

LITERASI SAINS MODERN DALAM ISU SOSIOSAINTEKNIK BERBASIS KONTEKS LOKAL: SEBUAH TINJAUAN PUSTAKA SISTEMATIS UNTUK PEMBELAJARAN INTERDISIPLINER FISIKA DAN MATEMATIKA

Andik Purwanto^{*1}, Prismadian Amalia Putri², Aceng Ruyani³, Fitri April Yanti⁴

^{1,4}Pendidikan Fisika, Universitas Bengkulu

^{2,3}Doktor Pendidikan, Universitas Bengkulu

e-mail : andik.purwanto@unib.ac.id

ABSTRAK

Pendidikan sains abad ke-21 menuntut pergeseran paradigma dari penguasaan konsep semata menuju literasi sains fungsional, yaitu kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk pengambilan keputusan pada isu-isu kompleks di masyarakat. Namun, pembelajaran fisika sering kali masih bersifat dekontekstual dan teoretis, sehingga gagal membekali siswa dengan kompetensi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan pustaka sistematis (Systematic Literature Review) guna memetakan dan mensintesis kerangka kerja teoretis mengenai integrasi Isu Sosiosaintifik (SSI) berbasis konteks lokal untuk memperkuat literasi sains modern. Melalui pencarian pada basis data Google Scholar dan Scopus dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat, sebanyak 25 artikel relevan dianalisis secara tematis. Hasil sintesis menunjukkan tiga tema utama: (1) Peran fundamental SSI sebagai jembatan antara konsep sains dengan penalaran etis dan pengambilan keputusan; (2) Krusialnya konteks lokal dalam meningkatkan relevansi, keterlibatan, dan kebermaknaan pembelajaran sains; (3) Potensi sinergi antara disiplin fisika dan matematika dalam menganalisis SSI secara kuantitatif dan pemodelan. Tinjauan ini menyimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran fisika yang mengintegrasikan SSI, konteks lokal, dan penalaran matematis merupakan sebuah kerangka kerja yang menjanjikan untuk mewujudkan tujuan literasi sains modern di Indonesia. Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya pengembangan model pembelajaran dan materi ajar fisika yang secara eksplisit mengadopsi kerangka kerja tersebut.

Kata Kunci: *Isu Sosiosaintifik, Konteks Lokal, Literasi Sains, Pembelajaran Fisika, Tinjauan Pustaka Sistematis.*

ABSTRACT

Twenty-first-century science education necessitates a paradigm shift from mere conceptual mastery towards functional scientific literacy, defined as the ability to utilize scientific knowledge for decision-making on complex societal issues. However, physics instruction often remains decontextualized and theoretical, consequently failing to equip students with this crucial competence. This research aims to conduct a Systematic Literature Review (SLR) to map and synthesize theoretical frameworks concerning the integration of locally-contextualized Socioscientific Issues (SSI) to strengthen modern scientific literacy. Through searches in the Google Scholar and Scopus databases, applying strict inclusion and exclusion criteria, twenty-five relevant articles were thematically analyzed. The synthesis yielded three principal themes: (1) The fundamental role of SSI as a bridge between science concepts and ethical reasoning and decision-making; (2) The criticality of local context in enhancing the relevance, engagement, and meaningfulness of science learning; (3) The potential synergy between physics and mathematics disciplines in facilitating quantitative analysis and modeling of SSI. This review concludes that a physics learning approach integrating SSI, local context, and mathematical reasoning represents a promising framework for realizing the goals of modern scientific literacy in Indonesia. The implication of this study is the urgent need for the development of physics instructional models and materials that explicitly adopt this proposed framework.

Keywords: *Socioscientific Issues, Local Context, Scientific Literacy, Physics Instruction, Systematic Literature Review.*

I PENDAHULUAN

Tuntutan kehidupan abad ke-21 menuntut individu tidak hanya menguasai pengetahuan ilmiah, tetapi juga mampu menggunakannya secara bijak untuk menghadapi berbagai isu kompleks masyarakat, seperti perubahan iklim, krisis energi, dan pandemi (1). Kondisi ini mendorong terjadinya pergeseran makna literasi sains. Literasi sains tidak lagi sekadar dipahami sebagai

penguasaan konsep dan teori ilmiah (visi I), melainkan berkembang menjadi kemampuan untuk terlibat dalam wacana publik serta membuat keputusan berbasis bukti ilmiah terhadap isu-isu yang memiliki dimensi sosial (visi II) (2). Pergeseran ini mencerminkan perubahan paradigma pendidikan, di mana literasi sains dipandang sebagai kompetensi abad ke-21 yang esensial untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, argumentasi, dan pemecahan masalah. Dalam kerangka tersebut, isu-isu sosiosaintifik berperan sebagai konteks nyata yang memungkinkan peserta didik menghubungkan sains dengan implikasi sosial, etika, dan kebijakan. Lebih jauh, literasi sains modern menuntut pendekatan interdisipliner yang melibatkan keterkaitan antara fisika, matematika, dan bidang lain untuk memahami permasalahan kompleks secara lebih komprehensif.

