

Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Pengembangan Modul Elektronik Berbasis *Scientific Reading Based Project* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains

Ning Dainty Restiani, Kartika Chrysti Suryandari, Moh. Salimi

Universitas Sebelas Maret
ningdainty@student.uns.ac.id

Article History

accepted 21/6/2025

approved 28/6/2025

published 31/7/2025

Abstract

Science literacy is one of the essential competencies of the 21st century that needs to be instilled since elementary school level. However, the facts on the ground show that students' science literacy is still relatively low due to limited learning media and lack of age-appropriate scientific readings. This study aims to analyze the need for developing an electronic module based on the Scientific Reading Based Project (SRBP) that can support the improvement of science literacy. The method used is descriptive qualitative with instruments in the form of questionnaires and interviews with fifth grade students from three elementary schools. Data were analyzed based on six aspects of needs, namely: learning materials, student involvement, methods and media, scientific reading, technology, and evaluation. The results of the study show that the aspects of the need for scientific reading, the use of technology, and the development of project-based teaching materials received a high response. On the other hand, active student participation and the use of learning media are still limited. These findings provide a strong basis for designing an electronic SRBP module that is contextual, interesting, and in accordance with student needs.

Keywords: science literacy, scientific reading, e-module, learning needs, elementary school

Abstrak

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi esensial abad ke-21 yang perlu ditanamkan sejak jenjang sekolah dasar. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa literasi sains siswa masih tergolong rendah karena keterbatasan media pembelajaran dan kurangnya bacaan ilmiah yang sesuai usia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul elektronik berbasis *Scientific Reading Based Project* (SRBP) yang dapat mendukung peningkatan literasi sains. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan instrumen berupa angket dan wawancara terhadap siswa kelas V dari tiga sekolah dasar. Data dianalisis berdasarkan enam aspek kebutuhan, yaitu: materi pembelajaran, keterlibatan siswa, metode dan media, *scientific reading*, teknologi, dan evaluasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa aspek kebutuhan terhadap bacaan ilmiah, penggunaan teknologi, dan pengembangan bahan ajar berbasis proyek mendapat respon tinggi. Sebaliknya, partisipasi aktif siswa dan penggunaan media pembelajaran masih terbatas. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk merancang modul elektronik SRBP yang kontekstual, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Kata kunci: literasi sains, scientific reading, e-modul, kebutuhan pembelajaran, sekolah dasar



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi yang pesat di abad 21 membawa perubahan signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan (Mhlanga, 2024; Wang et al., 2023). Era digital ini menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan yang mumpuni dalam menghadapi tantangan global, salah satunya adalah kemampuan literasi sains (Chen et al., 2021). Literasi sains merupakan kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, serta memahami dan membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang terjadi pada lingkungan akibat aktivitas manusia (OECD, 2023a). Kemampuan ini menjadi krusial dalam mempersiapkan generasi yang mampu berpikir kritis, memecahkan masalah kompleks, dan beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang dinamis (Limiansih et al., 2024).

Realitas yang dihadapi dalam konteks pendidikan Indonesia saat ini menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa masih tergolong rendah dibandingkan negara lain. Hasil studi *Program for International Student Assessment (PISA)* tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat 67 dari 81 negara dengan skor rata-rata literasi sains 383, jauh di bawah skor rata-rata internasional yaitu 491 (OECD, 2023b). Analisis data hasil PISA menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan literasi sains siswa Indonesia cenderung stagnan, bahkan tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Data tersebut mengindikasikan perlunya upaya serius dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains di Indonesia.

