



Masalah-Masalah dalam Paradigma Pembelajaran Sains Modern

Zahid Zufar At Thaariq¹, Reno Nurdyanto², Devi Mariya Sulfa³

^{1,2,3} Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

zahid.zufar.2201218@students.um.ac.id, reno.nurdyanto.2201218@students.um.ac.id,
devi.mariya.1903416@students.um.ac.id

ARTICLE HISTORY

Submitted:
5 September 2023

Accepted:
1 November 2023

Published:
30 Desember 2023

ABSTRACT

Abstract: Modern science learning paradigms emphasize inquiry-based and experiential learning, replacing traditional approaches. Constructivist approaches become the theoretical foundation, recognizing the importance of students' active involvement in the learning process. Metaphors of acquisition and participation are proposed as the basis for understanding science learning. The research method uses narrative techniques to synthesize information from multiple sources, providing a comprehensive overview of problems and solutions in the contemporary science learning paradigm. The author highlights a number of issues that need to be addressed. Key challenges include a lack of hands-on experimentation, an overemphasis on rote learning, a lack of inclusivity, and suboptimal integration of technology. While technology integration has the potential to enrich the student experience, there are still shortcomings in its implementation. By highlighting these issues, the authors promote the importance of hands-on experiences, concept-based assessments, inclusive curricula, and effective technology integration in improving science education. Recommendations include a collaborative approach among educators, policymakers, and stakeholders to address these issues and create a better future for science education. The conclusions emphasize the need to implement these solutions in the classroom and in education policy. By improving the student experience, supporting student-centered learning, and addressing the challenges of technology integration, science education can evolve to meet the demands of today's society and science.

Keywords: Learning Paradigm, Science Learning, Modern Education

Abstrak: Paradigma pembelajaran sains modern menekankan pembelajaran berbasis inkuiri dan pengalaman, menggantikan pendekatan tradisional. Pendekatan konstruktivistik menjadi landasan teoretis, mengakui pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Metafora akuisisi dan partisipasi diusulkan sebagai dasar untuk memahami pembelajaran sains. Metode penelitian menggunakan teknik naratif untuk menyusun informasi dari berbagai sumber, memberikan gambaran komprehensif tentang masalah dan solusi dalam paradigma pembelajaran sains kontemporer. Penulis menyoroti sejumlah masalah yang perlu diatasi. Tantangan utama meliputi kurangnya eksperimen langsung, penekanan berlebihan pada hafalan, kurangnya inklusivitas, dan integrasi teknologi yang belum optimal. Meskipun integrasi teknologi memiliki potensi untuk memperkaya pengalaman siswa, masih terdapat kekurangan dalam penerapannya. Dengan menekankan masalah-masalah ini, penulis mendorong pentingnya pengalaman langsung, penilaian berbasis pemahaman konsep, kurikulum yang inklusif, dan integrasi teknologi yang efektif dalam memperbaiki pendidikan sains. Rekomendasi termasuk pendekatan kolaboratif antara pendidik, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan untuk mengatasi masalah ini dan menciptakan masa depan yang lebih cerah untuk pendidikan sains. Kesimpulan menekankan perlunya implementasi solusi-solusi ini di ruang kelas dan kebijakan pendidikan. Dengan memperbaiki pengalaman siswa, mendukung pembelajaran berpusat pada siswa, dan menghadapi tantangan integrasi teknologi, pendidikan sains dapat berkembang sesuai dengan tuntutan masyarakat dan ilmu pengetahuan saat ini.

Kata Kunci: Paradigma Pembelajaran, Pembelajaran Sains, Pendidikan Modern

CITATION

Thaariq, Z. Z. A., Nurdyanto, R., & Sulfa, D. M., (2023). Masalah-Masalah dalam Paradigma Pembelajaran Sains Modern. *Jurnal Nyanadasana: Jurnal Penelitian, Pendidikan, Sosial, dan Keagamaan*, 2 (2), 112-121. DOI: <http://doi.org/10.59291/jnd.v2i2.38>

