

## **ANALYSIS OF THE USE OF DIGITAL WORKSHEETS IN PHYSICS EDUCATION IN THE LAST DECADE**

Robi Saepudin<sup>1</sup>, Asep Irvan Irvani<sup>2\*</sup>, Resti Warliani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Islam dan Keguruan, Universitas Garut, Garut, Indonesia

<sup>2</sup>Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Islam dan Keguruan, Universitas Garut, Garut, Indonesia

<sup>3</sup>Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Islam dan Keguruan, Universitas Garut, Garut, Indonesia

\*e-mail: [irvan.irvani@uniga.ac.id](mailto:irvan.irvani@uniga.ac.id)

**Abstrak:** Pesatnya transformasi digital dalam pendidikan menuntut pemanfaatan media pembelajaran yang adaptif, namun evaluasi komprehensif mengenai efektivitas dan tren penggunaan digital *worksheet* dalam pembelajaran fisika masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan digital *worksheet* dalam pembelajaran fisika selama dekade terakhir, dengan menggunakan pendekatan analisis bibliometrik terhadap data yang bersumber dari *database Scopus* menggunakan metode PRISMA untuk mengkaji tren publikasi, kontribusi penulis, serta kata kunci yang dominan. Data yang diperoleh mencakup 61 dokumen yang terbit antara 2015 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun minat riset memuncak pada tahun 2021 sebagai respons terhadap pandemi, terjadi tren penurunan publikasi yang signifikan pada tahun-tahun berikutnya. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan *digital worksheet* masih cenderung dipandang sebagai solusi darurat masa pandemi daripada inovasi kurikulum berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada integrasi *digital worksheet* dalam model *blended learning* pascapandemi serta evaluasi efektivitasnya terhadap retensi pemahaman konsep jangka panjang untuk memastikan keberlanjutan pemanfaatan teknologi dalam pendidikan fisika.

**Kata Kunci:** Analisis Bibliometrik, Berpikir Kritis, Lembar Kerja Digital, Tinjauan Literatur, Pembelajaran Fisika

### ***ANALYSIS OF THE USE OF DIGITAL WORKSHEETS IN PHYSICS EDUCATION IN THE LAST DECADE***

**Abstract:** The rapid digital transformation in education requires the use of adaptive learning media, but comprehensive evaluations of the effectiveness and trends in the use of digital worksheets in physics learning are still limited. This study aims to analyze the use of digital worksheets in physics learning over the past decade, using a bibliometric analysis approach to data sourced from the Scopus database using the PRISMA method to examine publication trends, author contributions, and dominant keywords. The data obtained included 61 documents published between 2015 and 2025. The results of the analysis showed that although research interest peaked in 2021 in response to the pandemic, there was a significant downward trend in publications in the following years. This indicates that the use of digital worksheets is still likely to be viewed as an emergency solution during the pandemic rather than a sustainable curriculum innovation. Therefore, further research needs to focus on the integration of digital worksheets in post-pandemic blended learning models and the evaluation of their effectiveness in long-term concept retention to ensure the sustainable use of technology in physics education.

**Keywords:** *bibliometrik, critical thinking, digital worksheet, literature review, physics learning*

## PENDAHULUAN

Dalam era pendidikan modern yang semakin berbasis teknologi, pemanfaatan *tools* digital dalam proses pembelajaran menjadi semakin krusial, terutama pada mata pelajaran yang bersifat konseptual dan aplikatif seperti Fisika. Pembelajaran Fisika tidak hanya menuntut pemahaman teori, tetapi juga kemampuan berpikir analitis, pemecahan masalah, serta visualisasi fenomena alam yang sering kali abstrak (Cynthia et al., 2023; Munfaridah et al., 2021; Rini & Aldila, 2023). Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran Fisika memiliki peran penting untuk meningkatkan keterlibatan siswa, mempermudah penyampaian konsep yang kompleks melalui simulasi atau representasi visual, serta mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan personal. Penggunaan teknologi juga membuka akses terhadap sumber belajar yang lebih luas dan memungkinkan pembelajaran berbasis data, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses belajar mengajar secara keseluruhan.

Salah satu pemanfaatan teknologi digital adalah perubahan perangkat pembelajaran dari paper-based menjadi digital. Contohnya adalah *digital worksheet*. *Digital worksheet* sebagai salah satu bentuk inovasi teknologi dalam dunia pendidikan, semakin populer sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif dan praktis (Dudar et al., 2021; Haleem et al., 2022). Berbeda dengan lembar kerja konvensional yang berbasis kertas, *digital worksheet* dikembangkan dalam format elektronik yang dapat diakses melalui perangkat komputer atau tablet, serta mendukung interaktivitas dan kolaborasi secara *real-time*. Dalam konteks pembelajaran Fisika, *digital worksheet* tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian soal dan latihan, tetapi juga mampu mengintegrasikan elemen-elemen multimedia seperti simulasi, animasi, video, dan *feedback* otomatis untuk membantu siswa memahami konsep-konsep fisika yang kompleks (Girwidz & Kohnle, 2022; Munfaridah et al., 2021). Selain itu, penggunaan *digital worksheet* memungkinkan guru untuk memantau perkembangan belajar peserta didik secara lebih akurat dan memberikan umpan balik yang bersifat personal, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih adaptif dan berfokus pada kebutuhan individu siswa.

Perkembangan teknologi pendidikan dan proses digitalisasi dalam dunia pendidikan telah membawa perubahan signifikan dalam pendekatan pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran Fisika yang membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam serta penerapan praktis dalam berbagai fenomena alam. Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan pembelajaran yang lebih interaktif, efisien, dan personal, penggunaan media digital seperti *digital worksheet* menjadi bagian integral dari inovasi pembelajaran abad ke-21. Teknologi pendidikan semakin berkembang pesat dengan adanya platform berbasis cloud, aplikasi interaktif, serta sistem manajemen pembelajaran (*learning management system*) yang memudahkan akses terhadap materi dan aktivitas belajar. Dalam konteks Fisika, digitalisasi tidak hanya mempermudah penyampaian konsep-konsep abstrak melalui visualisasi dan simulasi, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk bereksperimen secara virtual, menganalisis data, dan menguji hipotesis dalam lingkungan pembelajaran yang aman dan terkendali. Oleh karena itu, integrasi teknologi pendidikan seperti *digital worksheet* menjadi salah satu solusi strategis untuk menjawab tantangan pembelajaran Fisika di era digital yang menuntut fleksibilitas, partisipasi aktif, dan pemahaman konsep yang bermakna (Hasas et al., 2024; Verawati & Nisrina, 2025).