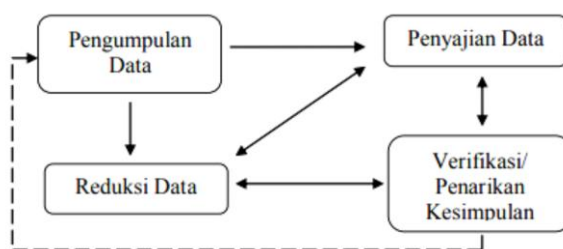
Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya literasi sains siswa adalah kurangnya sumber belajar yang efektif dan inovatif dalam menumbuhkan keterampilan proses sains serta kemampuan berpikir tingkat tinggi (Hafizah & Nurhaliza, 2021; Ummah et al., 2018). Bahan ajar konvensional yang saat ini banyak digunakan di sekolah-sekolah Indonesia cenderung berfokus pada penguasaan konsep teoritis dan kurang mengembangkan keterampilan proses sains (Puspitasari, 2019). Menurut penelitian oleh Pinasti et al., (2025) sebagian besar bahan ajar sains yang digunakan di sekolah masih bersifat tekstual, kurang kontekstual, dan belum mengintegrasikan aspek-aspek literasi sains secara komprehensif. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pengembangan literasi sains dengan ketersediaan bahan ajar yang mendukung.

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital membuka peluang bagi inovasi dalam pengembangan bahan ajar. Modul elektronik (*e-module*) dapat menjadi alternatif media pembelajaran interaktif yang dapat mengintegrasikan berbagai elemen multimedia untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna (Baring & Berame, 2022). Penelitian oleh Kumalasani & Eilmelda (2022) menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis aplikasi *flipbook* dapat meningkatkan hasil belajar karena peserta didik merasa lebih mudah memahami isi materi melalui dukungan ilustrasi gambar, video pembelajaran, serta latihan soal yang terdapat pada e-modul dibandingkan dengan penggunaan bahan ajar konvensional. Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas modul elektronik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, masih diperlukan model pembelajaran yang lebih inovatif untuk mengoptimalkan kemampuan literasi sains dan pemahaman konseptual peserta didik. Kesenjangan ini dapat diatasi dengan menyelenggarakan pembelajaran yang inovatif dan bervariasi melalui penggunaan model *Scientific Reading Based Project (SRBP)*. Suryandari (2019) mengemukakan bahwa model *Scientific Reading Based Project (SRBP)* menggabungkan kegiatan proyek dan riset sebagai sarana pembelajaran yang berfokus pada aktivitas membaca ilmiah. Proses pembelajaran ini dapat mengarahkan siswa untuk belajar melalui penemuan dan pemecahan masalah yang memungkinkan mereka membangun pengetahuan yang bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Techakosit & Wannapiroon, 2015).

Sebagai solusi yang lebih efektif, pengembangan modul elektronik berbasis model *SRBP* menjadi inovasi yang relevan dalam meningkatkan literasi sains siswa. Namun, sebelum mengembangkan modul elektronik berbasis *SRBP*, perlu dilakukan analisis kebutuhan untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan karakteristik siswa. Analisis kebutuhan merupakan langkah penting dalam pengembangan bahan ajar yang efektif dan berkelanjutan (Darici, 2016). Menurut Hariyadi & Yanti (2019), analisis kebutuhan membantu pengembang untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi aktual dan kondisi yang diharapkan, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan bahan ajar yang lebih terarah dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kebutuhan pengembangan modul elektronik berbasis *Scientific Reading Based Project* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa sekolah dasar. Lebih lanjut, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan inovasi pembelajaran sains yang lebih kontekstual dan bermakna dalam menyiapkan generasi yang siap menghadapi tantangan abad 21.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan menggambarkan fenomena secara mendalam dan sistematis berdasarkan kondisi alamiah (Sugiyono, 2019). Penelitian dilaksanakan di tiga sekolah dasar yang tergabung dalam Gugus Milir, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun. Subjek penelitian terdiri atas 43 siswa kelas V dari tiga SD tersebut. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan keterwakilan kondisi sekolah dan relevansi terhadap topik penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui angket dan wawancara. Angket disusun untuk menggali informasi mengenai kebutuhan materi pembelajaran, keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains, metode pembelajaran dan pendekatan pedagogis, perlunya *scientific reading*, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, serta evaluasi pembelajaran yang diterapkan oleh guru. Sementara itu, wawancara dilakukan untuk mengonfirmasi dan memperdalam temuan dari hasil angket. Analisis data dalam penelitian ini mengacu pada analisis data kualitatif menurut Miles dan Huberman yang dilakukan secara interaktif dan berkesinambungan melalui pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan atau verifikasi (Miles & Huberman, 1984). Langkah-langkah analisis data disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Langkah-langkah Analisis Interaktif Miles & Huberman