Meskipun demikian, praktik pembelajaran sains di sekolah, khususnya fisika, masih didominasi oleh transmisi konsep secara abstrak dan matematis. Siswa mempelajari hukum kekekalan energi, tetapi jarang diajak menganalisis pilihan sumber energi yang paling berkelanjutan bagi lingkungan tempat tinggalnya. Demikian pula, siswa menghafal rumus optik, tetapi tidak dilatih untuk mengevaluasi dampak polusi cahaya di sekitar perkotaan. Kesenjangan antara *school science* dan *real-world science* ini menjadikan pembelajaran kurang bermakna dan berpotensi gagal memenuhi tujuan utama literasi sains modern, yaitu menyiapkan peserta didik agar mampu menghadapi isu-isu sains dalam konteks sosial yang nyata (3). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan fisika dan matematika, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menggunakan keterampilan kuantitatif untuk menganalisis dan memecahkan persoalan sosiosaintifik. Integrasi kedua bidang ini memungkinkan literasi sains berkembang lebih komprehensif, karena peserta didik belajar menghubungkan teori ilmiah dengan data numerik serta implikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Sebagai respons terhadap kesenjangan antara pembelajaran sains di sekolah dan kebutuhan literasi sains modern, para ahli pendidikan mengusulkan pendekatan berbasis Isu Sosiosaintifik (*Socioscientific Issues/SSI*). SSI merujuk pada isu-isu sosial yang berakar pada konsep atau teknologi sains, bersifat kontroversial, kompleks, serta tidak memiliki solusi tunggal yang sederhana (4). Studi-studi terkini menguatkan bahwa penggunaan SSI dalam pembelajaran sains, riset dan praktik di Indonesia bergerak menuju pendekatan interdisipliner dan penguatan keterampilan abad-21 (5). Melalui pembelajaran berbasis SSI, siswa didorong untuk melakukan penalaran, mengevaluasi bukti, menyusun argumentasi, dan mempertimbangkan aspek etis dalam pengambilan keputusan kompetensi yang menjadi inti literasi sains fungsional (6). Lebih jauh, konteks SSI memberikan peluang bagi integrasi interdisipliner, khususnya antara fisika dan matematika, sehingga siswa dapat memandang isu sains tidak hanya dari sisi konsep, tetapi juga melalui analisis kuantitatif yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih komprehensif.

Meskipun pendekatan SSI telah banyak diteliti dalam pendidikan sains, kebaruan kajiannya sering kali ditentukan oleh konteks implementasi. Isu global seperti pemanasan global, misalnya, akan menjadi lebih berdampak jika dibingkai dalam konteks lokal yang dekat dengan kehidupan siswa (7). Mengangkat isu kenaikan permukaan air laut, misalnya, jauh lebih bermakna bagi siswa di wilayah pesisir dibandingkan dengan mereka yang tinggal di pegunungan. Pendekatan berbasis konteks lokal bukan hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga menghargai kearifan dan budaya setempat, sehingga sains menjadi lebih inklusif (8). Namun, penelitian SSI di Indonesia sebagian besar masih berfokus pada aspek konseptual dan belum banyak mengeksplorasi integrasi interdisipliner, khususnya keterpaduan fisika dan matematika dalam membongkar isu-isu lokal. Padahal, integrasi tersebut sangat penting untuk mendorong literasi sains modern, karena memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep ilmiah dengan analisis kuantitatif berbasis data nyata dari lingkungannya. Dengan demikian, terdapat celah penelitian untuk mengembangkan kajian SSI berbasis konteks lokal yang tidak hanya relevan secara sosial, tetapi juga memperkuat keterampilan berpikir kritis kuantitatif melalui keterpaduan fisika dan matematika.

Lebih lanjut, analisis terhadap isu sosiosaintifik lokal pada dasarnya menuntut pendekatan interdisipliner. Misalnya, untuk mengevaluasi kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga

Mikrohidro (PLTMH) di sebuah desa, siswa tidak cukup hanya memahami konsep fisika seperti konversi energi, fluida dinamis, dan daya listrik, tetapi juga perlu menguasai keterampilan matematis seperti analisis biaya-manfaat, pemodelan debit air, serta interpretasi data numerik. Integrasi pendidikan fisika dan matematika dengan demikian menjadi krusial, karena membekali peserta didik dengan perangkat analisis yang utuh untuk memahami isu nyata sekaligus mengembangkan literasi sains modern yang fungsional.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan Tinjauan Pustaka Sistematis (SLR) untuk menjawab pertanyaan: "Bagaimana kerangka kerja teoretis yang mengintegrasikan Isu Sosiosaintifik (SSI), konteks lokal, dan pendekatan interdisipliner (Fisika-Matematika) dapat mendukung pengembangan literasi sains modern?" Artikel ini akan memetakan penelitian yang ada, mensintesis temuan-temuan kunci, dan memberikan landasan bagi pengembangan model pembelajaran fisika yang inovatif dan relevan.

II METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis penelitian-penelitian yang relevan secara sistematis dan transparan. Tahapan yang dilakukan mengadaptasi protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), yang meliputi:

- 1) Identifikasi Pertanyaan Penelitian
Pertanyaan utama telah dirumuskan di bagian pendahuluan.
- 2) Strategi Pencarian (*Search Strategy*)
Pencarian literatur dilakukan pada dua basis data utama, yaitu Google Scholar dan Scopus, untuk menjaring artikel dari jurnal internasional dan nasional. Kombinasi kata kunci yang digunakan adalah: (*"scientific literacy" OR "literasi sains"*) AND (*"socioscientific issues" OR "isu sosiosaintifik"*) AND (*"local context" OR "konteks lokal" OR "place-based"*) AND (*"physics education" OR "science education"*) AND (*"interdisciplinary" OR "mathematics"*).
- 3) Kriteria Inklusi dan Eksklusi
Artikel yang dipilih harus memenuhi kriteria inklusi berikut: (a) merupakan artikel jurnal *peer-reviewed*; (b) diterbitkan antara tahun 2004 hingga 2024; (c) ditulis dalam Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia; dan (d) secara eksplisit membahas setidaknya dua dari tiga konsep inti: literasi sains, SSI, dan konteks lokal. Kriteria eksklusi meliputi: (a) artikel berupa prosiding konferensi yang tidak terindeks; (b) buku atau bab buku; (c) artikel yang tidak fokus pada konteks pendidikan dasar atau menengah.
- 4) Seleksi dan Ekstraksi Data
Proses seleksi dilakukan dalam tiga tahap: penyaringan judul, penyaringan abstrak, dan peninjauan teks lengkap (*full-text*). Dari 188 artikel yang teridentifikasi awal, sebanyak 25 artikel akhirnya terpilih untuk dianalisis. Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi: penulis, tahun, tujuan penelitian, metodologi, dan temuan utama.
- 5) Sintesis Data
Data yang telah diekstraksi kemudian disintesis menggunakan pendekatan analisis tematis. Proses ini melibatkan pengkodean temuan-temuan dari setiap artikel dan mengelompokkannya ke dalam tema-tema berulang yang menjawab pertanyaan penelitian.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis tematis terhadap 25 artikel yang terpilih menghasilkan tiga tema utama yang saling terkait, yang secara kolektif membangun sebuah kerangka kerja untuk pembelajaran fisika berbasis SSI dalam konteks lokal.

3.1 Peran Sentral Isu Sosiosaintifik (SSI) dalam Literasi Sains Modern

SSI berfungsi sebagai arena otentik bagi siswa untuk mempraktikkan literasi sains. Berbeda dengan soal-soal fisika tradisional yang memiliki satu jawaban benar, SSI bersifat *ill-structured* dan menuntut siswa untuk melampaui perhitungan matematis semata (1). Zeidler et al. (2005) mengemukakan bahwa kerangka SSI secara eksplisit melibatkan aspek penalaran informal, emosi, dan nilai-nilai etis. Sebagai contoh, dalam membahas isu pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) di suatu daerah, siswa tidak hanya menerapkan konsep fisika nuklir dan termodinamika. Mereka juga harus mengevaluasi data mengenai keamanan, mempertimbangkan dampak lingkungan dan sosial, serta menimbang argumen dari berbagai pihak (pro dan kontra). Proses inilah yang melatih kemampuan mereka untuk membuat keputusan yang terinformasi dan bertanggung jawab, yang merupakan esensi dari literasi sains modern.