Saat ini, perkembangan teknologi pendidikan telah melahirkan berbagai platform digital yang memudahkan guru dalam merancang dan menyajikan lembar kerja digital bagi

siswa, salah satunya adalah *digital worksheet*. Platform seperti *Google Classroom*, *Microsoft Teams*, *Moodle*, serta aplikasi khusus seperti *GeoGebra*, *PhET Interactive Simulations*, dan *Canva for Education* semakin banyak dimanfaatkan untuk menciptakan media pembelajaran yang interaktif dan personal (Jordão & Karimi, 2023; Sumadevi, 2023). Melalui platform-platform tersebut, guru dapat mengintegrasikan berbagai elemen multimedia, soal berbasis *auto grading*, simulasi virtual, hingga aktivitas kolaboratif dalam satu dokumen digital yang mudah diakses oleh siswa dari mana saja dan kapan saja. Keberadaan platform ini tidak hanya mempermudah proses pengelolaan pembelajaran, tetapi juga meningkatkan keterlibatan siswa dengan memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan sesuai dengan kebiasaan belajar generasi digital. Dengan demikian, pemanfaatan platform digital dalam pembuatan lembar kerja elektronik menjadi salah satu bentuk konkret transformasi pembelajaran Fisika di era pendidikan modern.

Pengembangan perangkat pembelajaran digital, termasuk *digital worksheet*, semakin mendapat perhatian serius seiring dengan meningkatnya kebutuhan pembelajaran jarak jauh selama masa pandemi COVID-19 (Azhari & Fajri, 2022; Subekti & Prahmana, 2021). Kondisi darurat yang memaksa sistem pendidikan beralih dari tatap muka ke daring secara tiba-tiba mengungkapkan keterbatasan metode pembelajaran konvensional dan mempercepat adopsi teknologi dalam proses belajar mengajar. Dalam konteks pembelajaran Fisika, dimana eksperimen dan diskusi interaktif sangat penting, ketersediaan perangkat digital seperti lembar kerja berbasis *online* menjadi solusi efektif untuk menjaga kontinuitas dan kualitas pendidikan. Pandemi telah membuktikan bahwa pembelajaran berbasis digital tidak hanya relevan sebagai alternatif darurat, tetapi juga memiliki potensi besar untuk menjadi bagian integral dari model pendidikan *hybrid* atau *blended* di masa depan. Hal ini turut mendorong guru dan pengembang pendidikan untuk terus berinovasi dalam menciptakan sumber belajar digital yang menarik, efektif, dan mudah diakses oleh peserta didik dalam berbagai kondisi pembelajaran.

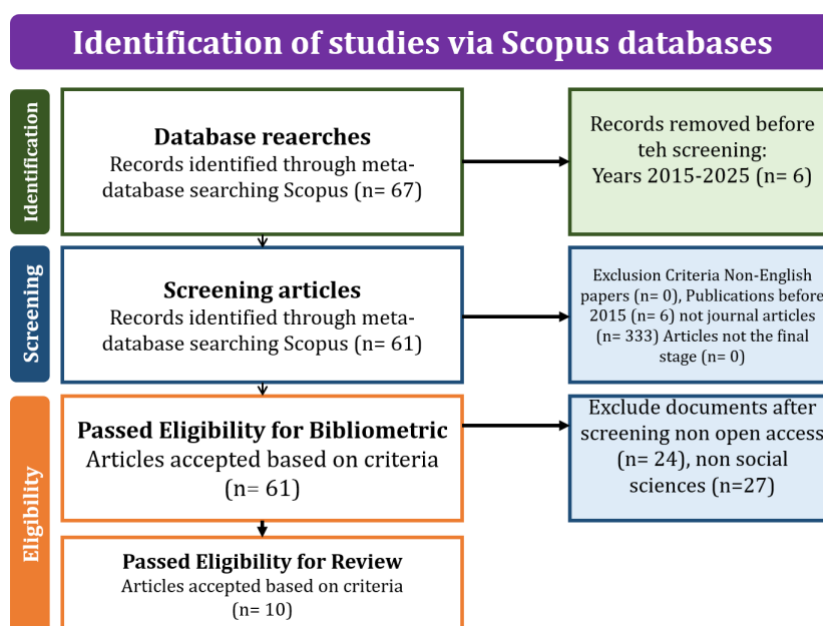
Meskipun masa puncak pandemi COVID-19 telah berlalu, tren penelitian mengenai *digital learning*, khususnya dalam konteks pembelajaran Fisika, tetap perlu dikaji secara komprehensif untuk memahami dampak jangka panjang, efektivitas, serta potensi integrasi teknologi digital dalam praktik pendidikan normal baru (Heryanto et al., 2023). Selama pandemi, banyak inovasi pembelajaran digital diterapkan secara darurat tanpa persiapan yang matang, sehingga diperlukan analisis mendalam untuk mengevaluasi sejauh mana penggunaan *digital worksheet* dan platform pembelajaran lainnya mampu meningkatkan hasil belajar siswa, partisipasi, serta pemahaman konsep Fisika yang kompleks (Alfiansyah et al., 2021; Septianti et al., 2023). Selain itu, dengan bergesernya sistem pendidikan menuju model *hybrid* atau *blended learning*, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mendukung keberhasilan implementasi *digital learning*, termasuk aspek desain instruksional, aksesibilitas teknologi, keterampilan digital guru, serta respons siswa terhadap media pembelajaran berbasis digital (Nurhuda & Irvani, 2021; Paling et al., 2024). Oleh karena itu, telaah riset yang sistematis dan *up-to-date* sangat diperlukan guna memberikan arahan bagi pengembangan kebijakan, praktik pembelajaran, serta desain perangkat pendidikan digital di bidang Fisika dan pendidikan sains pada umumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian terkait penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran Fisika serta mengevaluasi efektivitasnya terhadap hasil belajar siswa. Dengan pendekatan bibliometrik, penelitian ini akan menggambarkan perkembangan riset secara kuantitatif dan kualitatif untuk mengidentifikasi topik-topik yang dominan, negara atau institusi yang aktif dalam penelitian, serta arah pengembangan studi di masa depan (Donthu et al., 2021; Mukherjee et al., 2022; Rawzis et al., 2024). Selain itu, analisis juga akan difokuskan pada bagaimana penerapan *digital worksheet* berpengaruh terhadap aspek kognitif, keterlibatan belajar, dan pemahaman konsep fisika siswa berdasarkan hasil studi empiris yang

