



Tren Penelitian Media Digital STEM pada Pembelajaran IPA SMP di Indonesia: *Systematic Literature Review 2014-2024*

Rohanah¹, Rizki Nor Amelia^{2*}

^{1,2} Prodi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*E-mail: rizkinoramelia@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Di era perkembangan teknologi, inovasi dalam pembelajaran menjadi kebutuhan mendesak, salah satunya melalui pemanfaatan media digital. Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan media digital berbasis STEM pada siswa SMP di Indonesia dalam kurun waktu 2014–2024. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan menganalisis 54 artikel dari jurnal nasional dan internasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode penelitian yang dominan adalah kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi (92%), dengan publikasi terbanyak pada tahun 2023 (43%). Jenis media digital yang paling banyak digunakan adalah e-modul (28%), sedangkan teknik pengumpulan data umumnya menggunakan metode campuran (61%). Analisis data deskriptif mendominasi (91%), dengan kemampuan berpikir kritis sebagai variabel terikat yang paling sering dikaji (15%), dan mata pelajaran sains menjadi konteks terbanyak (56%). Temuan ini memberikan wawasan bagi pendidik, peneliti, dan pengembang untuk mengoptimalkan implementasi media digital berbasis STEM dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: media digital, STEM, sekolah menengah pertama

Abstract

In this era of technological development, innovation in learning has become an urgent need, one of which is through the use of digital media. This study aims to analyze the use of STEM-based digital media among junior high school students in Indonesia between 2014 and 2024. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) by analyzing 54 articles from national and international journals. The results of the analysis show that the dominant research method is quantitative with a quasi-experimental design (92%), with the most publications in 2023 (43%). The most widely used type of digital media is e-modules (28%), while the data collection technique generally uses a mixed method (61%). Descriptive data analysis dominated (91%), with critical thinking skills as the most frequently studied dependent variable (15%), and science subjects as the most common context (56%). These findings provide insights for educators, researchers, and developers to optimize the implementation of STEM-based digital media in the learning process.

Keywords: digital media, STEM, junior high school

PENDAHULUAN

Abad ke-21 menuntut adanya inovasi media pembelajaran sebagai alat bantu pendidik dalam melaksanakan kurikulum (Anita et al., 2021). Dalam sektor pendidikan, teknologi berperan penting dalam mendukung proses pembelajaran, salah satunya melalui pengembangan media pembelajaran (Hidayah & Sutarto, 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan variasi media yang menarik serta mampu meningkatkan partisipasi siswa agar minat belajar tetap tinggi (Nuriah et al., 2024).

Ketergantungan pada bahan ajar cetak seringkali membuat siswa kurang terampil menggunakan teknologi aplikasi pembelajaran berbasis teknologi, sehingga menimbulkan kejenuhan dalam mengikuti pelajaran (Hidayati et al., 2024). Sebaliknya, siswa lebih tertarik pada media yang menyajikan materi disertai gambar, foto, catatan, maupun video. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan guru adalah media pembelajaran digital, yang memiliki keunggulan dapat diakses dengan mudah kapanpun dan dimanapun (Arianti et al., 2022). Penelitian terkait media pembelajaran sebagian besar berfokus pada siswa menengah, dengan *mobile learning apps* berbasis Android sebagai produk yang paling dominan digunakan (Nugroho et al., 2023).

Media pembelajaran yang dikembangkan sebaiknya diorientasikan pada kemajuan teknologi masa kini dan disesuaikan dengan kebutuhan siswa agar dapat menunjang proses belajar yang lebih efisien (Komarudin et al., 2022). Pengembangan modul digital juga akan lebih baik jika diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran tertentu (Pixyoriza et al., 2022). Abad ke-21 dan Revolusi Industri keempat menuntut sumber daya manusia yang memiliki keterampilan dan penguasaan teknologi, yang salah satunya dapat dipenuhi melalui pembelajaran berbasis STEM atau *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (Anjarsari et al., 2020). Pendekatan STEM mampu menarik minat siswa karena menekankan pada analisis permasalahan yang terjadi di kehidupan sehari-hari (Hidayati et al.,

2024). Penelitian mengenai STEM banyak berfokus pada pengajaran, pembelajaran dan pemahaman konsep, dengan studi yang dominan dilakukan di Amerika Serikat, Inggris dan Swedia (Noris et al., 2023). Namun, Implementasi STEM di Indonesia masih belum optimal dan terbelang terlambat (Mustofiyah et al., 2024).

STEM merupakan disiplin ilmu yang mencakup sains, dengan matematika sebagai alat pengolahan data, serta teknologi dan rekayasa sebagai penerapan konsep sains (Afriana et al., 2016; Sumarni & Kadarwati, 2020). Pendekatan STEM diharapkan mampu menjawab kebutuhan akan keberagaman dalam profesi di bidang STEM, meningkatkan keterampilan teknis maupun personal secara mendalam, serta mempersiapkan siswa menghadapi tantangan besar di abad ke-21 (Bybee, 2010). Secara umum, komponen STEM mencakup: *Science*, yang mengelaborasi topik-topik relevan dengan sains; *Technology*, yang menunjukkan pemanfaatan teknologi untuk memahami dan mengatasi permasalahan; *Engineering*, yang menyajikan proyek atau eksperimen teknik yang menarik dan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa; serta *Mathematics*, yang mengintegrasikan perhitungan matematika untuk menganalisis dan memahami data dalam konteks ilmiah (Hasanah et al., 2024).

