
Tinjauan Filsafat (Aksiologi) Pendidikan Sains Masa Depan Berbasis Teknologi

Ni Nyoman Sri Putu Verawati^{1*} & Muhammad Sarjan¹

¹Program Studi Doktor Pendidikan IPA, Program Pascasarjana Universitas Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: veyra@unram.ac.id

Article History

Received: August 18th, 2023

Revised: September 21th, 2023

Accepted: October 16th, 2023

Abstract: Pendidikan sains memiliki peran krusial dalam pengembangan pengetahuan manusia dan pemahaman alam sekitar. Di era teknologi informasi dan komunikasi yang semakin maju, pendidikan sains menghadapi peluang besar untuk menjadi lebih interaktif, inklusif, dan relevan. Namun, peluang ini juga menimbulkan pertanyaan filsafat (khususnya aksiologi), antara lain bagaimana nilai atau manfaat teknologi untuk mendukung pendidikan sains masa depan. Studi ini bertujuan melakukan tinjauan filsafat (aksiologi) terhadap pendidikan sains masa depan yang berbasis teknologi. Melalui tinjauan literatur, artikel ini mengidentifikasi peran teknologi dalam mendukung perkembangan pendidikan sains, aksesibilitas, motivasi, keterampilan baru, pemikiran kritis, dan keterlibatan siswa. Aksiologi pendidikan sains berbasis teknologi mempertimbangkan nilai-nilai dari pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sains. Sebagai kesimpulan bahwa pendidikan sains berbasis teknologi perlu dipahami melalui perspektif filsafat untuk memastikan relevansinya di masa depan. Perkembangan teknologi dan kemajuan dalam sains saling terkait, dan pendidikan sains akan terus berperan penting dalam mengembangkan pengetahuan manusia tentang alam sekitar.

Keywords: Filsafat, aksiologi, pendidikan sains masa depan, teknologi, literatur reuiu.

PENDAHULUAN

Pendidikan sains merupakan fondasi dalam perkembangan pengetahuan manusia dan pemahaman terhadap alam sekitar. Untuk mencapai tujuan pengembangan sumber daya manusia secara berkelanjutan, dibutuhkan individu pembelajar yang terampil dan tertarik pada sains, dimana mereka dapat memandang sains sebagai penunjang karir masa depan mereka (de Jong et al., 2013; Thomas, 2014; Ünal & Kaygin, 2020). Oleh karena itu, peran pendidikan sains semakin penting dalam pengembangan pengetahuan dan penunjang sumberdaya berkelanjutan, dimana individu yang bergelut di dalam sains dapat memanfaatkan sumber daya sains untuk pelatihan keterampilan berpikir (Biazus & Mahtari, 2022; Ekayanti et al., 2022; Fitriani et al., 2022; Prayogi et al., 2023; Suhirman & Ghazali, 2022).

Melalui pendalaman sains, pembelajar secara langsung berpartisipasi sebagai anggota masyarakat yang terinformasi dan aktif, dan cara mereka berpikir tentang sains yang didukung oleh keterampilan ilmiah membantu mereka dalam membuat keputusan berdasarkan bukti dan juga dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Lin et al., 2021). Di era yang semakin dipengaruhi oleh

kemajuan teknologi, pendidikan sains juga harus bertransformasi secara signifikan agar tetap relevan sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai tujuan pendidikan sains.

Saat ini, kita hidup dalam zaman di mana teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah cara kita mengakses, mengolah, dan menyebarkan informasi. Pendidikan sains juga tidak luput dari dampak revolusi teknologi ini. Dengan munculnya alat-alat canggih, sumber daya digital, dan beragam platform pembelajaran digital, pendidikan sains menghadapi peluang besar untuk menjadi lebih interaktif, inklusif, dan relevan. Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan sains telah membuka pintu bagi berbagai inovasi dalam metode pengajaran dan pembelajaran (Asy'ari & Da Rosa, 2022; Bilad, 2023; Verawati et al., 2023). Guru dapat menggunakan simulasi komputer untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak dengan lebih mudah dipahami oleh siswa. Selain itu, sumber daya digital seperti video pembelajaran, aplikasi interaktif, dan e-book memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran, memungkinkan siswa untuk belajar kapan saja dan di mana saja sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu,

beragam platform pembelajaran online memungkinkan kolaborasi antara siswa dari berbagai belahan dunia, menciptakan lingkungan pembelajaran global yang memperkaya pengalaman belajar mereka.

