi sebagai proksi kesamaan topik riset. Teknik ini efektif untuk memetakan tema-tema dalam tubuh pengetahuan (*body of knowledge*) terkini karena tidak bergantung pada akumulasi sitasi sehingga dapat diterapkan pada artikel-artikel yang relatif baru (Mukherjee et al., 2022). Kombinasi *keyword co-occurrence* dan *bibliographic coupling*

direkomendasikan untuk meningkatkan rigor melalui triangulasi temuan tema (Lim et al., 2024). Hasil visualisasi ketiga teknik tersebut kemudian diinterpretasikan secara naratif untuk menggambarkan peta perkembangan dan arah riset AR dalam pendidikan sains dasar.

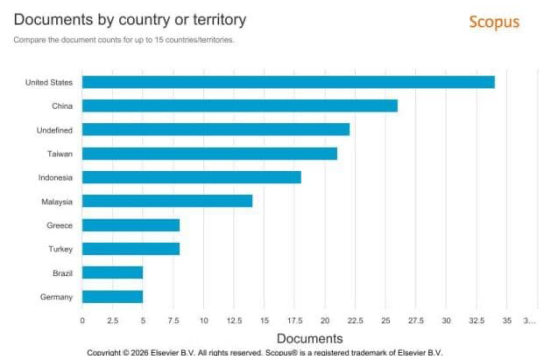
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari basis data Scopus menggunakan *string* pencarian yang telah ditetapkan, diperoleh sejumlah publikasi yang memenuhi kriteria inklusi dalam periode 2021–2026 dengan topik *augmented reality* dalam pendidikan sains dasar. Analisis tren publikasi menunjukkan adanya pertumbuhan yang konsisten dari tahun ke tahun, yang mencerminkan meningkatnya perhatian komunitas akademik global terhadap pemanfaatan AR dalam pembelajaran sains di jenjang sekolah dasar. Temuan ini sejalan dengan hasil kajian (Zhao et al., 2023) yang menemukan peningkatan signifikan publikasi AR dan VR dalam pendidikan selama periode 2018–2022 di basis data Web of Science, mengindikasikan bahwa momentum pertumbuhan riset AR dalam

pendidikan terus berlanjut hingga pertengahan dekade 2020-an. Akselerasi publikasi ini juga didorong oleh pergeseran paradigma pembelajaran pascapandemi COVID-19 yang mendorong adopsi teknologi digital secara lebih masif di berbagai jenjang pendidikan (Singh et al., 2024).

Gambar 1 Peta Jaringan Kolaborasi
Antarnegara

Hasil visualisasi menunjukkan



bahwa United States memiliki node terbesar dalam jaringan, menegaskan posisinya sebagai negara paling produktif dan paling banyak berkolaborasi dalam riset AR pendidikan sains dasar. Taiwan merupakan node terbesar kedua, diikuti oleh China, Indonesia, Canada, Spain, Hong Kong, Thailand, dan Greece. Dominasi Amerika Serikat dan Taiwan dalam riset AR pendidikan sains dasar ini konsisten dengan temuan kajian bibliometrik

sebelumnya yang mencatat bahwa negara-negara Asia Timur, khususnya Taiwan, telah lama menjadi motor penggerak riset AR dalam konteks *elementary science education* (Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Kehadiran Indonesia sebagai node yang cukup besar dalam peta jaringan ini merupakan indikator positif bahwa kontribusi peneliti Indonesia dalam riset AR pendidikan sains dasar pada tingkat internasional terus mengalami peningkatan. Namun demikian, pola koneksi antarnegara menunjukkan bahwa kolaborasi lintas negara, khususnya antara Indonesia dengan negara-negara maju di bidang riset AR, masih tergolong terbatas dan perlu diperkuat melalui kemitraan riset internasional yang lebih strategis (Singh et al., 2024).