PENDAHULUAN

Pada sebagian besar program pendidikan, materi yang berkaitan dengan konsep, ide, model, dan teori ilmiah biasanya telah ditentukan sebelumnya, dengan beberapa fleksibilitas yang diizinkan untuk mengakomodasi minat atau perhatian individu siswa. Penting untuk dicatat bahwa ketika memberikan arahan (instruksi) untuk perolehan dan kemajuan konsep, para pendidik umumnya memiliki tujuan pembelajaran yang spesifik, seperti yang diuraikan dalam kurikulum (Hodson, 2014). Brown dkk (2005) berpendapat bahwa teori-teori literasi ilmiah perlu mempertimbangkan konteks sosiokultural dari penggunaan bahasa untuk memeriksa sepenuhnya afiliasi dan keterasingan yang terkait dengan perampasan wacana ilmiah. Pendidikan sains melibatkan pemberian dan perolehan pengetahuan tentang prinsip-prinsip ilmiah, teori, dan aplikasi praktisnya. Pendidikan ini mencakup spektrum bidang studi yang luas, mulai dari konsep ilmiah mendasar seperti metode ilmiah dan prinsip-prinsip fisika, hingga topik-topik yang lebih rumit seperti genetika, ekologi, dan perubahan iklim (Lüsse dkk., 2022). Akar dari sains yang dilakukan oleh masyarakat dapat ditelusuri kembali ke berabad-abad yang lalu, ketika individu yang memiliki keahlian di dalam bidang sains menekuni profesi lain karena tidak adanya karir sebagai ilmuwan yang digaji (Miller-Rushing dkk., 2012). Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap isu-isu sains dan lingkungan, bidang sains dapat menjadi sarana untuk membangun hubungan antara ilmu pengetahuan dan masyarakat, serta memberikan kesempatan bagi masyarakat untuk terlibat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi (McCallie dkk., 2009). Maka, pendidikan sains memainkan peran penting dalam membentuk pemahaman siswa tentang metode ilmiah, kebenaran empiris, dan kemampuan analitis penting yang diperlukan untuk membedakan informasi. Di zaman yang ditandai dengan aksesibilitas dan penyebaran informasi yang meluas melalui internet, pendidikan sains memikul tanggung jawab untuk membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi berbagai tantangan yang ada (J. Osborne dkk., 2022).

Pengalaman dengan konten sains meningkatkan pembelajaran dengan mengaktifkan sistem otak sensorimotor yang digunakan untuk melakukan tindakan serupa di masa lalu. Aktivasi ini mendukung penalaran siswa dan meningkatkan kinerja mereka pada kuis dan tes. Pemahaman siswa tentang konsep sains seperti torsi dan momentum sudut dibantu oleh aktivasi sistem otak sensorimotor yang menambahkan detail kinetik dan makna pada pemikiran siswa. (Kontra dkk., 2015). Pembelajaran sains dapat dilakukan di berbagai tempat, termasuk ruang kelas, laboratorium, dan lingkungan virtual. Pembelajaran sains yang efektif melibatkan keterlibatan aktif dengan materi pelajaran, yang dapat difasilitasi melalui kegiatan langsung, diskusi kelompok, dan penggunaan alat bantu visual (Trindade dkk., 2002). Secara informal, kegiatan sains dapat mencakup berbagai pengalaman langsung dan eksperimen yang melibatkan peserta didik dalam mengeksplorasi konsep dan fenomena ilmiah. Kegiatan ini dirancang untuk mempromosikan pembelajaran aktif dan pendekatan berbasis inkuiri, memungkinkan peserta untuk mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah mereka (Fenichel & Schweingruber, 2010).

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan yang terus berkembang, pendekatan kontemporer terhadap pendidikan sains menjadi topik yang menarik dan menjadi bahan diskusi yang terus berlanjut. Meskipun kemajuan teknologi dan penelitian telah sangat meningkatkan pemahaman tentang dunia alam, penting untuk diketahui bahwa, seperti halnya kemajuan ilmiah lainnya, terdapat tantangan dan isu-isu yang diperdebatkan. Sebagai contoh, Bruer (1997) berpendapat bahwa, meskipun para ahli saraf dapat menunjukkan perjalanan waktu dan evolusi pertumbuhan dan plastisitas sinapsis, para psikolog kognitif dapat menunjukkan perjalanan waktu dan evolusi kompetensi numerik. Meskipun yang pertama tidak diragukan lagi tercermin dalam yang terakhir, hanya yang terakhir yang dapat menghasilkan perilaku spesifik yang relevan dan dapat diterapkan oleh para pendidik di dalam ruang kelas modern (Horvath & Donoghue, 2016).

Banyak lingkungan pendidikan kontemporer yang menekankan dan memfasilitasi berbagai

pendekatan pembelajaran, seperti petunjuk, penerapan, kreasi, komunikasi, dan pengambilan keputusan. Lingkungan ini sering kali berputar di sekitar pusat siswa di mana sebagian besar pengajaran dan pembelajaran berlangsung, dan pusat-pusat ini menyediakan akses ke berbagai area pembelajaran lainnya. Lingkungan belajar modern mendorong pembelajaran yang berfokus pada kekuatan siswa dan dapat menawarkan fleksibilitas, keterbukaan, dan akses ke sumber daya kepada siswa dan guru. Dengan menyediakan lingkungan belajar yang terbuka dan fleksibel bagi para guru, di mana pertanyaan-pertanyaan dapat disampaikan, intervensi dirancang secara kolaboratif, dan refleksi didasarkan pada pengamatan diri sendiri dan rekan sejawat, maka akan tercipta komunitas praktik yang kuat dan terus berkembang (M. Osborne, 2013). Guru memiliki tingkat kebebasan tertentu untuk merencanakan urutan topik serta waktu yang dikhususkan untuk masing-masing topik, sesuai dengan tujuan pendidikan mereka. Sebagai contoh, sebagian besar guru lebih suka mencurahkan lebih banyak waktu untuk fisika klasik dan mengajarkan relativitas khusus dan fisika kuantum selama satu semester (Levrini & Fantini, 2013).