Proses pembelajaran berbasis STEM terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada siswa (Sumarni & Kadarwati, 2020). Hal ini diperkuat oleh penelitian Hebeci & Usta (2022) yang menunjukkan bahwa penerapan STEM secara terpadu berpengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah, kreativitas ilmiah, dan disposisi berpikir kritis siswa. Selain itu, STEM dapat diintegrasikan dengan pendekatan lain demi mencapai tujuan tertentu. Salah satunya adalah etnosains, di mana peserta didik dapat mengeksplor budaya dan solusi kreatif dengan pemahaman konsep sains yang kuat (Hayadi et al., 2024). Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad & Widowati

(2024), pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan model PJBL menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Pendekatan STEM juga berdampak pada sikap matematis siswa baik secara afektif maupun psikomotorik (Young et al., 2011; Anita et al., 2021).

Aktivitas STEM mendorong guru untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Kurniati & Suyanta, 2022), serta dapat diimplementasikan melalui strategi, pendekatan, model atau metode pembelajaran. Lebih jauh, STEM dapat diaplikasikan dalam bentuk bahan ajar, modul, lembar kerja, media pembelajaran, hingga asesmen (Farwati et al., 2021). Namun, di Indonesia implementasi STEM masih berfokus pada proses belajar mengajar, sedangkan penerapannya dalam media pembelajaran masih tergolong sangat terbatas karena STEM masih tergolong relatif baru (Rahardhian et al., 2023).

Tujuan dari penelitian *systematic literatur review* ini adalah memberikan informasi yang dapat digunakan untuk menentukan metode penelitian di masa mendatang (Krull & Duarte, 2011; Wu et al., 2012). Informasi mengenai STEM bermanfaat bagi peneliti dan pendidik untuk memahami perkembangan STEM di masa depan (Noris et al., 2023). Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan media digital berbasis STEM pada siswa SMP di Indonesia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

menjadi wawasan bagi pendidik dalam mengimplementasikannya pada proses pembelajaran, sekaligus menjadi rujukan bagi peneliti lain dalam melaksanakan penelitian maupun publikasi terkait media digital berbasis STEM yang relevan dengan kebutuhan era digital.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Metode SLR bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menginterpretasikan penelitian terdahulu terkait suatu topik secara sistematis dan transparan. Prosedur penelitian ini mengacu pada tahapan Ardwiyananti et al. (2021), meliputi: (1) Merumuskan masalah penelitian; (2) Menentukan kriteria inklusi artikel; (3) Melakukan pencarian literatur melalui *Google Scholar*, laman jurnal, serta aplikasi *Publish or Perish*; (4) Melakukan *article coding* menggunakan *Paper Classification Form* (PCF) dengan bantuan Microsoft Excel; (5) Mengidentifikasi klasifikasi artikel sesuai kategori yang ditetapkan; (6) Mensintesis hasil klasifikasi untuk memperoleh temuan utama. Kriteria review artikel serta distribusi artikel berdasarkan identitas jurnal disajikan secara berurutan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Review Artikel

| Tipe publikasi | Artikel yang terpublikasi di jurnal |
|--------------------|---|
| Kata kunci | Media digital, STEM |
| Spesifikasi jurnal | Jurnal internasional Jurnal nasional terindeks Sinta |
| Tahun publikasi | 2014-2024 |
| Tempat penelitian | Indonesia |
| Asal peneliti | Indonesia |
| Bidang | Semua mata pelajaran SMP |
| Tipe penelitian | Empiris |
| Subjek penelitian | Siswa sekolah menengah pertama |

Tabel 2. Distribusi Artikel berdasarkan Identitas Jurnal

| Tipe Jurnal | Status | Nama Jurnal | Jml | Penulis |
|---------------|--|--|--|---|
| Internasional | Scopus Q2 | Advances of Engineering Research | 1 | (Yusufa et al., 2021) |
| | | EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education | 2 | (Yuliardi et al., 2024) (Pramasdyahsari et al., 2023) |
| Nasional | Sinta 1 | Jurnal Pendidikan IPA Indonesia | 1 | (Ismail et al., 2016) |
| | Scopus Q3 | Jurnal Penelitian Pendidikan IPA | 5 | (Kamal et al., 2024) (Taqiyah et al., 2023) (Sakdiah et al., 2023) (Laksono et al., 2023) (Lafifa & Rosana, 2023) |
| | | | 1 | (Warouw et al., 2024) |
| | Sinta 2 | BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan | 1 | (Warouw et al., 2024) |
| | | Kreano: Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif | 2 | (Aprilia et al., 2023) (Astutik et al., 2024) |
| | Sinta 2 | AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika | 1 | (Rosdiana et al., 2022) |
| | | Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran | 1 | (Munandar et al., 2022) |
| | Sinta 2 | EDUMATIKA: Jurnal Pendidikan Matematika | 1 | (Pixyoriza et al., 2022) |
| | | Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran | 1 | (Agung et al., 2022) |
| | Sinta 2 | Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika | 2 | (Pramasdyasari et al., 2024) (Anita et al., 2021) |
| | | Jurnal Pendidikan dan Konseling | 1 | (Nuryanti & Nuryadi, 2023) |
| | Sinta 2 | JPPI: Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia | 1 | (Alfarez & Asmarani, 2024) |
| | | Jurnal Pendidikan Sains Indonesia | 1 | (Wulandari et al., 2024) |
| | Sinta 2 | Indonesian Journal of Science and Mathematics Education | 1 | (Masykur et al., 2024) |
| | | Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan | 1 | (Wandani et al., 2023) |
| Sinta 3 | JIPVA: Jurnal Pendidikan IPA Veteran | 2 | (Sari & Apriyantika, 2020) (Hasanah et al., 2023) | |
| | | 1 | (Komarudin et al., 2024) | |
| | Jurnal Tadris Matematika | 1 | (Komarudin et al., 2022) | |
| | Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika | 1 | (Arianti et al., 2022) | |
| | UJME: UNNES Journal of Mathematics Education | 1 | (Hidayah & Sutarto, 2023) | |
| Sinta 3 | Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA | 1 | (Nuriah et al., 2024) | |