Berdasarkan Gambar 1 di atas, tahapan analisis data dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut. *Pertama*, peneliti mengumpulkan data tentang kondisi siswa dan pembelajaran di sekolah dasar melalui angket dan wawancara. *Kedua*, setelah pengumpulan data selesai, peneliti mereduksi data yang telah diperoleh, yaitu dengan cara mengklasifikasi, memfokuskan, menyederhanakan dan mengorganisasikan data. *Ketiga*, peneliti menyajikan data dalam bentuk arasi deskriptif yang menggambarkan kondisi aktual pembelajaran dan kebutuhan pengembangan e-modul. *Keempat*, peneliti menarik kesimpulan dari data yang diperoleh. Selanjutnya, penelitian ini menggunakan

pola pikir induktif berupa penarikan kesimpulan umum dari kasus-kasus khusus berupa hasil interpretasi (Woo et al., 2017). Hal ini memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang objektif dan autentik terkait urgensi dan arah pengembangan modul elektronik berbasis *Scientific Reading Based Project* sebagai inovasi pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pengembangan modul elektronik berbasis *scientific reading based project (SRBP)* yang bertujuan untuk meningkatkan literasi sains di sekolah dasar, penting untuk melakukan analisis kebutuhan guna memastikan bahwa modul yang dikembangkan dapat memenuhi karakteristik siswa dan kurikulum (Maisarah & Nirwanto, 2024; Poedjiastutie & Oliver, 2017). Menurut Hutchinson & Waters (1987) analisis kebutuhan dalam pembelajaran tidak hanya berfokus pada kebutuhan target, tetapi juga harus mempertimbangkan kebutuhan pembelajaran yang mencakup motivasi, potensi, kendala, dan situasi belajar peserta didik agar proses belajar menjadi menyenangkan, bermakna, dan efektif. Berdasarkan hal tersebut, analisis kebutuhan dalam penelitian ini terdiri dari enam aspek utama, yaitu kebutuhan materi pembelajaran, keterlibatan siswa, metode dan media pembelajaran, perlunya *scientific reading*, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, serta evaluasi pembelajaran. Berikut ini disajikan hasil analisis data hasil angket mengenai kebutuhan peserta didik kelas V terhadap pengembangan modul elektronik berbasis *SRBP*.

Tabel 1. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa

Aspek	Indikator	Tanggapan (%)
Kebutuhan materi pembelajaran	Kesesuaian materi sains yang diajarkan dengan kurikulum saat ini	77.7
	Kedalaman materi sains	79.5
Keterlibatan siswa	Motivasi belajar siswa pada pembelajaran sains	71.8
	Partisipasi siswa selama proses pembelajaran	57.7
	Inisiatif dan kemandirian dalam belajar sains	61.4
Metode pengajaran dan pendekatan pedagogis	Pelaksanaan pembelajaran proyek	34.1
	Keberagaman media pembelajaran yang digunakan guru	56.4
	Media berbasis IT yang diharapkan untuk membantu proses pembelajaran	86.8
Perlunya <i>scientific reading</i>	Kebutuhan akan literatur ilmiah	90
	Keterampilan membaca ilmiah	78.6
Penggunaan teknologi dalam pembelajaran	Ketersediaan akses teknologi	87.3
	Pemanfaatan e-modul dalam pembelajaran	29.1
	Kesiapan infrastruktur teknologi	91.8
	Kesiapan teknologi pada guru dan siswa	87.7
Evaluasi pembelajaran	Penilaian pada pembelajaran sains	67.7

Berdasarkan Tabel 1, hasil angket kebutuhan siswa pada aspek kebutuhan pembelajaran menunjukkan bahwa sebesar 77.7% siswa menyatakan materi yang diajarkan sudah sesuai dengan capaian pembelajaran yang ditetapkan dalam kurikulum. Menurut Triwiyanto (2022), kesesuaian materi pembelajaran dan kurikulum menjadi pondasi utama untuk mencapai tujuan pembelajaran secara menyeluruh. Selanjutnya,

pada indikator kedalaman materi sains, diperoleh persentase sebesar 79.5%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa merasa materi sains yang diajarkan sudah cukup mendalam untuk membangun pemahaman ilmiah mereka.