Artikel ini berusaha untuk menyelidiki dan mengevaluasi aspek-aspek kunci dari model pendidikan sains kontemporer. Artikel ini akan mengkaji pengaruh kemajuan sains terkini terhadap masyarakat dan mengusulkan strategi untuk mengatasi tantangan-tantangan terkait. Dengan memahami dan mengenali seluk-beluk ini, kita dapat secara lebih efektif merancang inisiatif untuk mempersempit kesenjangan dan memastikan bahwa sains modern berfungsi sebagai pengaruh yang bermanfaat bagi seluruh umat manusia.

KAJIAN TEORI

Pembelajaran pada abad 21 saat ini lebih menekankan pada paradigma konstruktivistik dibandingkan sebelumnya yang cenderung masih behavioristik (Degeng, 1998; Thaariq, 2022), sehingga menimbulkan sebuah konsensus paradigma baru. Paradigma pembelajaran yang baru mendorong para pendidik untuk beralih dari pendekatan tradisional dan terstandarisasi untuk penilaian dan menggunakan pendekatan "*toolbox*" yang lebih eklektik yang memungkinkan untuk mengukur kemajuan pembelajaran yang beragam. Paradigma ini juga menekankan pentingnya mempertimbangkan karakteristik individu pelajar, seperti fleksibilitas kognitif, pengarahan diri, kerja sama, dan penetapan tujuan, dalam desain pengalaman pendidikan (Gallagher, 2003). Paradigma pembelajaran yang berbeda menekankan aspek-aspek yang berbeda dari proses pembelajaran, seperti peran pembelajar, guru, lingkungan, dan konten. Sebagai contoh, paradigma pembelajaran berbasis kelas tradisional menekankan peran guru sebagai sumber utama pengetahuan dan pembelajar sebagai penerima informasi yang pasif, sedangkan paradigma pembelajaran konstruktivis menekankan peran pelajar sebagai konstruktor pengetahuan yang aktif dan guru sebagai fasilitator pembelajaran. Pemilihan paradigma pembelajaran dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap efektivitas dan hasil kegiatan pembelajaran (Vapnik & Vashist, 2009). Peserta didik adalah objek pembelajaran, sekaligus menjadi subjek untuk mencapai esensi pendidikan. Sehubungan dengan hal tersebut, perlunya merancang model pembelajaran yang mendukung kegiatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik perlu diupayakan (Nugroho, 2017).

Sfard (1998) mengusulkan dua metafora untuk pembelajaran: metafora akuisisi dan metafora partisipasi. Metafora akuisisi didasarkan pada keyakinan epistemologis bahwa pengetahuan, seperti halnya komoditas berwujud, bersifat objektif dan eksternal, serta dapat ditransmisikan dan dibagikan kepada orang lain. Dari perspektif ini, pembelajaran diibaratkan seperti "mengumpulkan barang material" (Sfard, 1998). Dalam konteks pembelajaran sains, hal ini melibatkan perolehan pengetahuan ilmiah yang luas seperti yang disajikan dalam sumber-sumber otoritatif seperti buku teks dan bahan referensi. Dalam pandangan ini, peserta didik dipandang sebagai penerima pengetahuan, sementara peran guru adalah memfasilitasi dan memediasi transmisi dan komunikasi pengetahuan kepada siswa.

Contoh umum dari lingkungan belajar seperti ini adalah pengajaran berbasis ceramah tradisional, di mana siswa menerima informasi dari guru (Yeo & Tan, 2014). Lingkungan belajar seperti ini sering dikritik karena mendorong perolehan pengetahuan yang tidak dapat diterapkan pada situasi dunia nyata di luar masalah yang terstruktur dengan baik (Barab & Hay, 2001; Edelson, 1998; O'Neill, 2001; Smith dkk., 2000; Tan dkk., 2005).