Pancasakti Science Education Journal, 11 (1), April 2026- (5)
Rohanah, Rizki Nor Amelia

| Tipe Jurnal | Status | Nama Jurnal | Jml | Penulis |
|-------------|---------|---|-----|--|
| | | Jurnal Paedagogy: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan | 1 | (Hidayati et al., 2024) |
| | | AL KHWARIZMI: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam | 1 | (Khairunnisa et al., 2024) |
| | | JIPMat: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika | 1 | (Prihaswati et al., 2023) |
| | | JINoP : Jurnal Inovasi Pembelajaran | 1 | Yunita et al. (2024) |
| | Sinta 4 | JISE: Journal of Innovative Science Education | 2 | (A'yun et al., 2020) |
| | | | | (Setiawan et al., 2023) |
| | | LOGARITMA: Jurnal Ilmu-ilmu Pendidikan dan Sains | 1 | (Pasaribu & Ramalisa, 2020) |
| | | JP3M: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika | 1 | (Komarudin et al., 2021) |
| | | Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi | 2 | (Hafila et al., 2023) (Insani et al., 2024) |
| | | AKSIOMA: Jurnal matematik dan Pendidikan Matematika | 1 | Yuliani et al., 2023 |
| | | PENDAS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar | 1 | (Nanthi & Mutaqin, 2023) |
| | | PSEJ: Pancasakti Science Education Journal | 2 | (Fitriana & Novi Ratna Dewi, 2024) (Rizkika et al., 2022) |
| | | LENSA(Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA | 1 | (Wildana et al., 2023) |
| | | Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan | 1 | (Rahardhian et al., 2023) |
| | | Pedagogy | 1 | Safitri et al., 2023) |
| | Sinta 5 | BIO-CONS: Jurnal Biologi dan Konservasi | 1 | R. Pristi et al., 2024 |
| | | Widyadari | 1 | (Wijayanti et al., 2023) |
| | | DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains | 1 | (Simbolon et al., 2023) |
| | | Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan | 1 | (Yatin et al., 2023) |
| | | JIPM: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika | 1 | (Megawati et al., 2022) |
| | | Jurnal Pembelajaran Sains | 1 | (Madaniah & Listiaji, 2023) |
| | | Indo-MathEdu Intellectuals Journal | 1 | (Yuliardi & Andini, 2024) |
| | | Total | 54 | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode penelitian

Klasifikasi artikel berdasarkan metode penelitian yang digunakan bersumber pada penelitian Yildiz et al., (2020). Penelitian mobile learning umumnya menggunakan metode kuantitatif, kualitatif atau metode *mixed* sama seperti bidang pendidikan lainnya (Bozkurt et al., 2015; Krull & Duarte, 2011). Dalam review ini, penelitian media digital berbasis STEM didominasi oleh metode kuantitatif (95%), di mana desain eksperimen kuasi (93%) paling banyak digunakan para peneliti, sedangkan metode *true experiment* hanya ditemukan sebesar 2%. Pada proses pembelajaran STEM melalui media interaktif, umumnya menerapkan pembelajaran berbasis proyek dan eksperimen (Ummah et al., 2025).

Penelitian mengenai pengaplikasian STEM pada proses pembelajaran banyak menggunakan tipe penelitian & pengembangan kuantitatif (Farwati et al., 2021).

Menurut Sugiyono (2013) metode *research and development* merupakan metode penelitian untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk. Ditemukan juga beberapa artikel yang menerapkan metode *mixed triangulation* (5%), metode yang menggabungkan antara metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kualitatif sendiri tidak ditemukan pada review ini mengingat kriteria artikel adalah tipe penelitian empiris. Ketertarikan peneliti Indonesia terhadap penelitian kualitatif tergolong rendah (Ardwiyanti et al., 2021).

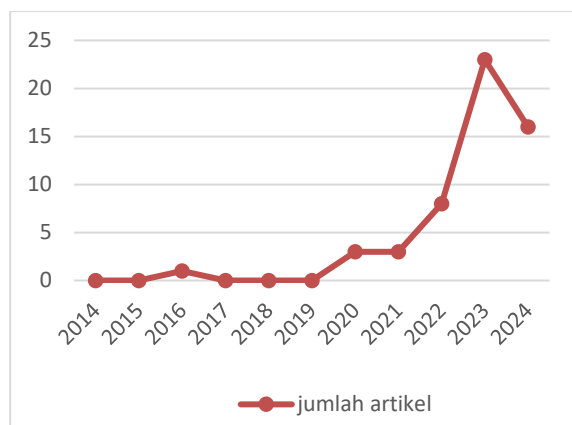
Tabel 3. Distribusi Artikel berdasarkan Metode Penelitian

| Model | Desain penelitian | Persentase (%) |
|--------------|-------------------------|----------------|
| Kuantitatif | <i>True experiment</i> | 2 |
| | <i>Quasi experiment</i> | 93 |
| | Survei | 0 |
| | Korelasi | 0 |
| Kualitatif | Studi kasus | 0 |
| | Analisis konten | 0 |
| | Analisis budaya | 0 |
| <i>Mixed</i> | <i>Triangulation</i> | 5 |