telah dilakukan sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai peran *digital worksheet* sebagai media pembelajaran digital di bidang Fisika, serta menjadi referensi bagi peneliti dan praktisi pendidikan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif dengan teknik analisis bibliometrik untuk mengkaji tren penelitian dan perkembangan studi terkait penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran Fisika (Adhelacahya, 2023; Dawana & Setiani, 2022). Data primer dikumpulkan dari *database Scopus*, yang merupakan salah satu sumber akademik bereputasi tinggi dan luas cakupannya. Pencarian dilakukan menggunakan kata kunci (*TITLE-ABS-KEY (digital worksheet) OR TITLE-ABS-KEY (e-worksheet) OR TITLE-ABS-KEY (e worksheet) AND TITLE-ABS-KEY (physics)*). Periode publikasi yang menjadi fokus adalah dari tahun 2015 hingga 2025 agar dapat menangkap perkembangan riset di masa awal adopsi teknologi digital dalam pendidikan hingga fase pematangan pasca-pandemi (Agarwal et al., 2025; Othman et al., 2023). Setelah proses pengumpulan data awal, seleksi dokumen dilakukan melalui metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk memastikan hanya artikel yang relevan dan sesuai dengan kriteria penelitian yang digunakan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Dengan demikian, metode ini memberikan keakuratan dan validitas yang tinggi terhadap data yang dianalisis, sehingga hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang objektif dan komprehensif mengenai evolusi riset serta kontribusi *digital worksheet* dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada pembelajaran Fisika.



Gambar 1. Alur Pemilihan Dokumen Menggunakan Diagram PRISMA

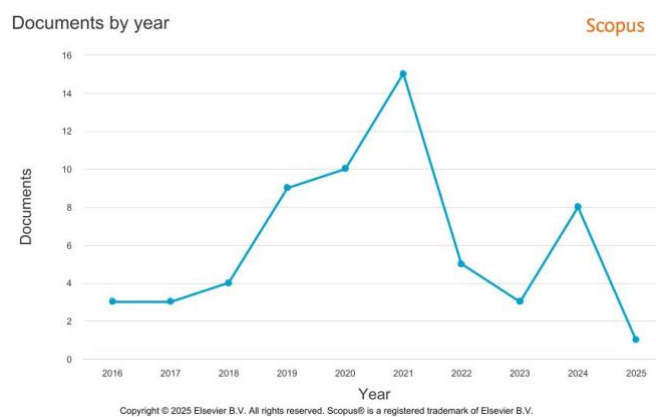
Proses seleksi dokumen ditunjukkan pada Gambar 1. Dokumen yang diperoleh dari tahun 2015-2025 digunakan sebagai analisis bibliometrik untuk menganalisis tren penelitian terkait *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika. Adapun untuk analisis yang lebih substansial dilakukan seleksi yang lebih ketat sehingga diperoleh 10 artikel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sebagai pemandu proses analisis data, peneliti menggunakan pertanyaan-pertanyaan penelitian berikut.

- RQ 1 : Bagaimana tren penelitian terkait penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika dalam satu dekade terakhir?
- RQ 2 : Bagaimana perkembangan dan distribusi penelitian tentang *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika dalam satu dekade terakhir?
- RQ 3 : Bagaimana penerapan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika mempengaruhi pemahaman konsep dan keterlibatan siswa?

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

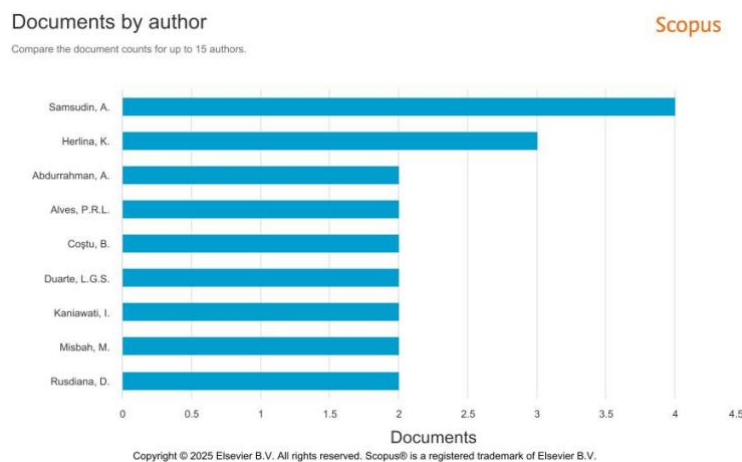
Berdasarkan hasil pencarian artikel dengan kata kunci yang telah disebutkan pada bagian metode, diperoleh 61 dokumen yang terbit dari tahun 2015-2025. Dokumen ini kemudian didistribusikan berdasarkan tahun publikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tren Jumlah Publikasi Terkait *Digital Worksheet* Tahun 2015-2025

