

INTEGRASI PENDIDIKAN MITIGASI BENCANA BERBASIS FENOMENA ATMOSFER DALAM PEMBELAJARAN IPA: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Tiwi Kusuma Wardani¹, Ika Dewi Anggraini^{2*}, Maulidina Amiroh³, Zahra Aulia Putri⁴, Rizky Ramadhani⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

*E-mail: 24030654119@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Fenomena atmosfer seperti banjir, kekeringan, cuaca ekstrem, dan perubahan iklim merupakan bagian dari permasalahan lingkungan yang semakin dekat dengan kehidupan peserta didik. Kondisi ini menunjukkan pentingnya integrasi pendidikan mitigasi bencana dalam pembelajaran IPA agar peserta didik tidak hanya memahami konsep sains, tetapi juga memiliki kesadaran terhadap risiko bencana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi pendidikan mitigasi bencana berbasis fenomena atmosfer dalam pembelajaran IPA melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Sumber data penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari Google Scholar, ERIC, dan ScienceDirect. Data dikumpulkan melalui tahap identifikasi, penyaringan, seleksi kelayakan, dan penetapan artikel terpilih, kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis isi. Hasil kajian menunjukkan bahwa penelitian pada topik ini mengalami peningkatan dalam lima tahun terakhir. Model pembelajaran yang banyak digunakan meliputi Problem Based Learning, Project Based Learning, Inquiry Learning, dan pendekatan Socio-Scientific Issues yang terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, literasi sains, berpikir kritis, kesadaran risiko, dan kesiapsiagaan peserta didik.

Kata Kunci: mitigasi bencana, fenomena atmosfer, pembelajaran IPA, perubahan iklim, literasi sains.

Abstract

Atmospheric phenomena such as floods, droughts, extreme weather, and climate change are environmental issues that are increasingly close to students' daily lives. This condition indicates the importance of integrating disaster mitigation education into science learning so that students not only understand scientific concepts but also develop awareness of disaster risks. This study aims to analyze the integration of disaster mitigation education based on atmospheric phenomena in science learning through the Systematic Literature Review (SLR) method. The data sources were scientific articles obtained from Google Scholar, ERIC, and ScienceDirect. The data were collected through the stages of identification, screening, eligibility selection, and inclusion, and were then analyzed using content analysis techniques. The results show that research on this topic has increased over the last five years. The learning models most frequently used include Problem Based Learning, Project Based Learning, Inquiry Learning, and the Socio-Scientific Issues approach, all of which have been proven effective in improving conceptual understanding, scientific literacy, critical thinking, risk awareness, and students' preparedness.

Keywords: disaster mitigation, atmospheric phenomena, science learning, climate change, scientific literacy.

How to cite: Wardani, T. W., Anggraini, I. D., Amiroh, M., Putri, Z. A., & Ramadhani, R. (2026). Integrasi Pendidikan Mitigasi Bencana Berbasis Fenomena Atmosfer dalam Pembelajaran IPA: Systematic Literature Review. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 14(2). pp. 52-58.

© 2026 Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Fenomena perubahan kondisi atmosfer dalam beberapa dekade terakhir menunjukkan kecenderungan yang semakin mengkhawatirkan. Atmosfer merupakan

lapisan gas yang menyelimuti bumi dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan suhu, melindungi bumi dari radiasi berbahaya, serta menjadi tempat terjadinya berbagai fenomena cuaca dan iklim (Banunaek et al,

2025). Dinamika yang terjadi di dalam atmosfer, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia, dapat memicu perubahan kondisi cuaca dan iklim secara signifikan. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai kejadian seperti peningkatan suhu global, gelombang panas (heatwaves), hujan ekstrem yang menyebabkan banjir, badai tropis, serta perubahan pola curah hujan menjadi bukti nyata adanya perubahan dinamika atmosfer. Perubahan tersebut tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari sektor pertanian, kesehatan, hingga keselamatan masyarakat (Ainurrohman & Sudarti, 2022). Studi terbaru menunjukkan bahwa intensitas dan frekuensi kejadian cuaca ekstrem meningkat akibat perubahan iklim global yang dipicu oleh aktivitas manusia (IPCC, 2024). Kondisi ini menuntut adanya pemahaman yang lebih mendalam mengenai atmosfer dan fenomena yang terjadi di dalamnya.

