

Transformasi pembelajaran sains berbasis isu perubahan iklim di SMA



Iqbal Radetyo^{a*}, Husamah^b

^a Magister Pedagogi/Universitas Muhammadiyah Malang

^b Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang

* Email penulis korespondensi: iqbal_radetyo@hotmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim merupakan krisis ekologis abad ke-21 yang menuntut transformasi pembelajaran sains dari penguasaan konsep menuju penguatan literasi iklim dan perilaku berkelanjutan pada siswa SMA. Tulisan ini bertujuan (1) menegaskan urgensi pendidikan perubahan iklim, (2) memetakan pendekatan pembelajaran sains berorientasi keberlanjutan, dan (3) merumuskan model konseptual integratif untuk membangun siswa yang *eco-literate* (melek ekologi dan siap bertindak). Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis terhadap artikel jurnal nasional dan internasional bereputasi yang terbit dalam sepuluh tahun terakhir, dengan fokus pada *climate change education*, *Education for Sustainable Development (ESD)*, dan inovasi pedagogi sains. Hasil sintesis menunjukkan bahwa integrasi isu perubahan iklim secara autentik dalam pembelajaran sains dapat menguatkan literasi ilmiah, kesadaran ekologis, penalaran berbasis bukti, serta agensi siswa (kemampuan mengambil peran dan keputusan). Penguatan tersebut lebih efektif ketika didukung strategi kontekstual, *problem-based*, dan kolaboratif melalui *project-based learning*, *inquiry*, pemanfaatan data lokal, serta media interaktif yang mendorong aksi dan refleksi. Berdasarkan temuan ini, diusulkan model konseptual dengan tahapan observasi-refleksi-aksi-publikasi disertai penilaian autentik (portofolio, jurnal reflektif, presentasi) untuk memastikan keterkaitan pengetahuan-nilai-tindakan. Implikasinya, guru perlu diposisikan sebagai fasilitator literasi iklim dan penggerak budaya sekolah hijau agar pembelajaran sains menjadi transformatif dan relevan dengan agenda keberlanjutan.

Kata kunci: perubahan iklim; pembelajaran sains; keberlanjutan; literasi iklim; *eco-literate students*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan krisis ekologis abad ke-21 yang berdampak pada stabilitas ekosistem dan keberlanjutan kehidupan. Dalam konteks pendidikan, tantangan ini menuntut pembelajaran sains yang tidak berhenti pada pemahaman konsep, tetapi membangun literasi iklim dan kemampuan menilai persoalan lingkungan berbasis bukti (Hakim et al., 2023; Nugroho, 2020). Namun, pembelajaran sains di SMA masih sering berorientasi pada penguasaan materi teoretis sehingga isu socio-saintifik seperti perubahan iklim belum

terintegrasi secara autentik. Akibatnya, siswa berisiko memahami sains sebagai pengetahuan “di kelas” yang terpisah dari realitas ekologis di sekitarnya dan belum berkembang kesiapan untuk merespons isu iklim secara bertanggung jawab (Hariyono et al., 2024; Ramos et al., 2022).

Pemecahan masalah tersebut menuntut transformasi pembelajaran sains melalui integrasi pendidikan perubahan iklim secara sistematis dan berorientasi keberlanjutan. Integrasi dimaknai bukan sekadar menambah topik, melainkan merancang pengalaman belajar yang menghubungkan pengetahuan, nilai, dan aksi. Secara operasional, transformasi dapat dilakukan melalui: (a) pemanfaatan konteks lokal sebagai pintu masuk konsep sains, (b) pelatihan argumentasi dan pengambilan keputusan berbasis data, serta (c) fasilitasi aktivitas belajar yang mendorong partisipasi dan refleksi siswa sebagai dasar tindakan mitigatif (Duram, 2021; Powers et al., 2021).

Kajian mutakhir menempatkan *Education for Sustainable Development (ESD)* dan *climate change education* sebagai kerangka strategis untuk mentransformasikan pembelajaran sains agar relevan dengan agenda keberlanjutan (Huang & Asghar, 2021; Perwitasari et al., 2023). Berbagai temuan menunjukkan pendekatan kontekstual, *problem-based*, dan kolaboratif lebih efektif dalam meningkatkan relevansi belajar, literasi ilmiah, dan kesadaran ekologis siswa, terutama ketika didukung *project-based learning* dan *inquiry*, pemanfaatan data lokal, serta media interaktif (Nurhidayati et al., 2024; Wibowo et al., 2024). Meski demikian, celah penting masih terlihat: praktik pembelajaran kerap berhenti pada pemahaman konseptual dan belum konsisten menuntun siswa menuju aksi yang terarah dan refleksi yang terstruktur (Ramos et al., 2022; Salinas et al., 2022). Karena itu, diperlukan sintesis konseptual yang merangkum temuan-temuan kunci sekaligus menawarkan model integratif yang mudah dioperasionalkan guru.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penulisan ini adalah: (1) menegaskan urgensi pendidikan perubahan iklim dalam pembelajaran sains SMA, (2) memetakan pendekatan pembelajaran sains berorientasi keberlanjutan berdasarkan kajian terkini, dan (3) merumuskan model konseptual integratif berbasis tahapan observasi-refleksi-aksi-publikasi disertai penilaian autentik untuk memperkuat keterkaitan pengetahuan-nilai-tindakan dalam pembelajaran sains.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode **studi literatur sistematis** untuk mengkaji integrasi pendidikan perubahan iklim dalam pembelajaran sains di SMA. Sumber data berupa artikel jurnal nasional dan internasional bereputasi yang terbit dalam **sepuluh tahun terakhir**, dipilih berdasarkan relevansinya dengan topik *climate change education*, *Education for Sustainable Development (ESD)*, dan inovasi pedagogi sains berorientasi keberlanjutan. Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran basis data ilmiah dengan kata kunci terkait pembelajaran sains, perubahan iklim, dan keberlanjutan. Artikel yang terpilih dianalisis menggunakan **analisis tematik**, meliputi identifikasi konsep kunci, pendekatan pembelajaran, serta temuan utama yang berkaitan dengan penguatan literasi iklim dan pembelajaran berbasis