Namun, capaian pada aspek tersebut belum sepenuhnya diimbangi oleh keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Pada aspek keterlibatan siswa, indikator motivasi belajar menunjukkan persentase sebesar 71,8% yang mengindikasikan bahwa siswa memiliki ketertarikan dalam mengikuti pembelajaran sains. Motivasi merupakan komponen penting dalam proses belajar karena dapat meningkatkan keterlibatan dan prestasi akademik siswa. Hal ini penting, sebagaimana dinyatakan oleh Cenic et al., (2019) bahwa motivasi dapat mendorong individu agar terlibat secara aktif dalam aktivitas belajar. Meskipun demikian, partisipasi siswa selama proses pembelajaran memperoleh skor 57.7%, yang menunjukkan masih rendahnya keterlibatan aktif siswa di kelas. Selain itu, indikator inisiatif dan kemandirian siswa dalam pembelajaran hanya memperoleh skor 61.4%, mengindikasikan bahwa siswa masih memerlukan bimbingan dalam mengembangkan kemandirian belajar. Temuan ini menegaskan pentingnya inovasi pembelajaran yang mampu merangsang keterlibatan aktif dan sikap belajar mandiri siswa dalam proses pembelajaran sains.

Selaras dengan hal tersebut, pada aspek metode pengajaran dan pendekatan pedagogis juga menunjukkan beberapa tantangan yang perlu menjadi perhatian. Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek memperoleh persentase sebesar 34.1%. Hal ini menunjukkan bahwa model *Project Based Learning (PjBL)* yang seharusnya menjadi sarana penguatan keterampilan berpikir kritis di era 5.0 (Nayak et al., 2024), masih jarang diterapkan guru dalam pembelajaran sains. Keberagaman media yang digunakan guru menunjukkan persentase sebesar 56.4%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran oleh guru masih belum beragam dan terbatas dalam pemanfaatan media visual, digital, atau interaktif. Menurut Aini (2024), keberagaman media sangat penting dalam mendukung pemahaman konsep-konsep sains yang abstrak dan kompleks. Di sisi lain kebutuhan siswa terhadap bahan ajar berbasis teknologi memperoleh persentase sebesar 86.8%, mengindikasikan bahwa siswa memerlukan media pembelajaran berbasis IT yang dapat diakses melalui perangkat digital seperti *handphone* atau komputer untuk menunjang proses belajar mereka. Oleh karena itu, perolehan persentase tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan dan memperkaya penggunaan media pembelajaran dalam sains sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang kontekstual, aktif, dan berbasis pada kebutuhan siswa.

Berdasarkan hasil angket aspek perlunya *scientific reading*, 90% siswa menyatakan membutuhkan bacaan ilmiah dalam pembelajaran sains yang menarik dan sesuai mereka. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan terhadap literatur ilmiah yang informatif serta disajikan dengan bahasa dan format yang ramah anak. Di sisi lain, 78.6% siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami bacaan ilmiah dalam pembelajaran sains. Temuan ini menandakan adanya kesenjangan antara kebutuhan terhadap literatur ilmiah yang sesuai dan kemampuan membaca ilmiah yang dimiliki siswa. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan bahan ajar sains berbasis *scientific reading* dengan pendekatan kontekstual, visual, dan naratif sesuai dengan kebutuhan siswa sekolah dasar. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Kumar & Birla (2024) bahwa literasi sains mencakup pemahaman informasi ilmiah serta kemampuan berinteraksi secara aktif dan kritis dengan teks ilmiah. Dengan demikian, pengembangan keterampilan membaca ilmiah yang disesuaikan dengan usia dan kemampuan kognitif siswa perlu menjadi prioritas utama dalam pembelajaran sains di sekolah dasar.