penulis yang menjadi simpul utama (*central node*) dalam jaringan. Kerawalla (2006) dan Chiang (2014a) tampil sebagai node berukuran paling besar, mengindikasikan bahwa kedua karya tersebut paling banyak digunakan bersama sebagai referensi oleh publikasi-publikasi dalam korpus ini, sehingga menempati posisi sebagai fondasi intelektual utama (*knowledge base*) bidang AR dalam pendidikan sains dasar. Selain itu, Bouck (2014), Liu (2022a), Li (2023), Avci (2019), Tu (2021), dan Tsai (2021) juga teridentifikasi sebagai penulis-penulis dengan kontribusi referensial yang signifikan. Adapun Jong (2024) dan Park (2024) merupakan penulis-penulis paling baru (*recent contributors*) yang muncul dengan node berwarna kuning terang pada tampilan *overlay*, menandakan bahwa karya-karya mereka terbit pada periode 2024–2025 dan mulai membentuk frontier riset terkini. Temuan ini menunjukkan adanya kontinuitas intelektual yang kuat antara riset-riset fondasional terdahulu dengan perkembangan riset kontemporer, sekaligus mengindikasikan bahwa tradisi riset AR dalam pendidikan sains dasar telah memiliki basis pengetahuan

Gambar 2 Peta Bibliographic



Coupling - Tampilan Network

Berdasarkan Kluster

Hasil analisis *bibliographic coupling* mengidentifikasi beberapa

(*knowledge base*) yang kokoh sebagai pijakan untuk pengembangan penelitian masa depan (Zhao et al., 2023).

Pada tampilan *network*, teridentifikasi beberapa kluster warna yang mencerminkan pengelompokan tematik penulis-penulis yang saling berbagi referensi serupa. Kluster merah muda (*pink*) yang berpusat pada Kerawalla (2006) mencerminkan tradisi riset AR berbasis pendekatan konstruktivis dan *inquiry-based learning*, sementara kluster hijau yang mencakup Liu (2022a) dan Jong (2024) merepresentasikan aliran riset yang lebih kontemporer dengan fokus pada *mobile learning* dan teknologi berbasis perangkat *smartphone*. Kluster oranye yang menonjolkan Bouck (2014) dan Tresnawati (2019) mengindikasikan kelompok riset yang berfokus pada dimensi inklusivitas dan aksesibilitas AR bagi peserta didik dengan kebutuhan khusus. Keberagaman kluster ini mengonfirmasi bahwa riset AR dalam pendidikan sains dasar telah berkembang menjadi bidang yang multidimensional dengan berbagai aliran riset yang saling melengkapi (Lampropoulos & Kinshuk, 2024).

Gambar 3 Peta Co-occurrence Kata Kunci

Hasil analisis *co-occurrence* kata kunci menghasilkan jaringan yang terdiri dari beberapa kluster tematik utama. Kata kunci "*augmented reality*" mendominasi seluruh peta sebagai node terbesar dan paling sentral, menghubungkan hampir seluruh kluster yang ada. Kata kunci terbesar kedua adalah "*virtual reality*" dan "*elementary education*", yang menunjukkan bahwa riset AR dalam pendidikan sains dasar semakin banyak dikaji secara komparatif dengan VR sebagai teknologi imersif yang berdampingan. Berdasarkan analisis kluster, teridentifikasi enam kluster tematik utama sebagai berikut:

Kluster 1 (merah muda tema efektivitas pembelajaran): mencakup kata kunci "*learning outcomes*", "*cognitive load*", "*affordances*", "*educational technology*", "*attitudes toward science*", dan "*affect*". Kluster ini merepresentasikan tema riset yang mengkaji dampak AR terhadap hasil belajar dan beban kognitif siswa. Berbagai studi telah membuktikan bahwa AR secara signifikan meningkatkan capaian belajar siswa sekolah dasar dalam pembelajaran sains dibandingkan pendekatan

konvensional, khususnya melalui pengurangan beban kognitif instruksional yang disebabkan oleh representasi konsep-konsep abstrak (Lampropoulos et al., 2022) & (Y. Lin & Yu, 2023).