Tahun publikasi

Gambar 1 merupakan grafik jumlah artikel yang terpublikasi pada periode tahun 2014 hingga 2024. Ada beberapa tahun di mana tidak ditemukan artikel yang sesuai dengan kriteria review ini, yaitu pada tahun 2014, 2015, 2017, 2018, dan 2019. Pada tahun 2016 (3%), hanya ditemukan 1 artikel mengenai media digital berbasis STEM di Indonesia. Pada tahun 2020 (5%), terjadi peningkatan jumlah artikel yang terpublikasi. Menurut Sari & Apriyantika (2020) Media pembelajaran digital mulai digunakan pada tahun 2020 dikarenakan proses belajar dilaksanakan secara daring akibat pandemi covid-19. Peningkatan berlanjut pada tahun 2021 (5%) dan 2022 (15%). Titik tertinggi publikasi artikel terjadi pada tahun 2023 (43%);

kemudian, pada tahun 2024 (30%), jumlah artikel mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian Farwati et al. (2021), jumlah artikel mengenai implementasi STEM di Indonesia masih relatif minim jika dibandingkan dengan jumlah pengajar dan peneliti pada bidang sains. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk meningkatkan minat peneliti untuk mengeksplorasi implementasi STEM pada pembelajaran.



Gambar 1. Distribusi Artikel berdasarkan Tahun Publikasi

Tipe penggunaan media digital

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tipe penggunaan media digital pada pembelajaran STEM. Salah satu kelebihan media digital, siswa dapat mengakses media tersebut dimanapun dan

kapanpun (Taqiyyah et al., 2023). Artikel yang dianalisis banyak ditemukan menggunakan E Modul (28%) sebagai media yang diteliti. E-modul terintegrasi STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, motivasi, dan hasil belajar siswa secara signifikan (Megawati et al., 2022; Fitriana & Novi Ratna Dewi, 2024; Agung et al., 2022). Tipe media pembelajaran buku digital (24%) juga banyak digunakan, E-LKPD (11%), aplikasi *m-learning* (7%), dan komik digital (7%). Selain itu, ditemukan media lain seperti website, *game*, AR, animasi, dan lab virtual. Menurut analisis Widya et al. (2024), siswa memerlukan media pembelajaran digital dengan fitur animasi dan video serta mengandung materi yang selaras dengan fenomena sehari-hari. Siswa yang tertarik pada media pembelajaran akan meningkatkan motivasi belajar.

Tabel 4. Distribusi Artikel berdasarkan Penggunaan Media Digital

| Media digital | Persentase (%) |
|---------------------------------|----------------|
| Animasi | 2 |
| Aplikasi <i>mobile learning</i> | 7 |
| <i>Augmented Reality</i> | 4 |
| Buku Digital | 24 |
| E-LKPD | 11 |
| Komik Digital | 7 |
| E-modul | 28 |
| <i>Game</i> | 4 |
| Laboratorium <i>Virtual</i> | 2 |
| <i>Website</i> | 5 |

Alat pengumpulan data

Sebagian besar artikel yang dianalisis menggunakan pendekatan *mixed methods* (61%) dengan mengombinasikan dua atau lebih alat pengumpulan data (Yildiz et al., 2020). Alat yang paling banyak digunakan adalah angket (35%), umumnya berupa validasi respon dari ahli maupun siswa. Selain itu, ditemukan pula penggunaan pengukuran (*measurement*) dengan persentase 4%, yang

sebagian besar dilakukan melalui pretest dan posttest. Pretest diberikan sebelum penggunaan media, sedangkan posttest setelah media diterapkan dalam pembelajaran, sehingga hasil keduanya dapat menunjukkan efektivitas media digital digital (Yunita et al., 2024). Sementara itu, teknik pengumpulan data berupa wawancara dan observasi tidak ditemukan pada artikel yang dianalisis.

Tabel 5. Distribusi Alat Pengumpulan Data

| Alat pengumpulan data | Persentase (%) |
|-----------------------|----------------|
| Angket | 35 |
| Wawancara | 0 |
| Mixed | 61 |
| Observasi | 0 |
| Pengukuran | 4 |

Teknik analisis data

Klasifikasi dilakukan berdasarkan teknik analisis data yang digunakan dalam artikel. Sebagian besar artikel menggunakan analisis deskriptif (91%), yang terbagi menjadi deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kualitatif diperoleh dari kritik dan saran para ahli, sedangkan deskriptif kuantitatif diperoleh melalui perhitungan skor validasi pada lembar penilaian ahli (Aprilia et

al. 2023). Selain itu, teknik analisis data berupa *t-test* juga ditemukan (7%), dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan signifikan variabel terikat antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (A'yun et al., 2020). Teknik analisis *Mann-Whitney* digunakan dalam 2% artikel, umumnya sebagai alternatif *t-test* ketika data penelitian tidak berdistribusi normal (Insani et al., 2024).