Metafora partisipasi dalam pembelajaran didasarkan pada sifat alami dari pengetahuan dan kognisi manusia (Sfard 1998). Persepsi tentang pengetahuan dan kognisi ini berakar pada teori-teori pembelajaran seperti *situated cognition* (J. S. Brown dkk., 1989) dan *situated learning* (Lave & Wenger, 1991). Teori-teori pembelajaran ini menyatakan bahwa pembelajaran merupakan proses sosial enkulturasi (J. S. Brown dkk., 1989) atau partisipasi dalam suatu komunitas (Lave dan Wenger 1991). Dalam paradigma partisipasi, pembelajaran tidak lagi "belajar tentang" beberapa topik tetapi "belajar menjadi" seorang profesional. Tujuannya adalah untuk menginisiasi seorang pendatang baru ke dalam sebuah komunitas dan mengembangkan kemampuannya untuk berkomunikasi dan bertindak sesuai dengan norma-norma yang dinegosiasikan secara sosial dalam komunitas tersebut (Sfard 1998). Pembelajaran sains tidak lagi hanya tentang memperoleh aturan yang dapat digeneralisasikan atau pengetahuan konseptual tentang sains, tetapi juga tentang mengembangkan proses sosial yang mendefinisikan identitas seseorang dalam komunitas ilmiah, seperti cara-cara untuk menjelaskan fenomena, melakukan eksperimen, atau membangun argumen berbasis bukti (Duffy, 2012; Lipponen dkk., 2004; Paavola & Hakkarainen, 2005).

METODE PENELITIAN

Artikel kajian ini disusun menggunakan teknik naratif. Teknik ini meringkas dan mensintesis informasi dari berbagai sumber dalam format naratif. Ini adalah pendekatan kualitatif untuk meninjau literatur yang bertujuan untuk memberikan penjelasan yang komprehensif dan deskriptif tentang topik tertentu (Barichello dkk., 2022). Adapun untuk langkah-langkahnya sendiri adalah (1) mencari dan mengungkap fenomena/masalah yang terjadi; (2) merumuskan gagasan; (3) melakukan komparasi-komparasi secara teoretis; dan (4) membuat kesimpulan (Thaariq & Wedi, 2020).

Tahap pertama dimulai dengan mencari dan mengidentifikasi fenomena atau masalah yang ingin diteliti. Ini melibatkan pencarian literatur, analisis tren, atau pemahaman mendalam tentang isu tertentu yang menjadi fokus kajian. Kedua, setelah fenomena atau masalah diidentifikasi, kajian melibatkan pembentukan gagasan atau konsep-konsep yang relevan. Gagasan ini mencakup teori-teori yang dapat digunakan sebagai dasar untuk memahami lebih lanjut topik penelitian. Ketiga, dilibatkan analisis literatur yang relevan. Kajian akan mencari sumber-sumber yang berkaitan dengan fenomena atau masalah yang diteliti, dan kemudian mensintesis informasi dari berbagai sumber tersebut. Komparasi teoretis dapat dilakukan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, dan hubungan antar konsep. Terakhir, kajian akan menyusun sintesis informasi untuk memberikan gambaran yang komprehensif. Kesimpulan ditarik dari temuan-temuan utama yang muncul selama analisis. Kesimpulan dapat mencakup implikasi praktis, saran kebijakan, atau arah untuk selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Paradigma pembelajaran sains modern dihadapkan pada berbagai tantangan yang menghambat pendidikan yang efektif. Masalah-masalah ini termasuk kurangnya keterlibatan dan minat di antara para siswa, metode pengajaran dan kurikulum yang sudah ketinggalan zaman, serta terbatasnya akses ke sumber daya dan teknologi (Boon & Van Baalen, 2019). Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk fokus pada solusi seperti menggabungkan pengalaman belajar praktis dan langsung, mengintegrasikan teknologi di dalam kelas, dan memperbarui kurikulum untuk menyelaraskan dengan kemajuan ilmiah terbaru (Tsivitanidou & Ioannou, 2020).

Dalam paradigma pembelajaran sains kontemporer, penekanan diberikan pada metode pembelajaran berbasis inkuiri dan pengalaman. Alih-alih menghafal, siswa didorong untuk secara aktif terlibat dalam proses ilmiah melalui eksperimen langsung dan kegiatan pemecahan masalah. Pergeseran pendekatan ini mendorong pemikiran kritis dan menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep ilmiah (Power, 1976). Selain itu, integrasi teknologi ke dalam proses pembelajaran telah membuka jalan baru untuk eksplorasi dan kolaborasi, memungkinkan siswa untuk mengakses banyak informasi dan sumber daya ilmiah.

Banyak program pendidikan sains yang berfokus pada teori dan lalai dalam memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan pengetahuan mereka di dunia nyata. Selain itu, ketergantungan pada metode pengajaran gaya ceramah tradisional dapat menjadi tidak efektif dalam melibatkan siswa dan mempromosikan pemahaman yang mendalam.