Kluster 2 (kuning tema desain media dan kurikulum): mencakup kata kunci "*education*", "*learning*", "*curriculum*", "*blended learning*", "*learning achievement*", "*3D virtual environment*", dan "*computational thinking*". Kluster ini mencerminkan penelitian yang berfokus pada desain dan pengembangan media AR yang terintegrasi dalam kurikulum sains dasar. Integrasi AR dengan pendekatan blended learning terbukti efektif dalam mendukung pengembangan computational thinking siswa sejak jenjang sekolah dasar (Lampropoulos & Kinshuk, 2024) & (Y.-S. Lin et al., 2021). (Rahmanda, 2025) juga menambahkan pembelajaran berbantuan AR memberikan peningkatan kemampuan siswa sekolah dasar.

Kluster 3 (hijau tema bibliometrik dan konteks pendidikan): mencakup kata kunci "*bibliometric*", "*science*", "*elementary*", "*physics*", "*high school*", dan "*computer science education*".

Kluster ini merepresentasikan penelitian yang mengkaji AR secara analitis bibliometrik dalam berbagai subdisiplin sains, termasuk fisika dan ilmu komputer. Kemunculan kluster ini mengonfirmasi tren peningkatan kajian bibliometrik sebagai pendekatan metodologis yang semakin mapan dalam riset AR pendidikan (Singh et al., 2024).

Kluster 4 (ungu tema lingkungan belajar interaktif dan gamifikasi): mencakup kata kunci "*interactive learning environment*", "*applications in subject areas*", "*k-12 education*", "*gamification*", "*metaverse*", "*social virtual reality*", dan "*artificial intelligence*". Kluster ini mengindikasikan arah riset AR yang bergerak menuju integrasi dengan teknologi-teknologi baru seperti *gamification*, AI, dan bahkan *metaverse*. Pengintegrasian elemen gamifikasi dalam aplikasi AR terbukti meningkatkan motivasi dan keterlibatan (*engagement*) siswa secara bermakna dalam pembelajaran sains (Lampropoulos et al., 2022) & (Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Arah perkembangan riset menuju pemanfaatan laboratorium virtual berbasis AR juga terlihat dalam penelitian (Nisa' & Isroil, 2024), yang

mengembangkan media planetarium virtual untuk mendukung pembelajaran sains di sekolah dasar melalui pengalaman belajar yang lebih imersif.

Kluster 5 (oranye tema media pembelajaran dan penerimaan teknologi): mencakup kata kunci "*elementary school*", "*learning media*", "*technology acceptance*", "*learning motivation*", "*elementary science education*", dan "*natural science*". Kluster ini merepresentasikan riset yang berfokus pada penerimaan teknologi AR oleh guru dan siswa sekolah dasar dalam konteks pembelajaran IPA. Meskipun sikap guru terhadap AR umumnya positif, tingkat penerimaan dan kesiapan implementasinya dipengaruhi oleh faktor kompetensi digital dan dukungan institusional (Peikos & Sofianidis, 2024). Kebutuhan akan pelatihan profesional dan penguatan kompetensi digital guru menjadi prasyarat utama keberhasilan adopsi AR di sekolah dasar (Diyaurrahman et al., 2025).

Kluster 6 (biru muda tema AR berbasis permainan dan konteks sains lingkungan): mencakup kata kunci "*game*", "*serious games*", "*play*", "*climate change*", dan "*primary school*

science education". Kluster ini mencerminkan tren riset yang mengkaji AR dalam konteks serious games untuk pembelajaran sains berbasis isu-isu lingkungan dan perubahan iklim. Riset pada kluster ini masih tergolong emerging dan merupakan salah satu frontier riset yang paling prospektif untuk dikembangkan di masa mendatang (Tan & Nurul-Asna, 2023) & (Simon et al., 2025).

Secara keseluruhan, peta *co-occurrence* kata kunci mengungkapkan adanya pergeseran paradigma riset AR dalam pendidikan sains dasar dari yang semula terfokus pada aspek teknis pengembangan aplikasi menuju kajian pedagogis yang lebih komprehensif, mencakup efektivitas pembelajaran, penerimaan teknologi, inklusi, dan integrasi kurikulum. Kemunculan kata kunci "*metaverse*", "*artificial intelligence*", "*computational thinking*", dan "*climate change*" sebagai tema-tema yang terhubung dengan AR mengindikasikan bahwa riset masa depan akan semakin interdisipliner dan responsif terhadap tantangan global. Temuan ini selaras dengan argumen (Peikos & Sofianidis, 2024)

bahwa eksplorasi masa depan riset AR dalam pendidikan sains perlu mempertimbangkan dimensi pedagogis, kesiapan guru, dan konteks sosial-budaya yang lebih luas, bukan sekadar aspek teknis pengembangan perangkat lunak.