Namun, bersamaan dengan peluang ini, muncul pula sejumlah pertanyaan filsafat yang menantang mengenai hakikat dan tujuan pendidikan sains di era perkembangan teknologi. Apakah penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains benar-benar meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa, ataukah ada bahaya terlalu banyak bergantung pada teknologi sehingga mengurangi interaksi sosial dan pemahaman mendalam? Bagaimana kita dapat memastikan bahwa pendidikan sains tetap relevan dalam menghadapi perubahan teknologi yang begitu cepat? Pertanyaan-pertanyaan ini menggugah pemikiran tentang pentingnya keseimbangan antara teknologi dan pendekatan tradisional dalam pembelajaran sains. Dalam menghadapi tantangan ini, pendidikan sains perlu terus mengembangkan strategi yang menjawab kebutuhan siswa masa kini sambil tetap menjaga nilai-nilai inti dari pendidikan sains yang sebenarnya.

Dalam perspektif yang lebih luas, pendidikan sains dibentuk atas sistem pembelajaran (pedagogi) di dalamnya, sehingga keberhasilan dalam pendidikan ditentukan oleh mekanisme pedagogi yang memanfaatkan berbagai sumberdaya belajar termasuk teknologi. Di satu sisi pemanfaatan sumber daya dan proses pembelajaran didasarkan pada teori-teori belajar yang mendukungnya. Dalam praktiknya, pendidik mengintegrasikan teori atau konsep belajar ke dalam pendekatan pengajaran mereka untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna bagi siswa (Rapanta et al., 2020). Dengan memahami teori belajar, pendidik dapat lebih baik mendukung perkembangan siswa dan membantu mereka mencapai tujuan pendidikan mereka. Hubungannya dalam konteks studi saat ini adalah perspektif filsafat yang dibangun bersifat lebih dinamis bermuara pada teori-teori yang mendukung keberhasilan proses pembelajaran.

Filsafat ilmu memilih tubuh pengetahuan (*body of knowledge*) sebagai penyangga, yaitu: ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Dengan melibatkan perspektif filsafat, kita akan merenungkan tentang bagaimana menggabungkan teknologi dengan visi pendidikan sains yang inklusif, berorientasi pada pemberdayaan, dan sesuai dengan tuntutan zaman. Dengan demikian, eksplorasi filsafat akan menjadi dasar pemikiran

untuk merancang pedagogi yang relevan dan bertanggung jawab dalam menghadapi tantangan pendidikan sains di masa depan yang semakin didominasi oleh teknologi. Studi ini bertujuan untuk melakukan tinjauan filsafat (khususnya aspek aksiologi) pada pendidikan sains masa depan yang didasarkan pada teknologi. Selanjutnya dengan menggali bagaimana peran filsafat, dapat membantu kita memahami perubahan dan tantangan yang dihadapi dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran sains.

METODE

Penelitian ini merupakan sebuah tinjauan pustaka yang merupakan adaptasi dari sebuah analisis bibliometrik yang telah dilakukan oleh Sarkingobir et al. (2023) dan Wirzal et al. (2022). Dalam mengumpulkan data yang relevan untuk penelitian ini, dua sumber utama yang digunakan adalah basis data Scopus (<https://www.scopus.com>) dan Google Scholar (<https://scholar.google.com/>). Pemilihan sumber data ini didasarkan pada pertimbangan bahwa Scopus telah menjadi standar global dalam menilai kualitas artikel ilmiah.