Transisi ke pendekatan yang lebih berpusat pada siswa dalam pendidikan sains telah memberikan dampak yang signifikan terhadap pemahaman dan keterlibatan siswa. Metode pengajaran tradisional, seperti ceramah dan hafalan. Hafalan sering kali membuat siswa tidak tertarik dan kesulitan untuk memahami konsep-konsep ilmiah yang kompleks (Gandolfi, 2018). Namun, penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dan kegiatan interaktif telah menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip ilmiah di antara para siswa. Dengan berpartisipasi aktif dalam eksperimen, diskusi, dan kegiatan pemecahan masalah, siswa dapat membuat hubungan yang bermakna antara pengetahuan teoritis dan aplikasi dunia nyata, meningkatkan keterlibatan dan pengalaman belajar mereka secara keseluruhan (Bryce & Blown, 2021).

Selain itu, paradigma pembelajaran sains modern juga dapat berdampak negatif pada pemikiran kritis dan kreativitas siswa. Dengan fokus pada tes standar dan kurikulum yang kaku, hanya ada sedikit ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide-ide mereka sendiri dan berpikir kritis tentang materi pelajaran. Hal ini dapat menghambat kemampuan mereka untuk berpikir di luar kebiasaan dan menghasilkan solusi inovatif untuk masalah. Selain itu, penekanan pada hafalan dan pemuntahan informasi menyisakan sedikit ruang bagi siswa untuk mengembangkan perspektif unik dan keterampilan berpikir kreatif mereka sendiri.

Paradigma pembelajaran sains modern menghadapi beberapa masalah yang kini masih sering terjadi diantaranya:

1. Kurangnya eksperimen langsung

Salah satu masalah penting dalam paradigma pembelajaran sains modern adalah kurangnya eksperimen langsung. Meskipun pengetahuan teoritis dan pemahaman konsep-konsep ilmiah itu penting, aplikasi praktis dari konsep-konsep ini melalui eksperimen juga sama pentingnya. Namun, banyak mata pelajaran sains cenderung lebih fokus pada kuliah dan bacaan daripada memberikan siswa. Dengan kesempatan untuk terlibat dalam eksperimen langsung. Hal ini dapat menghambat kemampuan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip ilmiah dalam tindakan (Davis dkk., 1993). Untuk mengatasi masalah ini, pendidik sains dapat memasukkan lebih banyak sesi laboratorium praktis, mendorong siswa untuk melakukan eksperimen mandiri, dan menyediakan akses ke laboratorium dan sumber daya yang lengkap untuk mendorong pengalaman belajar yang lebih holistik.

Namun, penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dan kegiatan interaktif telah menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip ilmiah di antara para siswa. Dengan berpartisipasi aktif dalam eksperimen, diskusi, dan kegiatan pemecahan masalah, siswa dapat membuat hubungan yang bermakna antara pengetahuan teoritis dan aplikasi dunia nyata, meningkatkan keterlibatan dan pengalaman belajar mereka secara keseluruhan (Wörner dkk., 2022).

2. Terlalu menekankan pada hafalan dan tes standar

Dalam banyak sistem pendidikan, siswa diharapkan untuk menghafal sejumlah besar informasi tanpa benar-benar memahami konsep-konsepnya. Pendekatan ini membatasi pemikiran kritis dan kreativitas, karena siswa hanya memuntahkan fakta tanpa dapat menerapkannya dalam skenario dunia nyata (Yu dkk., 2022). Selain itu, ketergantungan pada pengujian standar memberikan tekanan yang tidak semestinya pada siswa untuk mendapatkan nilai bagus dalam ujian daripada menumbuhkan kecintaan yang tulus untuk belajar.

Masalah utama dalam paradigma pembelajaran sains modern adalah penekanan pada hafalan daripada pemikiran kritis dan keterampilan pemecahan masalah (Bryce & Blown, 2021). Siswa diharapkan untuk menghafal sejumlah besar informasi tanpa memahami relevansi atau aplikasinya. Akibatnya, mereka tidak memiliki kemampuan untuk berpikir kritis, menganalisis konsep-konsep ilmiah yang kompleks, dan mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran.

3. Kurangnya keragaman dan inklusivitas dalam pendidikan sains

Selain kurangnya sumber daya dan terbatasnya aksesibilitas terhadap pendidikan yang berkualitas, masalah lain yang mendesak dalam paradigma pembelajaran sains modern adalah kurangnya keragaman dan inklusivitas. Pendidikan sains secara historis didominasi oleh representasi perspektif, budaya, dan identitas yang sempit. Pengucilan terhadap suara-suara yang beragam ini tidak hanya melanggengkan ketidaksetaraan sosial, tetapi juga menghambat kemajuan pengetahuan ilmiah (Siry, 2020). Untuk mengatasi masalah ini, kurikulum sains harus memasukkan suara-suara yang lebih luas, mengakui kontribusi dari kelompok-kelompok yang kurang terwakili, mendorong inklusivitas, dan mempromosikan akses yang adil terhadap pendidikan sains untuk semua siswa.