aksi. Hasil analisis selanjutnya disintesis untuk merumuskan **model konseptual integratif** yang menghubungkan dimensi pengetahuan, nilai, dan tindakan dalam pembelajaran sains.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Integrasi Pendidikan Perubahan Iklim dalam Pembelajaran Sains

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa integrasi pendidikan perubahan iklim dalam pembelajaran sains di SMA merupakan kebutuhan pedagogis yang mendesak. Berbagai studi melaporkan bahwa pembelajaran sains yang hanya berfokus pada penguasaan konsep kurang efektif dalam membangun pemahaman siswa terhadap isu perubahan iklim yang bersifat kompleks dan multidimensional (Hakim et al., 2023; Nugroho, 2020). Integrasi yang dimaksud tidak sekadar memasukkan topik perubahan iklim sebagai materi tambahan, tetapi menempatkannya sebagai konteks pembelajaran yang mengaitkan konsep sains dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar siswa. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan literasi ilmiah dan kesadaran ekologis siswa karena mendorong mereka menalar hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan dampak lingkungan secara berbasis bukti (Hariyono et al., 2024; Ramos et al., 2022).

Pendekatan Pembelajaran Sains Berorientasi Keberlanjutan

Temuan kajian juga menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berorientasi keberlanjutan lebih efektif ketika menggunakan strategi kontekstual, *problem-based*, dan kolaboratif. Kerangka *Education for Sustainable Development* (ESD) memberikan landasan konseptual yang kuat untuk mentransformasikan pembelajaran sains menjadi lebih relevan dengan tantangan global (Huang & Asghar, 2021; Perwitasari et al., 2023). Strategi seperti *project-based learning* dan *inquiry learning* dilaporkan mampu meningkatkan keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, serta penalaran berbasis data dalam konteks isu lingkungan (Nurhidayati et al., 2024; Wibowo et al., 2024). Selain itu, pemanfaatan data lokal dan media interaktif memperkuat pengalaman belajar autentik dan mendorong refleksi siswa terhadap kondisi ekologis di sekitarnya (Duram, 2021). Meskipun demikian, sejumlah penelitian mengindikasikan bahwa implementasi di sekolah masih sering berhenti pada pemahaman konseptual dan belum secara konsisten mengarahkan siswa pada tindakan nyata yang berkelanjutan (Salinas et al., 2022).

Model Konseptual Pembelajaran Sains Berbasis Perubahan Iklim

Berdasarkan sintesis temuan, dirumuskan model konseptual pembelajaran sains berbasis perubahan iklim yang mengintegrasikan tahapan **observasi-refleksi-aksi-publikasi**. Tahap observasi mendorong siswa mengidentifikasi fenomena iklim melalui data dan konteks lokal, sedangkan refleksi memfasilitasi analisis kritis dan penalaran ilmiah. Tahap aksi diarahkan pada perancangan solusi atau tindakan mitigatif berbasis sains, dan publikasi berfungsi sebagai sarana komunikasi ilmiah sekaligus penguatan tanggung jawab sosial siswa (Miterianifa & Mawarni, 2024; Powers et al., 2021). Model ini diperkuat dengan penilaian autentik berupa portofolio, jurnal reflektif, dan presentasi untuk memastikan keterkaitan antara pengetahuan, nilai, dan tindakan. Dengan demikian, pembelajaran sains tidak hanya meningkatkan capaian kognitif, tetapi juga membentuk literasi iklim dan kesiapan siswa bertindak sebagai individu yang peduli dan bertanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa integrasi pendidikan perubahan iklim dalam pembelajaran sains di SMA merupakan kebutuhan pedagogis yang mendesak untuk merespons tantangan keberlanjutan. Pembelajaran sains yang berorientasi pada penguasaan konsep semata terbukti kurang memadai dalam membangun literasi iklim, penalaran berbasis bukti, dan kesiapan siswa untuk bertindak secara bertanggung jawab terhadap isu lingkungan. Integrasi yang autentik, melalui pendekatan kontekstual, *problem-based*, dan kolaboratif, mampu memperkuat keterkaitan antara pengetahuan ilmiah, kesadaran ekologis, dan pengambilan keputusan siswa.