Basis data Scopus menyediakan abstrak dan kutipan dari literatur ilmiah yang berasal dari berbagai sumber dan disiplin ilmu, menjadikannya sumber informasi yang sangat berharga. Selain itu, fitur-fitur yang tersedia dalam basis data Scopus memudahkan siapa pun untuk menemukan pakar atau penulis, data, metrik, serta visualisasi tren penelitian terkini dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan. Dengan menggunakan kata kunci yang sesuai dengan konteks penelitian, yaitu "Filsafat (Aksiologi) Pendidikan Sains Masa Depan Berbasis Teknologi," peneliti menemukan sejumlah dokumen seperti artikel, konferensi, dan buku yang terkait dengan tema tersebut. Dokumen-dokumen tersebut kemudian digunakan sebagai bahan untuk tinjauan literatur sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

Untuk memastikan kekomprehensifan dalam tinjauan literatur ini, selain menggunakan basis data Scopus, peneliti juga mengambil dokumen-dokumen dari mesin pencarian Google Scholar (<https://scholar.google.com/>). Langkah ini diambil untuk memastikan bahwa semua

literatur yang relevan dengan topik penelitian dapat dimasukkan dalam analisis. Kedua sumber data ini memberikan cakupan yang lebih luas dan mendalam dalam mengidentifikasi literatur yang terkait dengan aksiologi pendidikan sains masa depan yang berbasis teknologi.

Dalam proses tinjauan literatur ini, penelitian ini difokuskan pada aspek utama, yaitu aksiologi pendidikan sains masa depan yang berbasis teknologi. Fokus pada aspek-aspek ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam bagaimana aksiologi dari pendidikan sains masa depan yang memanfaatkan teknologi. Hasil dari tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi peneliti, praktisi pendidikan, dan pemangku kepentingan lainnya yang terlibat dalam pendidikan sains dan pemanfaatan teknologi dalam mendukung perbaikan pendidikan sains masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terminologi Filsafat Ilmu

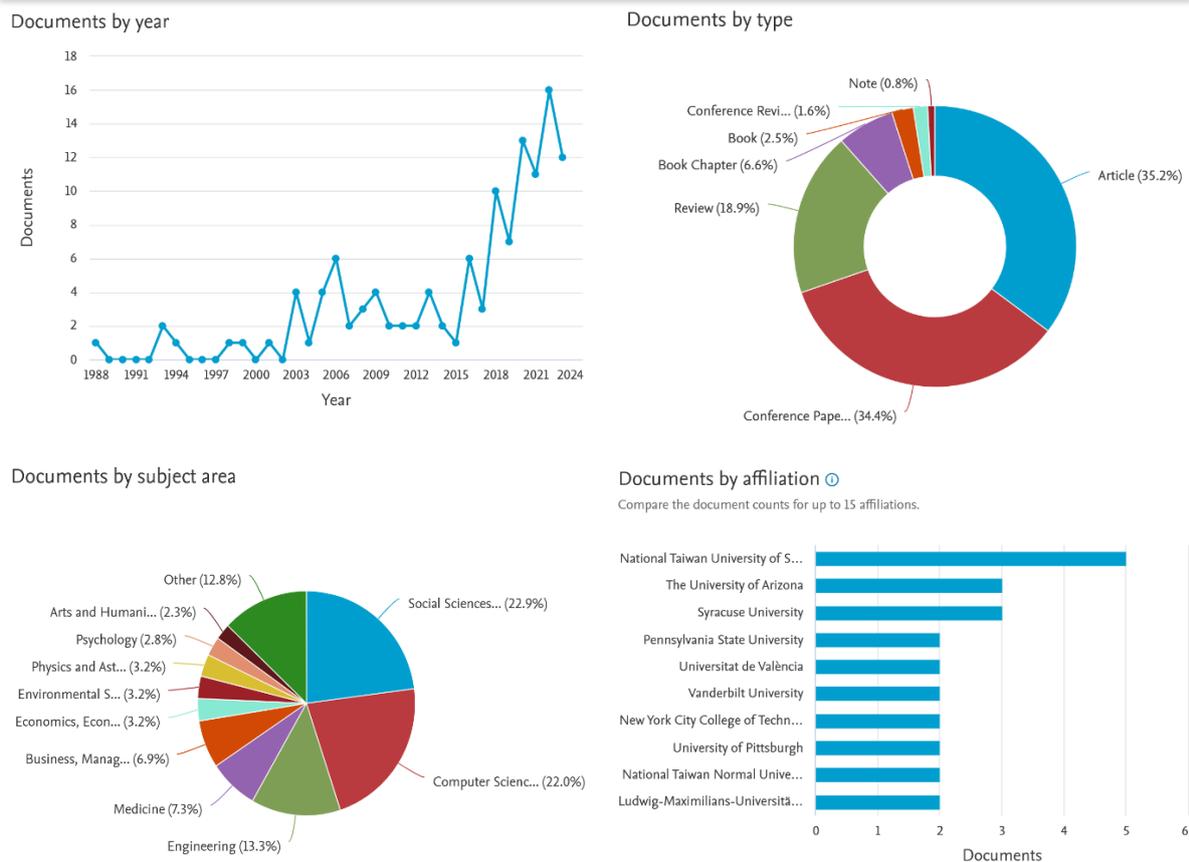
Aksiologi adalah bagian dari filsafat ilmu selain ontologi dan epistemologi. Dalam konteks studi saat ini, pelibatan perspektif filsafat dapat membantu kita memahami bagaimana teknologi membantu visi pendidikan sains masa depan yang inklusif dan sesuai dengan tuntutan zaman. Sebelum membahas konteks yang berkaitan dengan filsafat (aksiologi) pendidikan sains masa depan berbasis teknologi, maka diuraikan arti terminologi filsafat ilmu yang berkaitan dengan ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Terminologi filsafat ilmu merujuk pada cabang filsafat yang secara khusus mempertimbangkan pertanyaan-pertanyaan filosofis yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan, metode ilmiah, sifat pengetahuan, dan proses penelitian ilmiah. Secara terminologi, filsafat ilmu memeriksa konsep-konsep dasar dan masalah-masalah yang muncul dalam ilmu pengetahuan, umumnya berkaitan dengan tiga konteks, yaitu ontologi, epistemologi, dan aksiologi.