Tabel 6. Distribusi Teknik Analisis Data

| Teknik | Persentase (%) |
|-------------------|----------------|
| Deskriptif | 91 |
| T-test | 7 |
| Mann-Whitney test | 2 |

Variabel terikat

Sebanyak 33% artikel tidak mencantumkan variabel terikat karena sebagian besar penelitian masih terbatas pada tahap validasi produk tanpa menguji pengaruhnya. Variabel terikat yang paling dominan adalah kemampuan berpikir kritis (15%) dan berpikir kreatif (12%). Penelitian Lafifa & Rosana (2023) menunjukkan bahwa media digital terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa. Selain itu, variabel lain

yang ditemukan mencakup hasil belajar (8%), literasi sains (8%), serta beberapa variabel lain dengan persentase yang lebih kecil. Hal ini sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Pramasdyasari et al., 2024). Oleh karena itu, integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran STEM sangat dianjurkan untuk mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 (Nuryanti & Nuryadi, 2023).

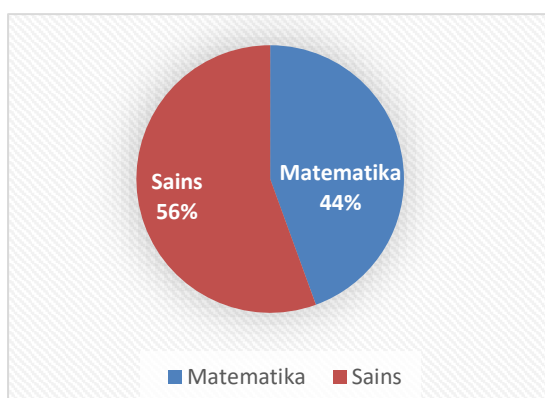
Tabel 7. Distribusi Variabel terikat

| Variabel terikat | Persentase (%) |
|--------------------|----------------|
| Hasil belajar | 7 |
| Motivasi | 2 |
| Pemahaman konsep | 2 |
| Berpikir kritis | 15 |
| Berpikir komputasi | 2 |
| Berpikir kreatif | 12 |
| Literasi matematis | 8 |
| Pemecahan masalah | 7 |
| Literasi sains | 8 |

| Variabel terikat | Persentase (%) |
|-------------------------|----------------|
| Literasi digital | 2 |
| Kemampuan berkomunikasi | 2 |
| Tidak tersedia | 33 |

Mata pelajaran

Media digital berbasis STEM dalam penelitian pada jenjang SMP didominasi oleh dua mata pelajaran utama, yaitu sains (56%) dan matematika (44%). Dominasi sains sejalan dengan fokus pembelajaran IPA di SMP serta erat kaitannya dengan komponen penyusun STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Integrasi STEM dalam pembelajaran IPA memungkinkan penggabungan teknik, matematika, dan teknologi secara interdisipliner, sehingga mendorong siswa memiliki pengetahuan yang utuh dan menyeluruh menyeluruh (Kurniati & Suyanta, 2022). Selain itu, pendidikan STEM yang berfokus pada sains dan matematika bertujuan mengenalkan pemanfaatan teknologi dalam mengembangkan suatu produk (Priatna et al., 2020). Temuan ini menegaskan peran strategis pembelajaran IPA sebagai wahana untuk mengembangkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 melalui integrasi media digital berbasis STEM.



SIMPULAN

Penelitian mengenai penggunaan media digital berbasis STEM pada siswa SMP paling banyak menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi serta metode

research and development. Publikasi artikel terbanyak ditemukan pada tahun 2023, dengan jenis media digital yang dominan berupa e-modul. Teknik pengumpulan data umumnya menggunakan pendekatan *mixed methods*, sedangkan analisis data yang paling sering digunakan adalah deskriptif. Variabel terikat yang paling banyak diteliti adalah kemampuan berpikir kritis, sementara mata pelajaran yang paling sering menjadi konteks penelitian adalah sains. Temuan ini memberikan gambaran tren penelitian dekade terakhir sekaligus menjadi rujukan bagi pendidik, peneliti, dan pengembang dalam merancang serta mengimplementasikan media digital berbasis STEM yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Agung, I. D. G., Suardana, I. N., & Rapi, N. K. (2022). E-Modul IPA dengan Model STEM-PjBL Berorientasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 120–133. <https://doi.org/10.23887/jipp.v6i1.42657>
- Alfarez, M. N. R. A., & Asmarani, D. (2024). Pengembangan E-LKPD dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 1(2), 83–98.
- Anita, Y., Thahir, A., Anita, K., Suherman, & Rahmawati, N. D. (2021). Buku Saku Digital Berbasis STEM: Pengembangan Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 401–412.