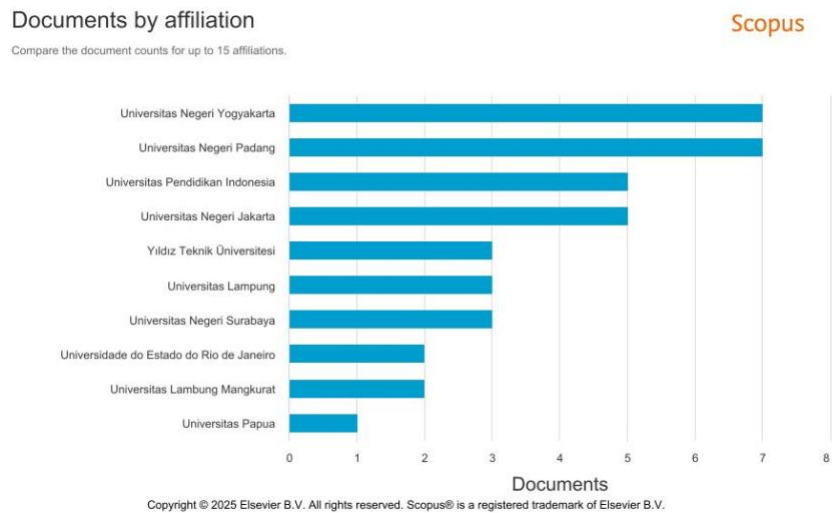
Dari Gambar 2 terlihat bahwa tren publikasi berdasarkan tahun. Jumlah dokumen meningkat dari 2016 hingga puncak pada 2021 (15 dokumen), kemudian mengalami penurunan signifikan hingga 2025 (1 dokumen). Perubahan ini mencerminkan fluktuasi minat penelitian terkait topik yang diamati, dengan puncaknya pada 2021 sebelum menurun drastis dalam beberapa tahun berikutnya.

Selanjutnya, metadata yang diperoleh ini kemudian dipetakan berdasarkan penulis, afiliasi penulis, dan negara asal penulis. Gambaran penulis yang paling banyak menghasilkan publikasi terkait topik ini ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



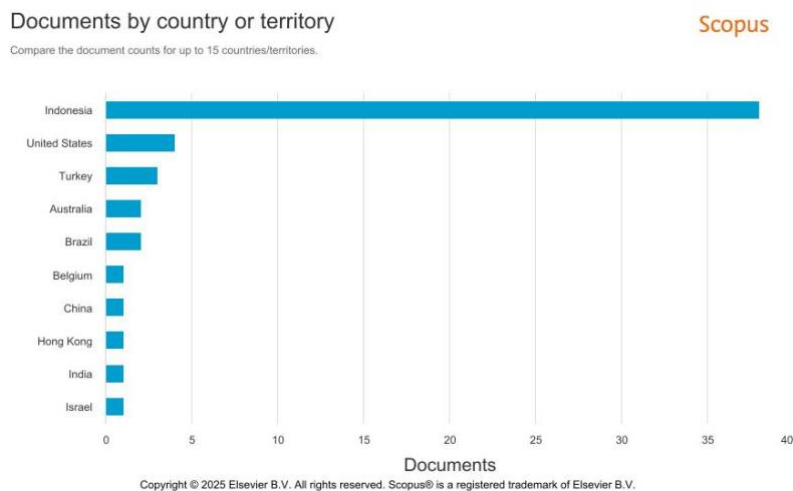
Gambar 3. Distribusi Dokumen Berdasarkan Penulis

Gambar 3 menunjukkan distribusi jumlah publikasi berdasarkan penulis. Samsudin, A. memiliki kontribusi tertinggi dengan 4 dokumen, diikuti oleh Herlina, K. dengan 3 dokumen. Penulis lain seperti Abdurrahman, A., Alves, P.R.L., dan sebagainya masing-masing menyumbang 2 dokumen. Hal ini menunjukkan variasi aktivitas penelitian antar penulis dalam topik yang diamati. Distribusi dokumen juga dilakukan berdasarkan afiliasi penulis untuk menunjukkan institusi yang memberikan perhatian terhadap topik ini. Adapun gambaran distribusi dokumen penelitian terkait *digital worksheet* berdasarkan afiliasi penulis ditunjukkan pada Gambar 4.



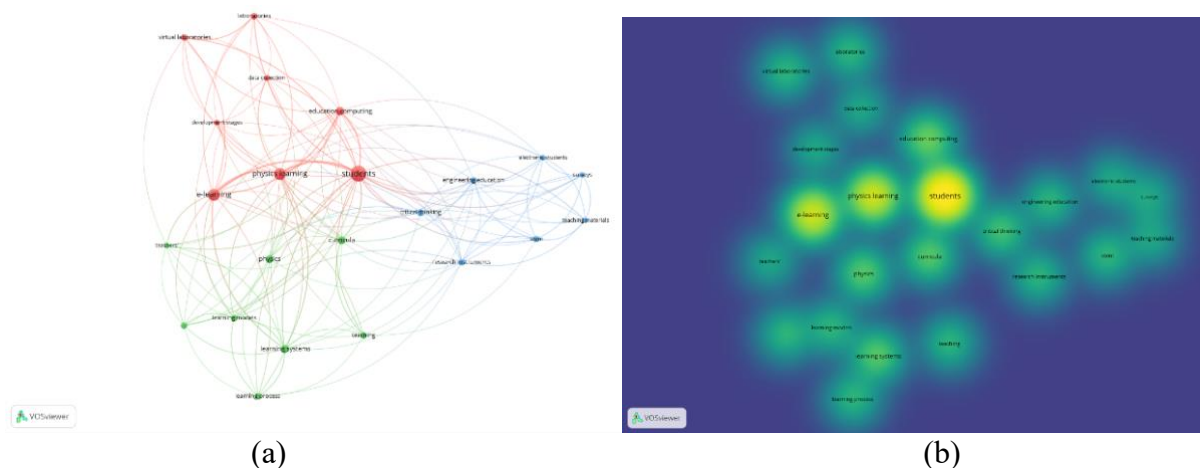
Gambar 4. Distribusi Dokumen Berdasarkan Penulis

Gambar 4 ini menunjukkan distribusi publikasi berdasarkan afiliasi institusi. Universitas Negeri Yogyakarta dan Universitas Negeri Padang memiliki jumlah publikasi tertinggi (7), diikuti oleh Universitas Pendidikan Indonesia, Universitas Negeri Jakarta, dan Yildiz Teknik Üniversitesi dengan angka 5. Sementara itu, Universitas Lambung Mangkurat dan Universitas Papua memiliki kontribusi terendah, masing-masing sebesar 2 dan 1 publikasi. Hal ini menunjukkan dominasi institusi Indonesia dalam produksi penelitian pada topik yang diamati. Hal ini juga bisa dilihat dari Gambar 5.