Lebih lanjut, aspek penggunaan teknologi dalam pembelajaran menunjukkan kondisi yang cukup mendukung. Akses teknologi yang memadai tercermin dari tingginya skor sebesar 87.3%, serta kesiapan infrastruktur teknologi di sekolah yang mencapai

91.8%. Selain itu, kesiapan guru dan siswa dalam menggunakan teknologi juga cukup tinggi yaitu 87.7%, menunjukkan bahwa secara umum ekosistem pembelajaran telah siap untuk mengadopsi media digital. Namun demikian, pemanfaatan e-modul dalam pembelajaran justru menunjukkan nilai yang sangat rendah, yaitu hanya 29.1%. Kesenjangan ini menandakan bahwa meskipun sarana dan kesiapan tersedia, implementasi teknologi dalam bentuk e-modul masih belum optimal dan memerlukan pengembangan lebih lanjut agar penggunaannya benar-benar terintegrasi dalam proses pembelajaran.

Dalam aspek evaluasi pembelajaran, indikator yang digunakan mengukur persepsi siswa terhadap hasil belajar mereka sendiri yaitu efektivitas pembelajaran sains. Hasil angket menunjukkan persentase sebesar 67.7% yang mencerminkan bahwa meskipun pembelajaran dinilai cukup efektif, masih terdapat ruang perbaikan untuk meningkatkan pencapaian literasi sains siswa secara lebih menyeluruh. Mengingat pentingnya literasi sains dalam membekali siswa menghadapi tantangan global, pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif menjadi sebuah kebutuhan yang mendesak agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal.

SIMPULAN

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pengembangan modul elektronik berbasis *Scientific Reading Based Project* (SRBP) sangat relevan dan dibutuhkan untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar. Aspek kebutuhan materi pembelajaran, scientific reading, dan penggunaan teknologi menunjukkan respon positif yang tinggi dari siswa, sedangkan aspek keterlibatan siswa dan keberagaman media pembelajaran masih tergolong sedang, sehingga perlu ditingkatkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa siswa membutuhkan media ajar yang interaktif, kontekstual, dan mendukung keterampilan membaca ilmiah secara bertahap. Implikasi dari temuan ini menegaskan perlunya pengembangan e-modul yang mampu mengintegrasikan bacaan ilmiah, aktivitas proyek, dan teknologi digital untuk mendukung pencapaian literasi sains. Penelitian ini memberikan dasar empirik yang kuat bagi pengembang kurikulum dan pendidik dalam merancang media pembelajaran yang adaptif dan berbasis kebutuhan nyata siswa. Sebagai tindak lanjut, penelitian berikutnya dapat difokuskan pada tahap pengembangan dan uji coba e-modul berbasis SRBP untuk menilai efektivitasnya dalam meningkatkan literasi sains secara menyeluruh, baik dari aspek kognitif, afektif, maupun keterampilan ilmiah siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R. P. (2024). Menelusuri Media Pembelajaran: Solusi Kreatif Untuk Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar. *JURNAL MADINASIKA Manajemen Pendidikan Dan Keguruan*, 5(2), 48–57. <https://doi.org/10.31949/madinasika.v5i2.7689>
- Baring, J. J. A., & Berame, J. S. (2022). Supporting Conceptual Comprehension of Newton's Laws of Motion of Grade 8 Students through Kotobee Interactive E-Module. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 4(3), 209–232. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v4i3.18790>
- Cenic, D., Petrović, J., & Cenić, S. (2019). the Most Important Motivation Factors for Knowledge Acquisition and Successful Learning. *Facta Universitatis, Series: Teaching, Learning and Teacher Education*, 2, 149. <https://doi.org/10.22190/futlte1802149c>
- Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y., & Hu, J. (2021). Discrimination of the Contextual Features of Top Performers in Scientific Literacy Using a Machine Learning Approach. *Research in Science Education*, 51, 129–158. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9835-y>