- <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.672>
- Anjarsari, P., Prasetyo, Z. K., & Susanti, K. (2020). Developing Technology and Engineering Literacy for Junior High School Students through STEM-Based Science Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012107>
- Aprilia, G. M., Nabila, H., Karomah, R. M., Hs, E. I., Permadani, S. N., & Nursyahidah, F. (2023). Development of Probability Learning Media PjBL-STEM Based Using E-comic to Improve Students' Literacy Numeracy Skills. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 14(1), 160–173.
- Arianti, A., Marlina, L., & Sriyanti, I. (2022). Development of Interactive Multimedia Based on STEM Wave Material for High School Students. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 10(2), 163–170. <https://doi.org/10.20527/bipf.v10i2.12215>
- Astutik, I. D., Pramasdyahsari, A. S., & Setyawati, R. D. (2024). Development of PJBL-STEM Based E-books Assisted by Geometry Calculator to Foster Students' Critical Thinking Ability. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(1), 69–82. <https://doi.org/10.15294/eddrkj25>
- A'yun, Q., Rusilowati, A., & Lisdiana. (2020). Improving Students' Critical Thinking Skills through the STEM Digital Book. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 237–243. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Bozkurt, A., Akgun-ozbek, E., Yilmazel, S., Erdogdu, E., Ucar, H., Guler, E., Sezgin, S., Karadeniz, A., Sen-ersoy, N., Dincer, G. D., Ari, S., & Aydin, C. H. (2015). Trends in Distance Education Research : A Content Analysis of Journals 2009-2013. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1), 330–363. <https://doi.org/https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i1.1953>
- Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education? *Science*, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Farwati, R., Metafisika, K., Sari, I., Sitingjak, D. S., Solikha, D. F., & Solfarina, S. (2021). STEM Education Implementation in Indonesia: A Scoping Review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 1(1), 11–32. <https://doi.org/10.53889/ijses.v1i1.2>
- Fitriana, W. N. F., & Dewi, N. R. (2024). The Influence of E-Module with the STEM Approach on Students' Motivation and Creativity in SMP Negeri 10 Tegal. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.24905/psej.v8i2.197>
- Hafila, Z. N., Hasbiyati, H., & Hikamah, S. R. (2023). Pengembangan Buku Digital Berbasis STEM Materi Pencemaran Tanah Kelas Vii SMPN 2 Rambipuji. *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(2), 202–213. <https://doi.org/10.31849/bl.v10i2.15938>
- Hasanah, M., Hasbiyati, H., & Hikamah, S. R. (2023). The Validity of STEM-Based Digital Comic Media on the Topic of the Structure And Function of Human Respiration. *JIPVA (Jurnal Pendidikan Ipa Veteran)*, 7(2), 143–155. <https://e-journal.ivet.ac.id/index.php/jipva/article/view/3010>
- Hayati, M. N., Widiyanto, B., Utami, I. N., Octaviani, D. N., & Santoso, T. H. (2024). Tinjauan Sistematis Desain Kurikulum Etno-STEM: Menjembatani Literasi Sains dan Berpikir Kritis Mahasiswa. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 9(2), 162–171. <https://doi.org/10.24905/psej.v9i2.247>
- Hebecci, M. T., & Usta, E. (2022). The Effects of Integrated STEM Education Practices on Problem Solving Skills, Scientific Creativity, and Critical Thinking Dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358–379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>
- Hidayah, F. N., & Sutarto, H. (2023). Development of Android-Based Interactive Learning Media with STEM Nuances to Improve Creative Thinking Skills of Grade VIII Students. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 12(2), 187–195. <https://doi.org/10.15294/ujme.v12i2.7530>
- Hidayati, S. A., Hariyadi, S., & Putra, P. D. A. (2024). Development of STEM-Based Educational Games as Differentiated Learning Media to Improve Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Paedagogy*,

- 11(1), 1–14.
<https://doi.org/10.33394/jp.v11i1.9589>
- Insani, D. K., Hasbiyati, H., & Hakim, M. (2024). Differences in The Effect of STEM-based Digital Comic Media on Human Respiratory System Disorders on Student Learning Outcomes at SMP Al Baitul Amien Jember. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 211–217.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). STEM Virtual Lab: An Alternative Practical Media to Enhance Student's Scientific Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 239–246.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>
- Kamal, F. A., Subali, B., Astuti, B., Rusilowati, A., & Widiyatmoko, A. (2024). Pengembangan LKPD Digital Berbasis STEM untuk Meningkatkan Literasi Numerasi dan Sains Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(5), 2454–2464.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6689>
- Khairunnisa, K., Nurazizah, Fatra, M., & Atiqoh, K. S. N. (2024). The Development of Science Technology, Engineering and Mathematics-Based Digital Comic of Number Patterns for Mathematics Learning. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2), 109–122.
<https://doi.org/10.24256/jpmipa.v12i2.5614>
- Komarudin, Utari, I.D., & Suherman. (2021). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis STEM terhadap Pemahaman Konsep Matematis. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, 7(2), 97–106.
<https://doi.org/10.37058/jp3m.v7i2.3221>
- Komarudin, K., Nabilla, G. A. F., Bahri, S., Puspita, L., & Afandi, M. (2022). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis STEM Berbantuan Appypie: Studi terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Tadris Matematika*, 5(2), 257–272.
<https://doi.org/10.21274/jtm.2022.5.2.257-272>
- Komarudin, K., Suherman, S., & Puspita, L. (2024). Development of STEM-Based Digital Pocketbook on SPLDV Material using the Addie Model: Application in Online Learning Environments. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 224–235.
<https://doi.org/10.31000/prima.v8i2.9345>
- Krull, G., & Duart, J. M. (2017). Research Trends in Mobile Learning in Higher Education: A Systematic Review of Articles (2011-2015). *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7), 1–23.
- Kurniati, Y. N., & Suyanta. (2022). Pendekatan STEM dalam Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA SMP untuk Meningkatkan Critical Thinking Skill dan Science Process Skill. *Edu-Sains*, 11(2), 28–35.
- Lafifa, F., & Rosana, D. (2023). Development and Validation of Animation-based Science Learning Media in the STEM-PBL Model to Improve Students Critical Thinking and Digital Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7445–7453.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4448>
- Laksono, A., Rusilowati, A., & Widiyatmoko, A. (2023). Development and Validation of STEM-Based Science Digital Worksheet on Object Motion Material for Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 2664–2669.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3720>
- Madaniah, S. A. S., & Listiaji, P. (2023). Development of a Hyper-Content E-Module Using a Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach to Train Cognitive and Psychomotor Learning Outcomes of Junior High School Students. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 7(2), 57–65.
<https://doi.org/10.17977/um033v7i2p57-65>
- Masykur, R., Irwandani, I., Pricillia, A., & Aridan, M. (2024). Development of Science E-Modules with the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Approach for Islamic Schools. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 404–420.
<https://doi.org/10.24042/ij sme.v7i2.20835>
- Megawati, T. K., Sasomo, B., & Rahmawati, A. D. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal*