Dominasi Taiwan dan Amerika Serikat dalam peta kolaborasi antarnegara, serta kuatnya representasi penulis-penulis berbasis Asia Timur dalam kluster *bibliographic coupling*, mengindikasikan bahwa konteks budaya dan kurikulum Asia Timur telah membentuk narasi dominan dalam riset AR pendidikan sains dasar secara global. Sementara itu, kehadiran Indonesia dalam peta jaringan memberikan sinyal positif, namun riset AR dalam pendidikan sains dasar di Indonesia perlu diperkuat baik dari sisi kuantitas maupun kualitas kolaborasi internasional, khususnya untuk menghasilkan temuan yang relevan dengan konteks kurikulum *Merdeka Belajar* dan keberagaman kondisi infrastruktur sekolah di Indonesia.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menjawab tujuan yang ditetapkan, yakni

memetakan tema dan arah riset *augmented reality* (AR) dalam pendidikan sains dasar melalui analisis bibliometrik berbasis VOSviewer terhadap publikasi Scopus 2021–2026. Temuan utama menunjukkan bahwa tren publikasi tumbuh secara akseleratif pasca-2021, dengan enam kluster tematik yang teridentifikasi melalui analisis *co-occurrence* kata kunci, yaitu efektivitas AR terhadap hasil belajar dan beban kognitif, desain media dan integrasi kurikulum, kajian bibliometrik lintas subdisiplin sains, lingkungan belajar interaktif berbasis gamifikasi dan kecerdasan buatan, penerimaan teknologi AR dalam pembelajaran IPA, serta *serious games* berbasis AR untuk pendidikan sains lingkungan yang secara kolektif mencerminkan pergeseran paradigma riset dari orientasi teknis menuju pedagogis yang lebih komprehensif. Sementara analisis *bibliographic coupling* mengonfirmasi Amerika Serikat dan Taiwan sebagai episentrum riset global dengan Indonesia yang menunjukkan pertumbuhan kontribusi signifikan namun kolaborasi internasionalnya masih terbatas. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dalam menghasilkan

peta jalan riset (*research roadmap*) AR pendidikan sains dasar yang dapat menjadi kerangka acuan bagi peneliti dalam memposisikan kajian mereka, sekaligus membuktikan efektivitas kombinasi teknik *keyword co-occurrence* dan *bibliographic coupling* sebagai pendekatan pemetaan yang lebih kaya dan sahih. Secara praktis, temuan ini menjadi dasar *evidence-based* bagi pengembang kurikulum dan perancang kebijakan dalam memprioritaskan pengembangan media AR berbasis manajemen beban kognitif dan inkuiri ilmiah sejak jenjang sekolah dasar. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar mengeksplorasi aspek yang masih *underrepresented*, khususnya integrasi AR dengan kecerdasan buatan dan *metaverse* sebagai ekosistem pembelajaran imersif generasi berikutnya, penerapan AR dalam konteks *serious games* untuk isu sains lingkungan dan perubahan iklim, serta pengembangan model implementasi AR yang kontekstual dalam kerangka kurikulum *Merdeka Belajar* di Indonesia melalui kolaborasi internasional yang lebih intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, I., Rahmadonna, S., & Andania, R. A. (2024). Bibliometric Analysis: Research Trends in The Use of Augmented Reality-Based Learning Media in Elementary Schools. *Al-Bidayah : Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 16(2), 243–262.
- Diyaurrahman, R. N. F., Laila, A., & Mukmin, B. A. (2025). Augmented Reality in Primary Education: Exploring Teachers' Readiness and Needs for Innovative Learning Media. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 17(1), 126–138.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296.
- Efendi, E. & Asrizal. (2025). Research Trends and Opportunities in Integrating Augmented Reality and Deep Learning into Science Education: A Bibliometric Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(7), 1–11.
- Hidayat, H., Sukmawarti, S., & Suwanto, S. (2021). The application of augmented reality in