Komunitas yang secara historis terpinggirkan, termasuk perempuan dan minoritas, sering menghadapi hambatan untuk masuk, maju, dan diakui dalam bidang ilmiah. Kurangnya keragaman ini tidak hanya menghambat pemerataan pengetahuan ilmiah, tetapi juga membatasi perspektif dan gagasan yang berkontribusi pada penemuan-penemuan inovatif (Cwik & Singh, 2022). Dengan meningkatkan inklusivitas dan mempromosikan kesempatan yang sama bagi semua individu, komunitas ilmiah dapat mendorong inovasi dan mempercepat kemajuan.

4. Integrasi teknologi yang tidak memadai dalam pendidikan sains

Kurangnya integrasi teknologi dalam pendidikan sains. Terlepas dari manfaat yang tidak dapat disangkal dari penggabungan teknologi dalam pendidikan sains, ada kekurangan integrasi dalam paradigma pembelajaran modern. Kekurangan ini menghalangi siswa untuk sepenuhnya terlibat dalam proses pembelajaran dan membatasi eksposur mereka terhadap praktik ilmiah dunia nyata (Rayan dkk., 2023). Untuk mengatasi masalah ini, sangat penting bagi para pendidik untuk merangkul sumber daya teknologi dan memanfaatkannya secara efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah dan menumbuhkan keingintahuan dan keterampilan berpikir kritis mereka (Lindholm, 2018) (Noris dkk., 2022). Selain itu, para pendidik harus mendapatkan pelatihan dan dukungan yang tepat untuk mengintegrasikan teknologi secara efektif di kelas mereka, memastikan bahwa semua siswa memiliki akses yang sama ke alat pendidikan ini.

Dengan penggunaan simulasi virtual yang menarik dan dengan multimedia interaktif, siswa dapat memvisualisasikan konsep dan proses ilmiah yang kompleks dengan cara yang lebih aktif dan mendalam (Hager, 2020). Selain itu, integrasi teknologi juga memungkinkan pembelajaran yang dipersonalisasi, karena siswa dapat mengakses berbagai sumber daya dan alat digital yang memenuhi minat dan kebutuhan masing-masing (Mikropoulos & Iatraki, 2023). Hal ini mendorong pendekatan yang lebih berpusat pada siswa terhadap pendidikan, menumbuhkan

kemandirian dan pembelajaran mandiri. Misalnya, dengan memanfaatkan simulasi interaktif dan eksperimen virtual, siswa dapat secara aktif terlibat dalam proses ilmiah dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep ilmiah yang kompleks (Frøland dkk., 2020). Selain itu, teknologi dapat memberi siswa akses ke banyak sumber daya dan informasi, mengembangkan keterampilan penelitian independen dan memfasilitasi pengalaman belajar yang dipersonalisasi.

Penyelesaian masalah dalam paradigma pembelajaran sains modern membutuhkan upaya kolektif dari para pendidik, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan. Untuk meningkatkan pendidikan sains, solusi-solusi tersebut harus diimplementasikan di ruang kelas dan institusi pendidikan. Para pendidik harus mengadopsi metode pengajaran yang inovatif dan menggabungkan aplikasi dunia nyata untuk melibatkan siswa secara lebih efektif. Para pembuat kebijakan harus mengalokasikan sumber daya yang memadai dan mendukung inisiatif yang mempromosikan pendidikan sains. Para pemangku kepentingan, termasuk orang tua dan anggota masyarakat, harus secara aktif berpartisipasi dalam mengadvokasi pentingnya pendidikan sains dan mendorong siswa untuk menekuni bidang STEM (Dieker dkk., 2021). Melalui upaya kolaboratif inilah kita dapat memastikan masa depan yang lebih cerah untuk pendidikan sains dan membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk berkembang di dunia yang semakin ilmiah