Ontologi mengacu pada pertanyaan mendasar tentang eksistensi dan realitas. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), istilah ontologi adalah cabang ilmu filsafat yang

berhubungan dengan hakikat sesuatu. Secara harfiah, kata ontologi berasal dari bahasa Yunani: *òn* berarti: "ada", atau *òntos* artinya: "keberadaan", dan *lògos*, artinya: "ilmu atau pemikiran," sehingga ontologi diartikan sebagai ilmu tentang keberadaan (hakikat). Epistemologi berasal dari bahasa Yunani *epistēmē* yang berarti "pengetahuan (knowledge)" dan *lògos*, berarti "ilmu." Dalam terminologi bahasa, epistemologi adalah ilmu dari pengetahuan itu sendiri, atau studi mengenai sifat dan dasar pengetahuan. Dalam KBBI, epistemologi didefinisikan sebagai cabang ilmu filsafat tentang dasar dan batas pengetahuan. Lebih luas, epistemologi sebagai bagian filsafat yang mempelajari dan membahas tentang terjadinya pengetahuan, sumber pengetahuan, asal mula pengetahuan, batasan, sifat, metode, dan kebenaran pengetahuan. Aksiologi berasal dari bahasa Yunani "*axion*" yang berarti "nilai" dan *lògos*, berarti "ilmu." Dalam terminologi bahasa, aksiologi berarti nilai dari ilmu. Dalam istilah yang lebih luas, aksiologi merupakan cabang filsafat ilmu yang mempertanyakan hakikat dan manfaat yang terdapat dalam suatu pengetahuan. Dalam terminologi pendidikan sains, keberadaan teknologi secara aksiologi dapat memberi manfaat berkembangnya pengetahuan dalam konteks sains.