- Inovasi Pembelajaran Matematika (JIPM)*, 4(1), 30–37.
<https://doi.org/10.36379/jipm.v4i1.367>
- Muhammad, F. N., & Widowati, A. (2024). Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik melalui Pembelajaran STEM PjBL Materi Perambatan Panas. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 9(1), 9–19.
<https://doi.org/10.24905/psej.v9i1.202>
- Munandar, R. R., Suhardi, E., & Husna, M. N. (2022). Development of STEM-Based Flipbook Learning Media on the Bloodstream System Materials for Junior High School. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 8(2), 367–374.
<https://doi.org/10.33394/jk.v8i2.4665>
- Mustofiyah, L., Rahmawati, F. P., & Guhfron, A. (2024). Pengembangan Kurikulum Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa di Era Digital: Tinjauan Systematic Literature Review. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(3), 4–6.
- Nanthi, B. D., & Mutaqin, A. (2023). Pengembangan E-Modul dengan Berbantuan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Literasi Matematis Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(3), 1–12.
- Noris, M., Saputro, S., & Ulimaz, A. (2023). STEM Research Trends from 2013 to 2022: A Systematic Literature Review. *International Journal of Technology in Education*, 6(2), 224–237.
<https://doi.org/10.46328/ijte.390>
- 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>
- Nuriah, Z., Hasbiyati, H., & Nurjanah, U. (2024). Pengembangan Multimedia Buku Digital berbasis STEM pada Materi Pencemaran Air. *EDUPROXIMA: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(2), 685–692.
<https://doi.org/10.29100/.v6i2.4507>
- Nuryanti, D., & Nuryadi, N. (2023). Efektivitas E-LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(1), 5646–5654.
<https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i1.11968>
- Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2020). Desain Media Pembelajaran Geometri SMP menggunakan 3D Pageflip Profesional berbasis RME Terintegrasi STEM. *Logaritma : Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 8(01), 55–66.
<https://doi.org/10.24952/logaritma.v8i01.2374>
- Pixyoriza, P., Nurhanurawati, N., & Rosidin, U. (2022). Pengembangan Modul Digital Berbasis STEM untuk Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(01), 76–87.
<https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i01.17541>
- Pramasdyahsari, A. S., Setyawati, R. D., Aini, S. N., Nusuki, U., Arum, J. P., Astutik, L. D., Widodo, W., Zuliah, N., & Salmah, U. (2023). Fostering Students' Mathematical Critical Thinking Skills on Number Patterns through Digital Book STEM PjBL. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2297.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/13342>
- Pramasdyasari, A. S., Aini, S. N., & Setyawati, R. D. (2024). Enhancing Students' Mathematical Critical Thinking Skills through Ethnomathematics Digital Book STEM-PjBL. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 97–112.
<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v13i1.1979>
- Priatna, N., Lorenzia, S. A., & Widodo, S. A. (2020). STEM Education at Junior High School Mathematics Course for Improving the Mathematical Critical Thinking Skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1173–1184.
<https://doi.org/10.17478/JEGYS.728209>
- Prihaswati, M., Yuliani, I., Purnomo, E. A., Adnan, M., & Khasanah, U. (2023). Desain E-LKPD Berbasis STEM Tema Kearifan Lokal Bernuansa Pendidikan Karakter Materi Lingkaran. *JIPMat (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 8(2), 151–162.
<https://doi.org/10.26877/jipmat.v8i2.15489>
- R., P. A., Hasbiyati, H., & Nurjanah, U. (2024). Pengembangan Media Digital