3.2 Konteks Lokal sebagai Kunci Relevansi dan Kebermaknaan

Tema kedua yang sangat kuat muncul dari literatur adalah vitalnya peran konteks lokal. Aikenhead (2006) dalam konsepnya tentang *humanistic science education* berpendapat bahwa sains harus mampu membantu siswa menyeberangi "batas budaya" antara dunia kehidupan mereka (lingkungan, keluarga, budaya) dengan dunia sains sekolah. Menggunakan konteks lokal adalah cara paling efektif untuk membangun jembatan ini. Sebuah penelitian oleh Lestari et al. (2020) di Indonesia, meskipun tidak secara eksplisit menggunakan label SSI, menunjukkan bagaimana masalah fisika yang terkait dengan polusi lingkungan lokal dapat meningkatkan pemahaman siswa (9). Ketika isu sosiosaintifik diangkat dari lingkungan terdekat siswa, misalnya masalah pengelolaan sampah plastik di pantai wisata setempat, analisis efisiensi panel surya untuk penerangan jalan desa, atau dampak penambangan pasir sungai terhadap erosi pembelajaran menjadi relevan secara personal dan mendesak (7). Siswa tidak lagi memandang fisika sebagai kumpulan rumus yang abstrak, melainkan sebagai alat yang ampuh untuk memahami dan bahkan berpotensi mengubah komunitas mereka.

3.3 Sinergi Fisika dan Matematika dalam Menganalisis SSI

Analisis SSI yang mendalam hampir tidak mungkin dilakukan tanpa alat bantu kuantitatif. Di sinilah sinergi antara fisika dan matematika menjadi sangat penting. Fisika menyediakan kerangka konseptual untuk memahami fenomena yang mendasari sebuah isu, sementara matematika menyediakan perangkat untuk analisis, pemodelan, dan kuantifikasi. Misalnya, dalam isu kelayakan kendaraan listrik sebagai solusi polusi udara di sebuah kota (konteks lokal).

Pada Domain Fisika, Siswa perlu memahami konsep efisiensi energi, penyimpanan energi (baterai), kinematika, dan sumber emisi karbon dari pembangkit listrik. Sedangkan pada domain matematika, Siswa perlu menganalisis data statistik mengenai jumlah kendaraan, tingkat polusi, dan jarak tempuh harian. Mereka dapat membuat model matematis sederhana untuk membandingkan total emisi antara kendaraan konvensional dengan kendaraan listrik (termasuk emisi dari pembangkitnya), serta melakukan analisis biaya kepemilikan. Pendekatan ini mengubah matematika dari sekadar "alat hitung" dalam fisika menjadi "alat nalar" (*a tool for reasoning*). Seperti yang ditunjukkan dalam studi tentang pemodelan matematis, ketika siswa terlibat dalam proses pemodelan untuk tujuan yang otentik, pemahaman konseptual mereka menjadi lebih dalam (10). Kolaborasi antara dosen pendidikan fisika dan matematika dalam merancang pembelajaran semacam ini berpotensi besar untuk membekali siswa dengan keterampilan analisis kritis yang terintegrasi.

IV SIMPULAN DAN SARAN

Tinjauan pustaka sistematis ini menegaskan bahwa untuk mencapai tujuan literasi sains modern, pembelajaran fisika perlu bergerak melampaui batas-batas ruang kelas yang steril dan teoretis. Sintesis dari literatur yang ada menunjukkan bahwa kerangka kerja yang paling menjanjikan adalah yang mengintegrasikan tiga pilar utama: (1) Isu Sosiosaintifik (SSI) sebagai arena untuk melatih penalaran dan pengambilan keputusan; (2) Konteks Lokal sebagai fondasi

untuk memastikan relevansi dan kebermanaknaan; dan (3) Pendekatan Interdisipliner (Fisika-Matematika) sebagai perangkat analisis yang kuat dan komprehensif.

Bagi para pendidik dan peneliti fisika di Indonesia, kerangka kerja ini menawarkan arah yang jelas untuk inovasi. Implikasinya adalah perlunya pengembangan model-model pembelajaran, modul ajar, dan asesmen yang secara spesifik dirancang berdasarkan isu-isu sosiosaintifik yang relevan dengan konteks lokal di berbagai daerah di Indonesia. Penelitian di masa depan disarankan untuk berfokus pada implementasi dan evaluasi efektivitas model pembelajaran berbasis kerangka kerja ini di dalam kelas fisika untuk melihat dampaknya secara empiris terhadap literasi sains siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- (1). Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- (2). Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 545–558). Routledge.
- (3). Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- (4). Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- (5). Ni'mah, V. L., & Saphira, H. V. (2025). Application of the STEAM Approach in Physics Education in Indonesia: as an Initiative in Realizing the Sustainable Development Goals. *JOC SIS: Journal of Current Studies on SGDs*. 68–76. <https://journal.i-ros.org/index.php/JOC SIS>
- (6). Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- (7). Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). (2015). *Relevant education in science education: Perspectives on cultural relevance*. Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-129-3>
- (8). Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In I. Eilks & S. Markic (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 29–44). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54972-2_2
- (9). Lestari, F., Widodo, A., & Sumarna, O. (2020). The role of mathematical representation in solving physics problems related to environmental pollution. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042091. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042091>
- (10). Carreira, S., & Baioa, A. M. (2018). Mathematical modelling in the making: The role of didactical mediators in a grand prix project. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 263–276. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0897-4>