Aksiologi Pendidikan Sains Masa Depan Berbasis Teknologi

Hasil eksplorasi pada basis data Scopus dengan memasukkan kata kunci "Filsafat (Aksiologi) Pendidikan Sains Masa Depan Berbasis Teknologi," tidak ditemukan satupun dokumen (artikel jurnal, artikel prosiding, dan buku) yang spesifik membahas tentang tema tersebut. Namun Terminologi dari istilah aksiologi yang dikaitkan dengan manfaat teknologi dalam pendidikan sains masa depan menemukan sejumlah dokumen. Ini dengan memasukkan kata kunci: "pendidikan sains masa depan berbasis teknologi." Sebaran dokumen disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 1. Sebaran dokumen yang membahas tentang pendidikan sains masa depan berbasis teknologi

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa sebanyak 122 dokumen ditemukan pada basis data Scopus. Dokumen yang membahas tema terkait sejak tahun 1988 sampai saat ini dengan sebaran menurut tipe dokumen adalah artikel (35.20%), conference paper (34.40%), sisanya adalah buku, book chapter, reviu paper, dan lainnya. Dokumen yang ditemukan mencakup subject area dari social sciences (22.90%), computer science (22.00%), dan lainnya. Dokumen-dokumen yang ditemukan berasal dari 15 afiliasi, mereka adalah universitas yang intent melakukan studi-studi yang berkaitan dengan pemanfaatan dan pengembangan teknologi.

Dokumen-dokumen yang ditemukan pada basis data Scopus dikomparasikan dengan temuan hasil studi pada laman Google Scholar (<https://scholar.google.com/>). Ini untuk menguatkan ulasan yang berkaitan dengan tema pendidikan sains masa depan berbasis teknologi. Pada prinsipnya, elaborasi dari dokumen-dokumen yang ada menunjukkan kebermanfaatn teknologi untuk mendukung pengembangan pendidikan sains masa depan. Para peneliti membahas bagaimana sains erat kaitannya dengan eksperimentasi untuk

membuktikan konsep sains atau mengungkap fakta tentang sains, sehingga intervensi teknologi sangat dibutuhkan dalam pendidikan sains.

Eksplorasi sains dengan ragam eksperimen merupakan elemen penting dalam proses pendidikan sains, dan pembelajaran sains tidak bermakna tanpa pengalaman eksperimen (Chen, 2010). Eksperimen sains dapat membantu siswa untuk memperoleh sikap positif terhadap sains (Chen et al., 2014). Permintaan dalam pengembangan pengetahuan di dalam sains semakin maju dan beragam, termasuk bagaimana konteks sains dapat divisualisasikan secara memadai yang tidak mungkin dapat dilakukan melalui eksperimen biasa dalam lingkungan laboratorium nyata. Terlebih lagi, sains harus dapat dipelajari oleh semua kalangan, namun ini tidak terealisasi ketika sains dihadapkan pada siswa yang memiliki keterbatasan fisik (difabel). Oleh karena itu, kehadiran teknologi mutlak diperlukan agar memberi manfaat

untuk menjangkau pengetahuan pada semua kondisi dan kalangan.

Sejauh ini kehadiran teknologi telah memberi manfaat dalam pengembangan pengetahuan dan cara-cara berpikir mendalam tentang sains. Teknologi asistif dalam sains misalnya pada awalnya dikembangkan untuk memenuhi dan memfasilitasi akses terhadap hak belajar siswa difabel (Smith, 2021), namun kemudian dikembangkan sebagai instrumen visualisasi pembelajaran seiring dengan kemajuan teknologi simulasi, dan kini dikenal dengan simulasi virtual asistif (Suhirman & Prayogi, 2023). Teknologi virtual telah dipelajari dan dapat memberi manfaat terkait aksesabilitas (mempermudah proses pembelajaran) (Zhang et al., 2021), memotivasi siswa dalam belajar (Ismail, 2022), dan sebagai jembatan pembelajaran digital untuk memahami konsep abstrak (Verawati et al., 2022). Kehadiran sejumlah teknologi seperti simulasi virtual semakin banyak digunakan karena perannya dalam menumbuhkan keterampilan baru yang dibutuhkan (Bedetti et al., 2018), termasuk untuk menumbuhkan pemikiran kritis siswa (Bilad et al., 2022). Pada studi-studi terdahulu juga mengungkap peran teknologi untuk mendukung penguasaan konsep mendalam siswa terhadap berbagai materi pembelajaran (Fan et al., 2018) dan mendukung keterlibatan siswa dengan konten materi ajar (Toli & Kallery, 2021).