Kajian ini menunjukkan bahwa penerapan kerangka *Education for Sustainable Development* (ESD) yang didukung strategi seperti project-based learning, inquiry learning, pemanfaatan data lokal, serta media interaktif efektif meningkatkan relevansi pembelajaran sains dan mendorong pengalaman belajar berbasis aksi dan refleksi. Berdasarkan sintesis temuan, dirumuskan model konseptual pembelajaran sains berbasis perubahan iklim dengan tahapan observasi-refleksi-aksi-publikasi yang diperkuat melalui penilaian autentik. Model ini berpotensi menjadi rujukan operasional bagi guru dalam merancang pembelajaran sains yang transformatif dan berorientasi keberlanjutan.

Sebagai saran, guru sains perlu memanfaatkan isu perubahan iklim sebagai konteks pembelajaran yang terintegrasi dan bermakna, bukan sebagai materi tambahan. Selain itu, diperlukan penelitian lanjutan yang bersifat empiris untuk menguji implementasi dan efektivitas model konseptual yang diusulkan dalam berbagai konteks sekolah. Penguatan dukungan kebijakan sekolah dan pengembangan kompetensi guru juga menjadi faktor kunci agar pembelajaran sains berorientasi keberlanjutan dapat diimplementasikan secara konsisten dan berdampak jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan akademik dalam penyusunan tulisan ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada para peneliti dan akademisi yang karya-karyanya menjadi rujukan utama dalam kajian ini, serta kepada rekan sejawat yang telah memberikan masukan dan diskusi konstruktif selama proses penulisan. Apresiasi juga disampaikan kepada penyelenggara Seminar Nasional Pendidikan Biologi atas kesempatan yang diberikan untuk mempresentasikan dan mempublikasikan karya ilmiah ini.

REFERENSI

- Duram, L. A. (2021). Teaching a Social Science Course on Climate Change: Suggestions for Active Learning. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 102(8), E1494–E1498. <https://doi.org/10.1175/bams-d-21-0035.1>
- Hakim, A., Efwinda, S., Damayanti, P., Syam, M. R. A., Mutmainah, O., & Norsaputra, A. (2023). Improving Climate Literacy of High School Students Through Physics Teaching Materials Based on STEM. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 12(4), 526–537. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.43188>

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- Hariyono, E., Prahamani, B. K., Utama, J. A., & Mais, A. (2024). The Science Education Students' Understanding About Global Climate Change Issues in Indonesia. *Kne Social Sciences*.
<https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.16004>
- Huang, Y.-S., & Asghar, A. (2021). The Political Initiative of Taiwan's Education for Sustainable Development: Looking Through the Lens of Chinese Legalism. *Policy Futures in Education*, 19(8), 925–949. <https://doi.org/10.1177/1478210321995650>
- Miterianifa, M., & Mawarni, M. F. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Literasi Lingkungan Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Kesadaran Lingkungan. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 7(1), 68–73. <https://doi.org/10.24246/juses.v7i1p68-73>
- Nugroho, A. W. (2020). What Students Know About Climate Change? A Case Study of High School Students in Samboja, Indonesia. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 487(1), 12001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/487/1/012001>
- Nurhidayati, S., Safnowandi, Khaeruman, & Sukri, A. (2024). The Design of Project-Based Learning Model Based on Local Potential and Social Constructive Investigation and Its Impact on Students' Green Behavior. *Perspectives of Science and Education*, 67(1), 201–216. <https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.11>
- Perwitasari, S. I., Hariyono, E., & Susantini, E. (2023). Implementation of ESD (Education for Sustainable Development) in Climate Change Learning: A Literature Review. *Ijorer International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 399–415.
<https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i4.317>
- Powers, S. E., DeWaters, J., & Dhaniyala, S. (2021). Climate Literacy—Imperative Competencies for Tomorrow's Engineers. *Sustainability*, 13(17), 9684.
<https://doi.org/10.3390/su13179684>
- Ramos, R., Rodrigues, M. J., & Rodrigues, I. (2022). *Contributions of Climate Change Research to the Implementation of the 2030 Agenda*. 1, 3289–3295.
<https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0805>
- Salinas, I., Guerrero, G., Satlov, M., & Hidalgo, P. (2022). Climate Change in Chile's School Science Curriculum. *Sustainability*, 14(22), 15212.
<https://doi.org/10.3390/su142215212>
- Wibowo, A., Utaya, S., Wahjoedi, W., Zubaidah, S., Amin, S., & Prasad, R. R. (2024). Critical Thinking and Collaboration Skills on Environmental Awareness in Project-Based Science Learning. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 13(1), 103–115.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v13i1.48561>