Gambar 5. Distribusi Dokumen Berdasarkan Negara atau Wilayah

Selain distribusi dokumen berdasarkan penulis, tren penelitian juga dapat ditunjukkan melalui pemetaan kata kunci seperti ditunjukkan pada Gambar 6 berikut. Gambar 6a menunjukkan jaringan kata kunci terkait penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika. "Students" dan "physics learning" menjadi inti utama, dengan hubungan kuat ke "e-learning," "curricula," dan "critical thinking." Topik seperti "virtual laboratories," "data collection," dan "teaching materials" juga penting, menunjukkan integrasi teknologi pendidikan dan fokus pada pemahaman konsep fisika serta pengembangan keterampilan siswa. Sedangkan Gambar 6b menunjukkan intensitas topik-topik yang diteliti. Semakin terang cahaya pada grafik, menunjukkan bahwa topik tersebut banyak diteliti.



Gambar 6. Peta jaringan kata kunci yang muncul dalam meta data (a) berdasarkan keterkaitannya, (b) berdasarkan intensitas penelitiannya

Hasil analisis terhadap 10 artikel yang telah diseleksi sesuai kriteria dalam Gambar 1 ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel ini menunjukkan ringkasan *review* artikel yang telah dilakukan.

Tabel 1. Rangkuman *Review* Penelitian *Digital Worksheet* dalam Pembelajaran Fisika

| No | Judul Artikel   | Penulis, Tahun              | Metode Penelitian   | Temuan Penelitian   |
|----|---|-----------------------------|---|---|
| 1. | <i>Promoting Conceptual Understanding on Magnetic Field Concept Through Interactive Conceptual Instruction (ICI) with PDEODE*E Tasks</i>    | (Samsudin et al., 2017)     | Instruksi Konseptual Interaktif (ICI) dengan tugas PDEODE*E                           | ICI menggunakan tugas PDEODE*E secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep siswa mengenai medan magnet dalam pembelajaran fisika.   |
| 2. | <i>Enhancing K-10 Students' Conceptions through Computer Simulations-Aided PDEODEE (CS-PDEODEE) on Newton's Laws</i>                        | (Fratwi et al., 2018)       | Pengembangan <i>worksheet</i> berbasis simulasi komputer yang dibantu dengan PDEODE*E | CS-PDEODE*E lebih efektif daripada metode tradisional dalam meningkatkan konsep siswa tentang Hukum Newton, dengan ukuran efek besar (0.85).                                  |
| 3. | <i>3D Page-Flipped Worksheet on Impulse-Momentum to Develop Students' Scientific Communication Skills</i>                                   | (Oktasari et al., 2019)     | Penelitian pengembangan dengan model 4D   | Penggunaan <i>worksheet 3D page-flipped</i> meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa, baik secara lisan maupun tulisan.  |
| 4. | <i>Negotiating Science - Building Thematic Patterns of the Scientific Concept Sound in a Swedish Multilingual Lower Secondary Classroom</i> | (Axelsson & Jakobson, 2020) | Analisis strategi pengembangan tematik dan kontrol dalam interaksi guru-siswa         | Guru menggunakan berbagai sumber daya dan bahasa untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman ilmiah tentang suara, dengan menjembatani bahasa sehari-hari dan bahasa ilmiah. |
| 5. | <i>Science Activity for Gifted Young Scientist: Thermodynamics Law Experiment Media Based on IoT</i>  | (Liana et al., 2020)        | Penelitian dan Pengembangan (model ADDIE)   | Media eksperimen berbasis <i>IoT</i> untuk hukum termodinamika efektif meningkatkan keterlibatan siswa berbakat dan pemahaman mereka tentang konsep-konsep fisika.            |

|     |  |                              |   |  |
|-----|--|------------------------------|---|--|
| 6.  | <i>Driving Course Engagement Through Multimodal Strategic Technologies</i>                                   | (Gladys et al., 2022)        | Teknologi pembelajaran digital <i>multimodal</i> dengan model <i>flipped classroom</i>          | <i>Flipped classroom</i> dengan <i>Lightboard</i> dan PowerPoint meningkatkan keterlibatan siswa dengan konten fisika, dengan 90% siswa aktif berpartisipasi dalam kuliah.               |
| 7.  | <i>Highlighting Considerations in Experimental Design: The Case of Multimeters</i>                           | (Levy et al., 2021)          | Analisis kualitatif terhadap aktivitas laboratorium yang berfokus pada desain eksperimen        | Penelitian ini menekankan pentingnya pemahaman desain eksperimen, terutama dalam penempatan alat ukur dan dampaknya terhadap akurasi hasil eksperimen.                                   |
| 8.  | <i>Higher Order Thinking Skills Oriented Student Worksheet of E-learning Model in Electric Circuit Topic</i> | (Yusuf & Widyaningsih, 2022) | Model ADDIE untuk pengembangan <i>worksheet e-learning</i> yang berorientasi pada HOTS          | <i>Worksheet e-learning</i> berorientasi HOTS untuk topik rangkaian listrik efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir analitis, evaluatif, dan kreatif siswa.                     |
| 9.  | <i>Electronic Student Worksheet for Solving Problems in Physics Material Based on Problem-Based Learning</i> | (Nenggala et al., 2024)      | Model ADDIE untuk pengembangan <i>worksheet</i> berbasis <i>problem-based learning</i>          | <i>Worksheet e-student</i> yang dikembangkan efektif dan praktis, dengan siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan pemecahan masalah.                                  |
| 10. | <i>Exploring the Role of ChatGPT as a Peer Coach for Developing Research Proposals</i>                       | (Cronjé, 2023)               | Studi <i>desk-arsip</i> yang menganalisis interaksi siswa dengan <i>ChatGPT</i> sebagai pelatih | <i>ChatGPT</i> berguna sebagai pelatih sejawat dalam membantu siswa menyusun proposal penelitian, meskipun kualitas umpan balik tergantung pada desain <i>prompt</i> dan refleksi siswa. |