Berdasarkan reviu terhadap beberapa kajian empiris tentang pemanfaatan teknologi dalam mendukung pembelajaran sains, secara aksiologi pendidikan sains berbasis teknologi memberi manfaat berkembangnya pengetahuan dalam konteks sains, memberi ruang aksesabilitas, memotivasi, menumbuhkan keterampilan-keterampilan baru dalam sains, melatih keterampilan berpikir, dan mendukung keterlibatan siswa dalam belajar. Berkembangnya pengetahuan sains di masa-masa mendatang akan terus beriringan dengan perkembangan teknologi. Akhirnya, antara perkembangan teknologi dan kemajuan di dalam sains adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan.

KESIMPULAN

Pendidikan sains memiliki peran penting dalam pengembangan pengetahuan dan pemahaman manusia terhadap alam sekitar. Dalam era yang dipengaruhi oleh teknologi, pendidikan sains harus bertransformasi untuk tetap relevan dengan perkembangan zaman. Penggunaan teknologi dalam pendidikan sains telah membuka peluang besar

untuk pembelajaran yang lebih interaktif, inklusif, dan relevan. Teknologi seperti simulasi komputer, video pembelajaran, aplikasi interaktif, dan platform pembelajaran online memungkinkan siswa untuk belajar dengan lebih efisien dan fleksibel. Studi saat ini telah memberikan gambaran bahwa pendidikan sains masa depan berbasis teknologi harus dipahami melalui perspektif filsafat, khususnya aksiologi. Aksiologi dalam pendidikan sains berbasis teknologi membahas nilai-nilai dari pemanfaatan teknologi dalam pengembangan pengetahuan sains. Hasil studi ini memberi pemahaman eksplisit bahwa secara aksiologi pendidikan sains berbasis teknologi memberi manfaat berkembangnya pengetahuan dalam konteks sains, memberi ruang aksesabilitas, memotivasi, menumbuhkan keterampilan-keterampilan baru dalam sains, melatih keterampilan berpikir, dan mendukung keterlibatan siswa dalam belajar. Berkembangnya pengetahuan sains di masa-masa mendatang akan terus beriringan dengan perkembangan teknologi. Akhirnya, antara perkembangan teknologi dan kemajuan di dalam sains adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan dalam saling beriringan satu sama lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan studi, khususnya tim peneliti atas dedikasi pikiran dan waktu sehingga studi ini sukses dilaksanakan.

REFERENSI

- Asy'ari, M., & Da Rosa, C. T. W. (2022). Prospective Teachers' Metacognitive Awareness in Remote Learning: Analytical Study Viewed from Cognitive Style and Gender. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 18–26.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.731>
- Bedetti, B., Bertolaccini, L., Patrini, D., Schmidt, J., & Scarci, M. (2018). Virtual simulation and learning new skills in video-assisted thoracic surgery. *Video-Assisted Thoracic*