Dalam konteks pendidikan, pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik dengan pemahaman ilmiah terkait fenomena alam, termasuk dinamika atmosfer. Pembelajaran IPA tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan literasi sains. Literasi sains, khususnya yang berkaitan dengan isu perubahan iklim atau climate literacy, menjadi kompetensi penting yang harus dimiliki peserta didik agar mampu memahami, mengevaluasi, dan mengambil keputusan berbasis sains dalam menghadapi permasalahan lingkungan (Kundariati et al, 2024). Dengan demikian, pembelajaran atmosfer dalam IPA seharusnya dirancang tidak hanya untuk memahami konsep, tetapi juga untuk mengaitkannya dengan realitas kehidupan sehari-hari, seperti memahami penyebab banjir akibat hujan ekstrem atau dampak gelombang panas terhadap kesehatan (Aminoto et al, 2025).

Selain itu, meningkatnya risiko bencana yang berkaitan dengan fenomena atmosfer, seperti banjir, kekeringan, badai, dan tanah longsor akibat curah hujan tinggi, menegaskan pentingnya pendidikan mitigasi bencana dalam sistem pendidikan. Pendidikan mitigasi bencana bertujuan untuk meningkatkan kesiapsiagaan, kesadaran, serta kemampuan individu dalam menghadapi potensi bencana. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi mitigasi bencana dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap risiko bencana sekaligus membentuk sikap tanggap dan adaptif terhadap lingkungan (Kurniawan, 2025). Oleh karena itu, pembelajaran atmosfer memiliki peluang besar untuk diintegrasikan dengan pendidikan mitigasi bencana sebagai upaya membangun ketahanan masyarakat sejak dini.

Namun demikian, berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran atmosfer di sekolah masih cenderung berfokus pada aspek konseptual dan kurang mengaitkan materi dengan konteks mitigasi bencana secara langsung. Selain itu, studi yang secara khusus mengkaji integrasi antara pembelajaran atmosfer dan pendidikan mitigasi bencana masih relatif terbatas. Beberapa penelitian memang telah membahas

pembelajaran perubahan iklim dan literasi sains, tetapi belum banyak yang mengulas secara sistematis tren penelitian, model pembelajaran yang digunakan, serta sejauh mana mitigasi bencana diintegrasikan dalam pembelajaran tersebut (Rachmadtullah et al, 2025). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis tren penelitian terkait pembelajaran atmosfer dalam pendidikan IPA serta integrasinya dengan mitigasi bencana. Melalui pendekatan Systematic Literature Review, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai karakteristik penelitian, model pembelajaran yang digunakan, serta arah pengembangan pembelajaran atmosfer yang relevan dengan kebutuhan masa kini, khususnya dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan risiko bencana.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), yaitu suatu pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi berbagai hasil penelitian yang relevan secara sistematis dan terstruktur. Metode ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai integrasi pendidikan mitigasi bencana berbasis fenomena atmosfer dalam pembelajaran IPA, serta meminimalkan bias dalam pemilihan dan analisis sumber literatur.