## Pembahasan

Berdasarkan analisis tren penelitian yang diperoleh dari distribusi dokumen, kita dapat melihat pola yang signifikan dalam perkembangan penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika selama dekade terakhir. Dari Gambar 2 terlihat adanya peningkatan jumlah publikasi pada tahun 2016 hingga puncaknya pada tahun 2021, dengan 15 dokumen yang diterbitkan. Namun, setelah tahun 2021, jumlah publikasi menunjukkan penurunan yang signifikan, dengan hanya satu publikasi yang terbit pada tahun 2025. Peningkatan yang tajam pada tahun 2021 kemungkinan terkait dengan respons terhadap perubahan drastis dalam sistem pendidikan akibat pandemi COVID-19, di mana penggunaan teknologi digital dan platform pembelajaran *online* menjadi kebutuhan utama untuk memastikan kontinuitas pendidikan (Adedoyin & Soykan, 2023; Dhawan, 2020; Syarifita et al., 2021). Tren penurunan yang terjadi setelah tahun 2021 mencerminkan pengembalian kembali ke metode pembelajaran konvensional atau penurunan minat dalam riset *digital worksheet* setelah fase darurat pandemi berlalu (Budiarti et al., 2022; Novitra, 2022; Surahman & Sujarwanto, 2021).

Dari segi kontribusi penulis, ditemukan bahwa Samsudin, A. adalah penulis yang paling banyak menghasilkan publikasi terkait topik ini, dengan total 4 dokumen, diikuti oleh Herlina, K. dengan 3 dokumen. Ini menunjukkan konsistensi penulis-penulis ini dalam mengkaji penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika, serta menunjukkan adanya komunitas riset yang terus aktif berkontribusi dalam topik ini, meskipun terjadi fluktuasi dalam jumlah publikasi setiap tahunnya.

Dilihat dari afiliasi dan negara penulis, sebagian besar publikasi terkait topik ini berasal dari institusi di Indonesia, dengan Universitas Negeri Yogyakarta dan Universitas Negeri Padang menempati posisi teratas dalam jumlah publikasi. Hal ini mencerminkan dominasi institusi Indonesia dalam riset terkait *digital worksheet*, yang mungkin disebabkan oleh fokus pendidikan yang kuat di bidang teknologi pendidikan dan adaptasi terhadap kebutuhan pendidikan digital di Indonesia (Amelia, 2023; Prihatin & Sutangsa, 2025; Saputra, 2025). Selain itu, Indonesia sebagai negara berkembang menunjukkan upaya signifikan dalam mengintegrasikan teknologi dalam sistem pendidikan mereka, sejalan dengan upaya global dalam meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis teknologi (Machmud et al., 2021; Pramana et al., 2021; Rabani et al., 2023).

Berdasarkan pemetaan kata kunci menunjukkan bahwa kata-kata seperti "*students*," "*physics learning*," dan "*e-learning*" menjadi inti dari penelitian ini, dengan hubungan erat dengan konsep-konsep seperti "*critical thinking*," "*virtual laboratories*," dan "*teaching materials*." Ini menunjukkan bahwa penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika tidak hanya terbatas pada penyampaian soal dan latihan, tetapi juga melibatkan aspek keterampilan berpikir kritis dan penerapan teknologi dalam simulasi dan eksperimen virtual, yang mendukung pemahaman konsep-

konsep fisika yang lebih kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa riset terkait digital *worksheet* semakin berfokus pada integrasi teknologi yang mendalam untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif (Aggarwal, 2023; Thelma et al., 2024).

Secara keseluruhan, tren penelitian terkait *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika menunjukkan perkembangan yang signifikan, terutama pada periode setelah pandemi COVID-19. Meskipun ada fluktuasi dalam jumlah publikasi, namun meningkatnya minat terhadap penggunaan teknologi dalam pembelajaran, khususnya dalam mendukung pemahaman konsep fisika yang abstrak, menjadi fokus utama dalam riset ini. Ke depan, perlu adanya kajian yang lebih mendalam terkait efektivitas penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika, khususnya dalam konteks pembelajaran *hybrid* dan *blended* yang sedang berkembang.

Untuk menjawab RQ 3, bagaimana implementasi *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika hasil review 10 artikel yang ditunjukkan pada Tabel 1. Beberapa penelitian yang tercantum mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis *interactive conceptual instruction* (ICI), seperti yang diterapkan dalam penelitian Samsudin et al. (2017), dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika yang sulit, seperti medan magnet. Metode ini mengintegrasikan tugas-tugas PDEODE\*E yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan analitis, serta mengembangkan pemahaman lebih dalam terhadap fenomena fisika. Hal ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa instruksi berbasis interaksi membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dengan lebih efektif melalui simulasi dan eksplorasi langsung.

Selanjutnya, artikel yang lebih baru, seperti yang diteliti oleh Yusuf & Widyaningsih (2022), menunjukkan bahwa *digital worksheet* berbasis HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) untuk topik rangkaian listrik efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir analitis, evaluatif, dan kreatif siswa. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan alat pembelajaran digital yang mengintegrasikan berbagai elemen multimedia dan evaluasi otomatis, yang memungkinkan siswa untuk mendapatkan umpan balik langsung dan meningkatkan interaksi dengan materi secara dinamis. Sebagai hasilnya, *digital worksheet* ini tidak hanya memfasilitasi pemahaman konsep tetapi juga memperkuat keterampilan berpikir kritis yang esensial dalam pembelajaran fisika.