- Surgery*, 3, 35–35.
<https://doi.org/10.21037/vats.2018.08.03>
- Biazus, M. de O., & Mahtari, S. (2022). The Impact of Project-Based Learning (PjBL) Model on Secondary Students' Creative Thinking Skills. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 38–48.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.752>
- Bilad, M. R. (2023). Enhancing Engineering Electromagnetics Education: A Comparative Analysis of Synchronous and Asynchronous Learning Environments. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 2(1), 66–74.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v2i1.1369>
- Bilad, M. R., Anwar, K., & Hayati, S. (2022). Nurturing Prospective STEM Teachers' Critical Thinking Skill through Virtual Simulation-Assisted Remote Inquiry in Fourier Transform Courses. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.728>
- Chen, S. (2010). The view of scientific inquiry conveyed by simulation-based virtual laboratories. *Computers & Education*, 55(3), 1123–1130.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.009>
- Chen, S., Chang, W.-H., Lai, C.-H., & Tsai, C.-Y. (2014). A Comparison of Students' Approaches to Inquiry, Conceptual Learning, and Attitudes in Simulation-Based and Microcomputer-Based Laboratories. *Science Education*, 98(5), 905–935.
<https://doi.org/10.1002/sce.21126>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, 340(6130), 305–308.
<https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Ekayanti, B. H., Prayogi, S., & Gummah, S. (2022). Efforts to Drill the Critical Thinking Skills on Momentum and Impulse Phenomena Using Discovery Learning Model. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(2), Article 2.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v1i2.1250>
- Fan, X., Geelan, D., & Gillies, R. (2018). Evaluating a Novel Instructional Sequence for Conceptual Change in Physics Using Interactive Simulations. *Education Sciences*, 8(1), Article 1.
<https://doi.org/10.3390/educsci8010029>
- Fitriani, H., Samsuri, T., Rachmadiarti, F., Raharjo, R., & Mantlana, C. D. (2022). Development of Evaluative-Process Learning Tools Integrated with Conceptual-Problem-Based Learning Models: Study of Its Validity and Effectiveness to Train Critical Thinking. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.736>
- Ismail. (2022). The Implementation of E-Learning Supported by Social Reality Videos in Mobile Applications: Its Impact on Student's Learning Outcomes. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 16(17), Article 17.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v16i17.33041>
- Lin, X., Yang, W., Wu, L., Zhu, L., Wu, D., & Li, H. (2021). Using an Inquiry-Based Science and Engineering Program to Promote Science Knowledge, Problem-Solving Skills and Approaches to Learning in Preschool Children. *Early Education and Development*, 32(5), Article 5.
<https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1795333>
- Prayogi, S., Ardi, R. F. P., Yazidi, R. E., Tseng, K.-C., & Mustofa, H. A. (2023). The Analysis of Students' Design Thinking in Inquiry-Based Learning in Routine University Science Courses. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 2(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36312/ijece.v2i1.1338>
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). Online University Teaching During and After the Covid-19 Crisis: Refocusing Teacher Presence and Learning Activity. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923–945.
<https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>
- Sarkingobir, Y., Egbebi, L. F., & Awofala, A. O. A. (2023). Bibliometric Analysis of the Thinking Styles in Math and Its' Implication on Science Learning. *International Journal of Essential*

- Competencies in Education*, 2(1), 75–87. <https://doi.org/10.36312/ijece.v2i1.1391>
- Smith, E. M. (2021). Assistive technology research: Evidence for a complex and growing field. *Assistive Technology*, 33(4), 177–177. <https://doi.org/10.1080/10400435.2021.1958650>
- Suhirman, & Prayogi, S. (2023). Problem-based learning utilizing assistive virtual simulation in mobile application to improve students' critical thinking skills. *International Journal of Education and Practice*, 11(3), 351–364. <https://doi.org/10.18488/61.v11i3.3380>
- Suhirman, S., & Ghazali, I. (2022). Exploring Students' Critical Thinking and Curiosity: A Study on Problem-Based Learning with Character Development and Naturalist Intelligence. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(2), 95–107. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i2.1317>
- Thomas, I. (2014). Special Issue—Pedagogy for Education for Sustainability in Higher Education. *Sustainability*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su6041705>
- Toli, G., & Kallery, M. (2021). Enhancing Student Interest to Promote Learning in Science: The Case of the Concept of Energy. *Education Sciences*, 11(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/educsci11050220>
- Ünal, F., & Kaygın, H. (2020). Citizenship Education for Adults for Sustainable Democratic Societies. *Sustainability*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su12010056>
- Verawati, N. N. S. P., Handriani, L. S., & Prahani, B. K. (2022). The Experimental Experience of Motion Kinematics in Biology Class Using PhET Virtual Simulation and Its Impact on Learning Outcomes. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.729>
- Verawati, N. N. S. P., Rijal, K., & Grendis, N. W. B. (2023). Examining STEM Students' Computational Thinking Skills through Interactive Practicum Utilizing Technology. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 2(1), 54–65. <https://doi.org/10.36312/ijece.v2i1.1360>
- Wirzal, M. D. H., Nordin, N. A. H. M., Bustam, M. A., & Joselevich, M. (2022). Bibliometric Analysis of Research on Scientific Literacy between 2018 and 2022: Science Education Subject. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(2), 69–83. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i2.1070>
- Zhang, N., Tan, L., Li, F., Han, B., & Xu, Y. (2021). Development and application of digital assistive teaching system for anatomy. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 3(4), 315–335. <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2021.08.005>