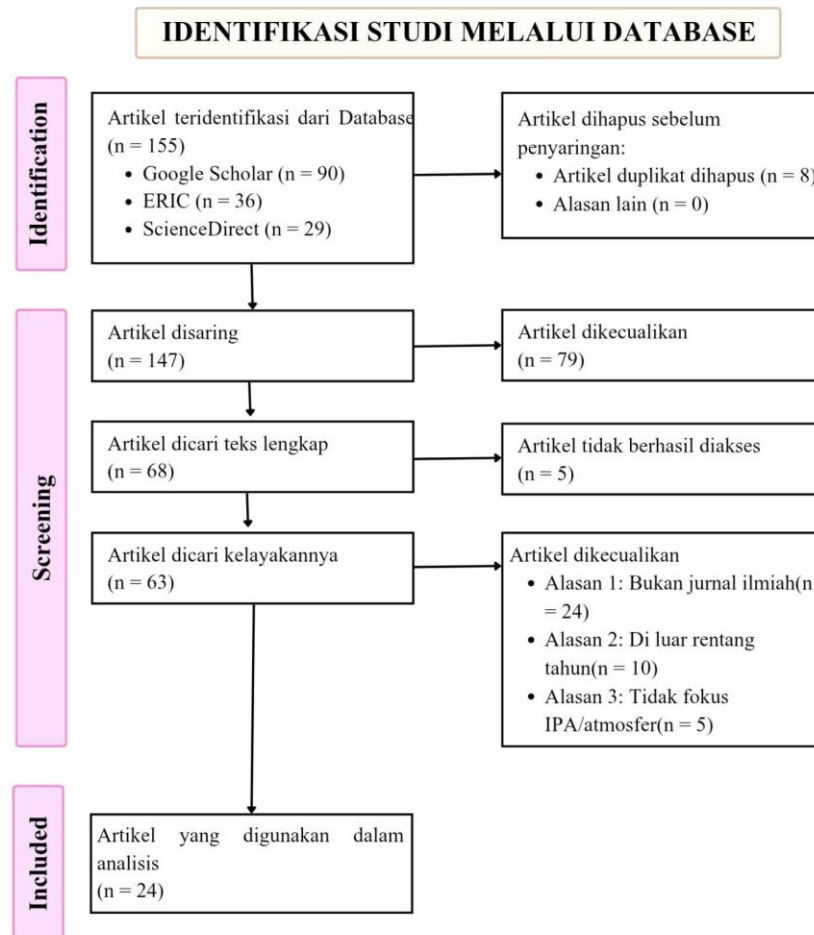
Sumber data dalam penelitian ini berasal dari artikel ilmiah yang diperoleh melalui beberapa database jurnal, yaitu Google Scholar, ERIC (Education Resources Information Center), dan ScienceDirect. Artikel yang digunakan merupakan publikasi ilmiah nasional maupun internasional yang relevan dengan topik penelitian, dengan rentang tahun publikasi tertentu, misalnya sepuluh tahun terakhir, guna memastikan kebaruan dan relevansi data yang digunakan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui proses pencarian literatur menggunakan kata kunci yang telah ditentukan, seperti “mitigasi bencana”, “fenomena atmosfer”, “pembelajaran IPA”, “disaster mitigation education”, dan “atmospheric phenomena in science learning”. Kata kunci tersebut dikombinasikan menggunakan operator boolean seperti AND dan OR untuk memperoleh hasil pencarian yang lebih spesifik dan relevan. Selanjutnya, dilakukan proses seleksi artikel secara bertahap yang meliputi identifikasi, penyaringan (screening), penentuan kelayakan (eligibility), dan penetapan artikel yang digunakan (included). Pada tahap penyaringan, artikel diseleksi berdasarkan judul dan abstrak yang sesuai dengan topik penelitian. Kemudian, pada tahap kelayakan, artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, seperti relevansi dengan pembelajaran IPA, fokus pada mitigasi bencana atau fenomena atmosfer, serta merupakan artikel jurnal ilmiah yang telah dipublikasikan secara resmi.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis isi (content analysis), yaitu dengan

menelaah secara mendalam isi dari setiap artikel yang terpilih untuk mengidentifikasi konsep, metode, dan temuan penelitian yang berkaitan dengan topik kajian. Hasil analisis tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa tema utama, seperti bentuk integrasi mitigasi bencana dalam pembelajaran IPA, jenis fenomena

atmosfer yang dibahas, model atau strategi pembelajaran yang digunakan, serta dampaknya terhadap pemahaman dan kesadaran siswa terhadap bencana. Dengan demikian, analisis yang dilakukan diharapkan mampu memberikan sintesis yang jelas dan sistematis mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang relevan.



Gambar 1 Diagram alur seleksi artikel Systematic Literature Review berdasarkan protokol PRISMA 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil systematic literature review terhadap artikel-artikel yang relevan, ditemukan bahwa penelitian mengenai pembelajaran atmosfer dan pendidikan perubahan iklim mengalami peningkatan signifikan dalam lima tahun terakhir (2020–2025). Hal ini menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap isu perubahan iklim dan dampaknya terhadap kehidupan manusia. Sebagian besar artikel yang dianalisis berasal dari rentang tahun 2020 hingga 2024, dengan puncak publikasi terjadi pada tahun 2022–2023. Peningkatan ini didorong oleh semakin mendesaknya isu perubahan iklim global serta integrasi pendidikan berkelanjutan. Penelitian oleh (Hasbulloh dan Assyahri, 2025) juga menunjukkan bahwa pembelajaran atmosfer mulai diarahkan pada penguatan literasi iklim (climate literacy) sebagai kompetensi dasar yang harus dimiliki peserta didik.