Analisis terhadap kata kunci dalam penelitian ini menunjukkan adanya fokus yang kuat pada aspek *critical thinking*, *virtual laboratories*, dan *e-learning* dalam penggunaan *digital worksheet*. Penelitian yang lebih lanjut, seperti diungkapkan dalam studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan platform digital seperti *Google Classroom* dan *GeoGebra* telah memungkinkan pengembangan *virtual laboratories* yang memperkaya pembelajaran fisika (Arymbekov et al., 2023, 2024; Solvang & Haglund, 2021). Dengan integrasi teknologi, siswa dapat mengakses simulasi virtual, menganalisis data, dan berkolaborasi dengan sesama siswa dalam lingkungan pembelajaran yang lebih fleksibel dan interaktif, yang sangat penting untuk memahami konsep-konsep fisika yang rumit dan eksperimen yang sulit dilakukan di laboratorium tradisional.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan *digital worksheet* dalam pembelajaran fisika telah berkembang secara signifikan dalam dekade terakhir, dengan tren yang mencerminkan peningkatan minat terhadap teknologi pendidikan, terutama setelah pandemi COVID-19. *Digital worksheet* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika yang abstrak, dengan integrasi berbagai elemen multimedia yang mendukung visualisasi, simulasi, dan eksperimen virtual. Selain itu, *digital worksheet* juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat secara lebih aktif dalam pembelajaran melalui tugas-tugas interaktif yang mengasah keterampilan berpikir kritis dan analitisnya. Meskipun ada peningkatan yang pesat dalam publikasi dan riset terkait *digital worksheet* pada puncaknya di tahun 2021, tren penurunan yang terjadi setelahnya mengindikasikan adanya kebutuhan untuk evaluasi lebih lanjut terkait efektivitas jangka

panjang dari penerapan teknologi ini dalam pembelajaran fisika. Selain itu, dengan munculnya model pembelajaran *hybrid* dan *blended* yang lebih mengutamakan fleksibilitas dan partisipasi aktif siswa, penting untuk menggali faktor-faktor yang dapat mendukung implementasi teknologi secara optimal, seperti desain instruksional yang tepat, keterampilan digital guru, serta adaptasi siswa terhadap platform pembelajaran berbasis digital. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampak teknologi ini dalam konteks pendidikan yang terus berkembang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2023). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive learning environments*, 31(2), 863–875.
- Adhelacahya, K. (2023). Bibliometric Analysis and Research Trends on Problem Based Learning (PBL) Integrated STEM in Physics Learning Layout guide for Journal of Physics: Conference Series using Microsoft Word. *Proceedings of the Universitas Negeri Surabaya Physics Seminar*, 7, 26–31.
- Agarwal, P., Malhotra, S. K., & Swami, S. (2025). The role of smart technologies in managing supply chain post pandemic: an exploratory scientific procedures and rationales for systematic literature review. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 16(4), 706–732.
- Aggarwal, D. (2023). Integration of innovative technological developments and AI with education for an adaptive learning pedagogy. *China Petroleum Processing and Petrochemical Technology*, 23(2), 709–714.
- Alfiansyah, A. F., Septianti, R. P., Faisal, M., & Muhajir, S. N. (2021). Pembelajaran Daring, Sudah Maksimalkah? *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(2), 42–48.
- Amelia, U. (2023). Tantangan pembelajaran era society 5.0 dalam perspektif manajemen pendidikan. *Al-Marsus: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 1(1), 68–82.
- Arymbekov, B. S., Turekhanova, K. M., Alipbayev, D. D., Tursanova, E. R., & Suprpto, N. (2023). The effect of using geogebra software for augmented reality visualization to teach physics in high school. *Farabi Journal of Social Sciences*, 9(2), 46–71.
- Arymbekov, B. S., Turekhanova, K. M., Fedus, K., Suprpto, N., Tursanova, E. R., & Turdalyuly, M. (2024). THE EFFECT OF APPLYING GEOGEBRA SOFTWARE FOR AUGMENTED REALITY VISUALIZATION TO TEACH PHYSICS IN HIGH SCHOOL. *Journal of Educational Sciences (2520-2634)*, 79(2).
- Axelsson, M., & Jakobson, B. (2020). Negotiating science-building thematic patterns of the scientific concept sound in a Swedish multilingual lower secondary classroom. *Language and education*, 34(4), 291–310.
- Azhari, B., & Fajri, I. (2022). Distance learning during the COVID-19 pandemic: School closure in Indonesia. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(7), 1934–1954.
- Budiarti, I. S., Winarti, W., & Viyanti, V. (2022). Designing physics learning based on local potential during new normal era. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(1), 30–40.
- Cronjé, J. (2023). Exploring the Role of ChatGPT as a Peer Coach for Developing Research Proposals: Feedback Quality, Prompts, and Student Reflection. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(2), 1–15.
- Cynthia, C., Arafah, K., & Palloan, P. (2023). Development of interactive physics e-module to improve critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*.
- Dawana, I. R., & Setiani, R. (2022). E-Book learning research in physics education during the