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Paradigma pembelajaran sains modern dihadapkan pada beberapa masalah, termasuk kurangnya eksperimen langsung, penekanan berlebihan pada hafalan dan tes standar, kurangnya keragaman dan inklusivitas dalam kurikulum, serta integrasi teknologi yang belum memadai. Untuk mengatasi tantangan ini, pendidik sains perlu meningkatkan pengalaman langsung melalui sesi laboratorium praktis, memfokuskan penilaian pada pemahaman konsep dan keterampilan pemecahan masalah, serta memastikan representasi yang lebih luas dalam materi pembelajaran. Selain itu, integrasi teknologi yang efektif, seperti simulasi virtual dan multimedia interaktif, dapat meningkatkan pemahaman siswa, sementara pembelajaran yang dipersonalisasi dan inklusif dapat memberikan kesempatan yang setara bagi semua siswa. Dengan demikian, penerapan rekomendasi ini diharapkan dapat menghasilkan pendekatan pembelajaran sains yang lebih holistik, berpusat pada siswa, dan relevan dengan tuntutan masyarakat dan ilmu pengetahuan saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barab, S. A., & Hay, K. E. (2001). Doing science at the elbows of experts: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70–102. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200101\)38:1<70::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200101)38:1<70::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Barichello, T., Generoso, J. S., Singer, M., & Dal-Pizzol, F. (2022). Biomarkers for sepsis: More than just fever and leukocytosis—a narrative review. *Critical Care*, 26, 14. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03862-5>
- Boon, M., & Van Baalen, S. (2019). Epistemology for interdisciplinary research – shifting philosophical paradigms of science. *European Journal for Philosophy of Science*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.1007/s13194-018-0242-4>
- Brown, B. A., Reveles, J. M., & Kelly, G. J. (2005). Scientific literacy and discursive identity: A theoretical framework for understanding science learning. *Science Education*, 89(5), 779–802. <https://doi.org/10.1002/sce.20069>
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>

- Bruer, J. T. (1997). Education and the Brain: A Bridge Too Far. *Educational Researcher*, 26(8), 4–16. <https://doi.org/10.3102/0013189X026008004>
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2021). Imagery and Explanation in the Dynamics of Recall of Intuitive and Scientific Knowledge: Insights from Research on Children's Cosmologies. *Research in Science Education*, 51(6), 1593–1627. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09898-6>
- Cwik, S., & Singh, C. (2022). Developing an Innovative Sustainable Science Education Ecosystem: Lessons from Negative Impacts of Inequitable and Non-Inclusive Learning Environments. *Sustainability*, 14(18), 11345. <https://doi.org/10.3390/su141811345>
- Davis, N. T., Jo McCarty, B., Shaw, K. L., & Sidani-Tabbaa, A. (1993). Transitions from objectivism to constructivism in science education. *International Journal of Science Education*, 15(6), 627–636. <https://doi.org/10.1080/0950069930150601>
- Degeng, I. N. S. (1998). Mencari Paradigma Baru Pemecahan Masalah Belajar dari Keteraturan Menuju Kesemrawutan. *Makalah disajikan dalam Pidato Pengukuhan Guru Besar IKIP Malang*.
- Dieker, L., Butler, M., Ortiz, E., & Gao, S. (2021). Reflecting upon 30 Years of STEM Partnerships between Industry, University, and Public Schools: Past Lessons, Current Successes, and Future Dreams. *Education Sciences*, Query date: 2023-03-15 03:45:55. <https://www.mdpi.com/1373740>
- Duffy, S. A. B., Thomas. (2012). From Practice Fields to Communities of Practice. Dalam *Theoretical Foundations of Learning Environments* (2 ed.). Routledge.
- Edelson, D. C. (1998). Realising authentic science learning through the adaptation of scientific practice. *International handbook of science education*, 1, 317–331.
- Fenichel, M., & Schweingruber, H. A. (2010). Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments. Dalam *National Academies Press*. National Academies Press.
- Frøland, T. H., Heldal, I., Sjøholt, G., & Ersvær, E. (2020). Games on Mobiles via Web or Virtual Reality Technologies: How to Support Learning for Biomedical Laboratory Science Education. *Information*, 11(4), 195. <https://doi.org/10.3390/info11040195>
- Gallagher, C. J. (2003). Reconciling a Tradition of Testing with a New Learning Paradigm. *Educational Psychology Review*, 15(1), 83–99. <https://doi.org/10.1023/A:1021323509290>
- Gandolfi, H. E. (2018). Different People in Different Places: Secondary School Students' Knowledge About History of Science. *Science & Education*, 27(3–4), 259–297. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9971-1>
- Hager, K. (2020). Integrating technology to improve teacher preparation. *College Teaching*, Query date: 2023-03-15 03:45:55. <https://doi.org/10.1080/87567555.2020.1723475>
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Horvath, J. C., & Donoghue, G. M. (2016). A Bridge Too Far – Revisited: Reframing Bruer's Neuroeducation Argument for Modern Science of Learning Practitioners. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2016.00377>
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical Experience Enhances Science Learning. *Psychological Science*, 26(6), 737–749. <https://doi.org/10.1177/0956797615569355>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Levrini, O., & Fantini, P. (2013). Encountering Productive Forms of Complexity in Learning Modern Physics. *Science & Education*, 22(8), 1895–1910. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9587-4>
- Lindholm, M. (2018). Promoting Curiosity?: Possibilities and Pitfalls in Science Education. *Science & Education*, 27(9–10), 987–1002. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0015-7>
- Lipponen, L., Hakkarainen, K., & Paavola, S. (2004). Practices and Orientations of CSCL. Dalam J.-W. Strijbos, P. A. Kirschner, & R. L. Martens (Ed.), *What We Know About CSCL: And Implementing*