- Scrapbook dengan Pendekatan STEM pada Materi Interaksi dalam Ekosistem. *BIO-CONS: Jurnal Biologi dan Konservasi*, 6(2), 365–376.
- Rahardhian, A., Astuti, I., & Maria, H. T. (2023). Pengembangan Media Digital STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Hukum Archimedes. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 7(2), 233–243. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/wacanaakademika/article/view/16072>
- Rizkika, M., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 7(1), 41–48. <https://doi.org/10.24905/psej.v7i1.142>
- Rosdiana, R., Raupu, S., & Hilma, H. (2022). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis STEM pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1818–1827. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5664>
- Safitri, R., Rahmawati, A. D., & Sasomo, B. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan Google Sites dengan Pendekatan STEM di SMPN 1 Kasreman Ngawi. *Pedagogy*, 8(1), 233–249.
- Sakdiah, H., Andriani, R., Ginting, F. W., & Fatmi, N. (2023). Development of Augmented Reality (AR) Learning Media Integrated with STEM Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(Special Issue), 487–493. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.6043>
- Sari, D. S., & Apriyantika, M. (2020). Multimedia Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Kemampuan Siswa dalam Pemecahan Masalah pada Materi Mitigasi Bencana. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, 4(2), 132–146.
- Setiawan, I., Sudarmin, S., & Partaya, P. (2023). Development of Project Based Ethno-STEM Online Learning Module to Increase Interpersonal Literacy and Learning Outcome. *Journal of Innovative Science Education*, 12(2), 192–200. <https://doi.org/10.15294/jise.v12i2.72020>
- Simbolon, J., Sakti, I., Wardana, R. W., Sutarno, S., & Nursaadah, E. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Stem pada Materi Suhu dan Perubahannya untuk Siswa Kelas VII SMP. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 3(2), 108–117. <https://doi.org/10.33369/diksains.3.2.108-117>
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-STEM Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Taqiyyah, S. A., Subali, B. S., Linuwih, S., Ellianawati, S., & Yusof, M. M. bin M. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Android dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11151–11164. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.4595>
- Ummah, S., Agustin, L. R., Kumalasari, D., Hendratmoko, A. F., Nurita, T., & Widodo, W. (2025). Pemanfaatan Media Nasa Space Place dalam Pembelajaran STEM pada Materi Struktur Bumi: Studi Literatur. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 15(2), 90–99. <https://doi.org/10.24929/lensa.v15i2.871>
- Wandani, S., Setyansah, R. K., & Masfingatin, T. (2023). Development of Mathematics E-Modules Based on PjBL STEM on Materials Constructing Flat Side Spaces to Improve Mathematical Communication Ability of Junior High School Students. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(1), 533–548. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i1.2497>
- Warouw, Z. W. M., Purba, E. R., Tumewu, W. A., Wowor, E. C., & Wola, B. R. (2024). Development of Interactive Multimedia on Environmental Pollution Topics with STEM Approach for Junior High School Students. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 6(3), 342–352. <https://doi.org/10.20527/bino.v6i3.19525>
- Widya, W., Mujtahid, Z., Muliaman, A., & Hidayat, A. T. (2024). Needs Analysis of Interactive STEM-based Multimedia to Enhance Literacy and 21st-Century Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics*

- Education*, 7(3), 590–599.
<https://doi.org/10.24042/ijms.v7i3.23709>
- Wijayanti, N. M. W., Sukendra, I. K., & Purwati, N. K. R. (2023). Pengembangan Penggunaan Aplikasi Geomath Room Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Siswa Kelas VIII di SMPN 11 Denpasar. *Widyadari*, 24(2), 333–347. <https://doi.org/10.59672/widyadari.v24i2.4443>
- Wildana, A. A., Aristya, P. D., & Budiarmo, A. S. (2023). Pengembangan Modul Flipbook Digital Berbasis STEM Materi Sistem Pencernaan Manusia untuk Meningkatkan Literasi Sains. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 57–66. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.294>
- Wu, W. H., Jim Wu, Y. C., Chen, C. Y., Kao, H. Y., Lin, C. H., & Huang, S. H. (2012). Review of Trends from Mobile Learning Studies: A Meta-Analysis. *Computers and Education*, 59(2), 817–827. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.016>
- Wulandari, T. D., Listaji*, P., Sulaiman, T., Wan Jaafar, W. M., & Abdul Rahim, S. S. (2024). Development of STEM-Based Science Educational Game using Scratch to Train Computational Thinking Skill for Secondary School Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(4), 867–884. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i4.39893>
- Yatin, Abidin, Z., & Arip, A. G. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM dengan Media Canva untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Numerasi Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(22), 888–903. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10152999>
- Yildiz, G., Yildirim, A., Akca, B. A., Kok, A., Ozer, A., & Karatas, S. (2020). Research Trends in Mobile Learning. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 21(3), 205–215. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3236-8_16
- Young, V. M., House, A., Wang, H., Singleton, C., & Klopfenstein, K. (2011). Inclusive STEM Schools: Early Promise in Texas and Unanswered Questions. *In Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education: A Workshop*. Washington, DC: National Academies, 1(2014), 1–25. http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_072639.pdf
- Yuliani, I., Prihaswati, M., & Mawarsari, V. D. (2023). Respon Penggunaan E-LKPD Berbasis STEM Kearifan Lokal Bernuansa Pendidikan Karakter Materi Lingkaran Kelas VIII. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 14(2), 119–130. <https://doi.org/10.26877/aks.v14i2.15915>
- Yuliardi, R., & Andini, R. N. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Geogebra dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(2), 2463–2475. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i2.1020>
- Yuliardi, R., Kusumah, Y. S., Nurjanah, Juandi, D., & Suparman. (2024). Development of a STEM-Based Digital Learning Space Platform to Enhance Students' Mathematical Creativity in Future Learning Classrooms. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(12), em2545. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15665>
- Yunita, Diani, R., Noperi, H., & Velina, Y. (2024). Development of Interactive E-Modules with STEM Approach Using Canva Application to Improve Students' Critical Thinking Ability in Physics Learning. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 10(2), 192–210. <https://doi.org/10.22219/jinop.v1i1.2441>
- Yusufa, M. L., Parno, P., & Fitriyah, I. J. (2021). Development of AR-based Interactive Teaching Materials Equipped with the IBL-STEM Model to Improve the Scientific Literacy of JHS Students on the Topic of the Human Circulatory System. *Advances in Engineering Research*, 209(Ijce 2021), 281–287.