- last five years: A review and bibliometric study. *Journal of Physics: Conference Series*, 2392(1), 12016.
- Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of educational technology systems*, 49(1), 5–22.
- 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.
- Dudar, V. L., Riznyk, V. V, Kotsur, V. V, Pechenizka, S. S., & Kovtun, O. A. (2021). Use of modern technologies and digital tools in the context of distance and mixed learning. *Linguistics and Culture Review*, 733–750.
- Fратиwi, N. J., Samsudin, A., & Costu, B. (2018). Enhancing K-10 students' conceptions through computer simulations-aided PDEODE\* E (CS-PDEODE\* E) on Newton's laws. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 214–223.
- Girwidz, R., & Kohnle, A. (2022). Multimedia and digital media in physics instruction. In *Physics education* (hal. 297–336). Springer.
- Gladys, M., Rogers, L., Sharafutdinova, G., Barnham, N., Nichols, P., & Dastoor, P. C. (2022). Driving course engagement through multimodal strategic technologies. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 30(3).
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable operations and computers*, 3, 275–285.
- Hasas, A., Enayat, W., Hakimi, M., & Ahmady, E. (2024). A Comprehensive Review Of ICT Integration In Enhancing Physics Education. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(1), 36–44.
- Heryanto, S. H., Aprianti, S., Pelani, R. R., & Irvani, A. I. (2023). Penggunaan E-learning Madrasah dalam Proses Pembelajaran Fisika di MAN 2 Garut. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 3(1), 172–178. <https://doi.org/10.52434/jpif.v3i1.1962>
- Jordão, T. C., & Karimi, N. N. (2023). Innovative e-Learning Approaches and Tools. *Enhancing synergy between higher education and research approaches for Climate Change and Smart Cities*, 74.
- Levy, S., Noga, A., Kapach, Z., & Yerushalmi, E. (2021). Highlighting considerations in experimental design: the case of multimeters. *Physics education*, 57(1), 15018.
- Liana, Y. R., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). Science activity for gifted young scientist: thermodynamics law experiment media based IoT. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 757–770.
- Machmud, M. T., Widiyan, A. P., & Ramadhani, N. R. (2021). The Development and Policies of ICT Supporting Educational Technology in Singapore, Thailand, Indonesia, and Myanmar. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(1), 78–85.
- 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.
- Munfaridah, N., Avraamidou, L., & Goedhart, M. (2021). The use of multiple representations in undergraduate physics education: what do we know and where do we go from here? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), em1934.
- Nenggala, M. P., Razi, P., Hidayati, & Sari, S. Y. (2024). Electronic Student Worksheet for Solving Problems in Physics Material Based on Problem-Based Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(7), 945–954. <https://doi.org/10.18178/IJiet.2024.14.7.2121>
- Novitra, F. (2022). networked-based inquiry: an effective physics learning in the new normal covid-19 era in Indonesia. *International Journal of Instruction*, 15(2), 997–1016.
- Nurhuda, T., & Irvani, A. I. (2021). Profil Kemampuan Mahasiswa Calon Guru Fisika Dalam

- Menggunakan Perangkat Pembelajaran Daring. *JURNAL Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 1(1), 33–38. <https://doi.org/10.52434/JPIF.V1I1.1261>
- Oktasari, D., Jumadi, J., Warsono, W., Hariadi, M. H., & Syari, E. L. (2019). 3D Page-flipped worksheet on impulse-momentum to develop students' scientific communication skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 211–219.
- Othman, I. W., Tshung, F. C. C., Salam, S. N., Mohd, M. K., Shah, S. M., & Yusoff, M. S. (2023). Revitalizing The Educational Landscape Post-Pandemic: An In-Depth Analysis of Challenges and Issues In Teaching And Learning. *Psychology*, 8(52), 553–587.
- Paling, S., Makmur, A., Albar, M., Susetyo, A. M., Putra, Y. W. S., Rajiman, W., Djamilah, S., Suhendi, H. Y., & Irvani, A. I. (2024). *Media Pembelajaran Digital*. TOHAR MEDIA.
- Pramana, C., Chamidah, D., Suyatno, S., & Renadi, F. (2021). Strategies to Improved Education Quality in Indonesia: A Review. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 12(3).
- Prihatin, E., & Sutangsa, S. P. (2025). *Transformasi Kebijakan Pendidikan: dari Konsep hingga Pelaksanaan di Era Digital*. Indonesia Emas Group.
- Rabani, S., Khairat, A., Guilin, X., & Jiao, D. (2023). The role of technology in Indonesian education at present. *Journal of Computer Science Advancements*, 1(2), 85–91.
- Rawzis, K., Irvani, A. I., Elviana, T., Abe, Y., & Chatimah, H. (2024). A Decade of Bibliometrics Exploration on Wind Tunnel as Learning Media in Fluid Mechanics. *Tarbiyah Suska Conference Series*, 3(1), 86–103. <https://jom.uin-suska.ac.id/index.php/TSCS/article/view/3602>
- Rini, E. F. S., & Aldila, F. T. (2023). Practicum activity: analysis of science process skills and students' critical thinking skills. *Integrated Science Education Journal*, 4(2), 54–61.
- Samsudin, A., Suhandi, A., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Coştu, B. (2017). Promoting conceptual understanding on magnetic field concept through interactive conceptual instruction (ICI) with PDEODE\* E tasks. *Advanced Science Letters*, 23(2), 1205–1209.
- Saputra, C. A. (2025). Paradigma Kepemimpinan Pendidikan di Era Digital: Antara Disrupsi dan Adaptasi Kurikulum Merdeka. *Al-Amin: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 3(1), 159–176.
- Septianti, R. P., Pelani, R. R., Pakosmawati, R., & Irvani, A. I. (2023). ANALISIS ATTENTION RELEVANCE CONFIDENCE SATISFACTION (ARCS) FISIKA SISWA SMA. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 11(01). <https://doi.org/10.24114/INPAFI.V11I01.44246>
- Solvang, L., & Haglund, J. (2021). How can GeoGebra support physics education in upper-secondary school—a review. *Physics Education*, 56(5), 55011.
- Subekti, M. A. S., & Prahmana, R. C. I. (2021). Developing Interactive Electronic Student Worksheets through Discovery Learning and Critical Thinking Skills during Pandemic Era. *Mathematics Teaching Research Journal*, 13(2), 137–176.
- Sumadevi, S. (2023). EFFECTIVE USE OF DIVERSE TECHNOLOGY TOOLS IN FLIPPED LEARNING APPROACH. *Journal of Historical Research*, 53(02), 14.
- Surahman, E., & Sujarwanto, E. (2021). Physics undergraduate students' perceptions of online learning during the transition period to the new normal era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1), 12159.
- Syarifa, R., Endri, B., & Herlina, U. (2021). E-learning in elementary schools: Educational system change during COVID-19 pandemic. *Образование и наука*, 23(7), 170–186.
- Thelma, C. C., Sain, Z. H., Mpolomoka, D. L., Akpan, W. M., & Davy, M. (2024). Curriculum design for the digital age: Strategies for effective technology integration in higher education. *International Journal of Research*, 11(07), 185–201.
- Verawati, N. N. S. P., & Nisrina, N. (2025). Reimagining physics education: addressing student

engagement, curriculum reform, and technology integration for learning. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 158–181.

Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2022). *Higher order thinking skills oriented student worksheet of e-learning model in electric circuit topic. TEM Journal*, 11 (2), 564–573.