- Darici, A. (2016). The Importance of Needs Analysis in Materials Development. In *Issues in Materials Development* (pp. 31–41). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/9789463004329_004
- Hafizah, E., & Nurhaliza, S. (2021). Implementasi Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.20527/quantum.v12i1.9497>
- Hariyadi, A., & Yanti, D. R. (2019). The Importance Of Needs Analysis In Materials Development. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 4(2), 94–99. <https://doi.org/10.29303/jipp.v4i2.88>
- Hutchinson, T., & Waters, A. (1987). English for Specific Purposes. In *Cambridge Language Teaching Library*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:10.1017/CBO9780511733031>
- Kumalasani, M. P., & Eilmelda, Y. (2022). Analisis Efektivitas Penggunaan E-Modul Berbasis Aplikasi Flipbook Pada Pembelajaran Tematik Di SD. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 10(1), 39–51. <https://doi.org/10.22219/jp2sd.v10i1.20175>
- Kumar, V., & Birla, S. K. C. (2024). Reimagining Scientific Literacy : A Framework for Future-Focused Science Education. *Research Square*, 1(3), 1–19.
- Limiansih, K., Sulistyani, N., & Melissa, M. M. (2024). Persepsi Guru SMP terhadap Literasi Sains dan Implikasinya pada Pembelajaran Sains di Sekolah. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 723–731. <https://doi.org/https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1858>
- Maisarah, U., & Nirwanto, R. (2024). The Importance of Conducting Need Analysis to Design English Courses in Curriculum Merdeka. *Jurnal Ilmu Pendidikan Nasional (JIPNAS)*, 2(1), 14–21. <https://doi.org/10.59435/jipnas.v2i1.54>
- Mhlanga, D. (2024). Digital transformation of education, the limitations and prospects of introducing the fourth industrial revolution asynchronous online learning in emerging markets. *Discover Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00115-9>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1984). Drawing Valid Meaning from Qualitative Data: Toward a Shared Craft. *Educational Researcher*, 13(5), 20–30. <https://doi.org/10.3102/0013189X013005020>
- Nayak, A., Satpathy, I., & Jain, V. (2024). The Project-Based Learning Approach (PBL): Enthralling students through Project-Based Learning Approach (PBL) in education 5.0. *Preconceptions of Policies, Strategies, and Challenges in Education 5.0*, 158–174. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3041-8.ch010>
- OECD. (2023a). PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. In *OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Publishing*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- OECD. (2023b). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. In *PISA*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pinasti, D. W., Hartinah, S., & Nafiati, D. A. (2025). Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Socio Scientific Issues (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Pancasakti: Science Education Journal*, 10(1), 8–12. <https://doi.org/10.24905/psej.v10i1.237>
- Poedjiastutie, D., & Oliver, R. (2017). Exploring Students' Learning Needs: Expectation and Challenges. *English Language Teaching*, 10(10), 124. <https://doi.org/10.5539/elt.v10n10p124>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.24252/jpf.v7i1.7155>

- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Suryandari, K. C. (2019). *Model Scientific Reading Based Project (SRBP)*. Widya Sari Press.
- Techakosit, S., & Wannapiroon, P. (2015). Connectivism Learning Environment in Augmented Reality Science Laboratory to Enhance Scientific Literacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174(2), 2108–2115. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.009>
- Triwiyanto, T. (2022). *Manajemen Kurikulum dan Pembelajaran*. Bumi Aksara.
- Ummah, M., Rusilowati, A., & Yulianti, I. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Literasi Sains Materi Gelombang Cahaya. *Unnes Physics Education Journal*, 7(3), 51–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/upej.v7i3.27676>
- Wang, C., Zhang, M., Sesunan, A., & Yolanda, L. (2023). *Technology-Driven Education Reform in Indonesia: a look into the crurrent status of the Merdeka Belajar Program*. <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/30538>
- Woo, S. E., O'Boyle, E. H., & Spector, P. E. (2017). Best practices in developing, conducting, and evaluating inductive research. *Human Resource Management Review*, 27(2), 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.08.004>