- elementary school education. *Research, Society and Development*, 10(3), e14910312823.
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809.
- Lampropoulos, G. & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 72(3), 1691–1785.
- Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2024). How to combine and clean bibliometric data and use bibliometric tools synergistically: Guidelines using metaverse research. *Journal of Business Research*, 182, 114760.
- Lin, Y., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis of the effects of augmented reality technologies in interactive learning environments (2012–2022). *Computer Applications in Engineering Education*, 31(4), 1111–1131.
- Lin, Y.-S., Chen, S.-Y., Tsai, C.-W., & Lai, Y.-H. (2021). Exploring Computational Thinking Skills Training Through Augmented Reality and AIoT Learning. *Frontiers in Psychology*, 12, 640115.
- Luthfi, A., Muskhir, M., Effendi, H., Jalinus, N., & Nikolaevna, G. M. (2025). Mapping the Future of Augmented Reality in 21st Century Education: A Comprehensive Bibliometric Review. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, 3(2), 165–184.
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228.
- Mukherjee, D., Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2022). Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research. *Journal of Business Research*, 148, 101–115.
- Nisa', R., & Isroil, A. (2024). Empowering Education with Augmented Reality: Planetarium Virtual Laboratory Development Society 5.0 Era. *Al-Bidayah :*

- Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 16(2), 217–242.
- Nugraha, R. A., Budimansyah, D., Nugraha, D. M., Supriyono, S., Supriatna, A., & Azis, A. (2023). *AUGMENTED REALITY IN EDUCATION REVIEW: BIBLIOMETRIC COMPUTATIONAL MAPPING ANALYSIS USING VOSVIEWER*. 18.
- Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*, 4(2), 1014–1025.
- Peikos, G., & Sofianidis, A. (2024). What Is the Future of Augmented Reality in Science Teaching and Learning? An Exploratory Study on Primary and Pre-School Teacher Students' Views. *Education Sciences*, 14(5), 480.
- Rahmanda, R. (2025). Efektivitas Pembelajaran Berbantuan Augmented Reality Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Bima Journal of Elementary Education*, 3(2), 73–84.
- Sa'adi, P., Misbah, Arlinda, R., Harto, M., & Muhammad, N. (2024). Bibliometric Analysis: Augmented Reality in Science Education Research Trends. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 12–24.
- Sapta, A., & Nisa, U. K. (2024). THE USE OF FORMATIVE EVALUATION IN THE DEVELOPMENT OF SPATIAL BUILDINGS FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS BASED ON AUGMENTED REALITY. *Al-Bidayah : Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 16(1), 151–172.
- Simon, P. D., Zhong, Y., Cruz, I. C. D., & Fryer, L. K. (2025). Scoping Review of Research on Augmented Reality in Environmental Education. *Journal of Science Education and Technology*, 34(4), 919–935.
- Singh, S., Kaur, A., & Gulzar, Y. (2024). The impact of augmented reality on education: A bibliometric exploration. *Frontiers in Education*, 9, 1458695.
- Tan, C. K. W., & Nurul-Asna, H. (2023). Serious games for environmental education. *Integrative Conservation*, 2(1), 19–42.
- Utami, N., Setiawan, A., & Hamidah, I. (2022). Research Trends in the Use of Augmented Reality in Engineering Education: A

- Bibliometric Analysis. *IJIE (Indonesian Journal of Informatics Education)*, 6(2), 50.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2023). *VOSviewer Manual*.
- Wilsa, A. W., Sutikno, S., & Indriyanti, D. R. (2023). Bibliometric Analysis: Augmented Reality Research Trends in Indonesia in Biology Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1937–1947.
- Zhao, X., Ren, Y., & Cheah, K. S. L. (2023). Leading Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Education: Bibliometric and Content Analysis From the Web of Science (2018–2022). *Sage Open*, 13(3), 21582440231190821.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.