- It In Higher Education* (hlm. 31–50). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-7921-4_2
- Lüsse, M., Brockhage, F., Beeken, M., & Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1120–1142. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2067365>
- McCallie, E., Bell, L., Lohwater, T., Falk, J. H., Lehr, J. L., Lewenstein, B. V., Needham, C., & Wiehe, B. (2009). Many experts, many audiences: Public engagement with science and informal science education. *A CAISE Inquiry Group Report*, 1.
- Mikropoulos, T. A., & Iatraki, G. (2023). Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(4), 3911–3935. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9>
- Miller-Rushing, A., Primack, R., & Bonney, R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 285–290. <https://doi.org/10.1890/110278>
- Noris, M., Saputro, S., & Muzazzinah, M. (2022). The Virtual Laboratory Based on Problem Based Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 3(1), 35–47. <https://doi.org/10.12973/ejmse.3.1.35>
- Nugroho, K. Y. (2017). Constructivist Learning Paradigm as the Basis on Learning Model Development. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v11i4.6852>
- O'Neill, D. K. (2001). Knowing When You've Brought Them in: Scientific Genre Knowledge and Communities of Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 10(3), 223–264. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1003_1
- Osborne, J., Pimentel, D., Alberts, B., Allchin, D., Barzilai, S., Bergstrom, C., Coffey, J., Donovan, B., Dorph, R., Kivinen, K., Kozyreva, A., Perkins, K., Perlmutter, S., & Sam Wineburg. (2022). *Science Education in an Age of Misinformation*. Stanford University. https://policycommons.net/artifacts/2434623/science_education_in_an_age_of_misinformation/3456215/
- Osborne, M. (2013). Modern learning environments. *The CORE education blog*.
- Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2005). The Knowledge Creation Metaphor – An Emergent Epistemological Approach to Learning. *Science & Education*, 14(6), 535–557. <https://doi.org/10.1007/s11191-004-5157-0>
- Power, C. N. (1976). Competing paradigms in science education research. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(6), 579–587. <https://doi.org/10.1002/tea.3660130619>
- Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET Simulations into Elementary Science Education: A Qualitative Analysis. *Education Sciences*, 13(9), 884. <https://doi.org/10.3390/educsci13090884>
- Sfard, A. (1998). On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. *Educational Researcher*, 27(2), 4–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X027002004>
- Siry, C. (2020). Dialogic Pedagogies and Multimodal Methodologies: Working Towards Inclusive Science Education and Research. *Asia-Pacific Science Education*, 6(2), 346–363. <https://doi.org/10.1163/23641177-BJA10017>
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C., & Hennessey, M. G. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. *Cognition and Instruction*, 18(3), 349–422. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1803_3

- Tan, S. C., Yeo, A. C. J., & Lim, W. Y. (2005). Changing Epistemology of Science Learning through Inquiry with Computer-Supported Collaborative Learning. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(4), 367–386.
- Thaariq, Z. Z. A. (2022). *Media Pembelajaran Abad 21* (D. Kuswandi, Ed.). Pena Persada.
- Thaariq, Z. Z. A., & Wedi, A. (2020). Model Adaptive Blended Curriculum (ABC) sebagai Inovasi Kurikulum dalam Upaya Mendukung Pemerataan Pendidikan. *Jurnal Kiprah*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v8i2.2002>
- Trindade, J., Fiolhais, C., & Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: A descriptive study. *British Journal of Educational Technology*, 33(4), 471–488. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00283>
- Tsivitanidou, O., & Ioannou, A. (2020). Citizen Science, K-12 science education and use of technology: A synthesis of empirical research. *Journal of Science Communication*, 19(04), V01. <https://doi.org/10.22323/2.19040901>
- Vapnik, V., & Vashist, A. (2009). A new learning paradigm: Learning using privileged information. *Neural Networks*, 22(5), 544–557. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2009.06.042>
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The Best of Two Worlds: A Systematic Review on Combining Real and Virtual Experiments in Science Education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911–952. <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>
- Yeo, J., & Tan, S. C. (2014). Redesigning problem-based learning in the knowledge creation paradigm for school science learning. *Instructional Science*, 42(5), 747–775. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9317-6>
- Yu, J., Li, C., & Li, G. (2022). Alignment between biology curriculum standards and five textbook editions: A content analysis. *International Journal of Science Education*, 44(14), 1–20. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2119621>