Peningkatan penelitian mengenai pembelajaran atmosfer dan perubahan iklim dengan kondisi iklim global yang menunjukkan tren peningkatan suhu dalam lima

tahun terakhir. Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) melaporkan bahwa periode 2020–2024 merupakan periode terpanas yang pernah tercatat, dengan suhu rata-rata global meningkat dari sekitar 1,2°C di atas tingkat pra-industri pada tahun 2020 menjadi sekitar 1,55°C pada tahun 2024. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem, perubahan pola curah hujan, serta penurunan kualitas lingkungan di berbagai wilayah. Fenomena ini juga terlihat di Indonesia, sebagaimana ditemukan oleh (Suhadi et al., 2023) yang menunjukkan adanya pengaruh perubahan iklim terhadap peningkatan kejadian curah hujan ekstrem. Selain itu, kebutuhan akan informasi iklim yang akurat semakin meningkat sehingga mendorong pengembangan sistem informasi iklim dan kualitas udara berbasis website oleh BMKG yang diteliti oleh Ikhsan dan (Suhaidi et al., 2023). Di sisi lain, upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di tingkat masyarakat terus diperkuat melalui Program Kampung Iklim (ProKlim) yang dikaji oleh (Hasbullah dan Assyahri, 2025). Dengan

demikian, meningkatnya tren penelitian pembelajaran atmosfer tidak hanya dipengaruhi oleh perkembangan kajian akademik, tetapi juga oleh semakin nyata dan kompleksnya dampak perubahan iklim yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir.

Ditinjau dari lokasi penelitian, kajian pembelajaran atmosfer didominasi oleh negara-negara berkembang dan maju seperti Indonesia, didominasi oleh Indonesia dengan persentase sekitar 35–40% dari total artikel yang dianalisis. Dominasi tersebut menunjukkan tingginya perhatian peneliti Indonesia terhadap isu atmosfer dan perubahan iklim yang semakin relevan dengan kondisi lingkungan saat ini. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Saputra et al., 2025) yang menunjukkan bahwa isu perubahan iklim menjadi salah satu fokus utama penelitian, terutama pada tema dampak perubahan iklim (26,67%), kebijakan perubahan iklim (25%), dan lingkungan (13,33%). Tingginya perhatian terhadap isu-isu tersebut turut mendorong berkembangnya penelitian pembelajaran atmosfer sebagai sarana untuk meningkatkan literasi iklim dan kesadaran lingkungan peserta didik. Amerika Serikat, Australia, serta beberapa negara di Eropa. Di Indonesia, penelitian banyak dilakukan pada wilayah rawan bencana seperti daerah pesisir dan kawasan vulkanik. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi geografis dan kerentanan terhadap bencana sangat memengaruhi fokus dan konteks pembelajaran atmosfer yang dikembangkan.

Berdasarkan jenjang pendidikan, sebagian besar penelitian dilakukan pada tingkat pendidikan menengah, yaitu SMP dan SMA, serta pada pendidikan tinggi. Pada jenjang SMP dan SMA, pembelajaran atmosfer lebih menekankan pada pemahaman konsep dasar seperti cuaca, iklim, dan berbagai fenomena atmosfer. Sementara itu, pada jenjang perguruan tinggi, pembelajaran berkembang menjadi lebih kompleks dengan melibatkan analisis perubahan iklim, pemodelan data, serta keterkaitannya dengan mitigasi bencana (Hadiapurwa & Hernawan., 2024).

Dari segi metode penelitian, studi yang dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif, kuantitatif, maupun mixed methods. Pendekatan kualitatif mendominasi karena banyak penelitian berfokus pada eksplorasi pemahaman siswa, analisis kurikulum, serta implementasi pembelajaran kontekstual. Di sisi lain, penelitian kuantitatif umumnya digunakan untuk mengukur peningkatan literasi iklim, kemampuan berpikir kritis, serta kesiapsiagaan bencana siswa sebagai dampak dari intervensi pembelajaran yang diterapkan (Hadiapurwa & Hernawan., 2024).

Pembelajaran mengenai atmosfer dan perubahan iklim memerlukan pendekatan yang mampu menghubungkan konsep sains dengan permasalahan nyata di lingkungan. Oleh karena itu, berbagai penelitian dalam pendidikan sains banyak menggunakan model pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah, penyelidikan ilmiah, serta keterlibatan aktif peserta didik.

Salah satu instrumen yang dominan digunakan adalah Problem Based Learning (PBL), yang memosisikan fenomena seperti polusi udara atau pemanasan global sebagai titik awal diskusi untuk memicu kemampuan

berpikir kritis siswa. Melalui analisis penyebab perubahan iklim, siswa diarahkan untuk merumuskan solusi yang memiliki landasan ilmiah kuat. Selain itu, Nugroho dan Dewi (2025) menunjukkan bahwa penerapan Project Based Learning (PjBL) memberikan pengalaman praktis melalui aktivitas konkret, seperti kampanye pengurangan emisi karbon atau pengamatan suhu udara secara mandiri, yang terbukti signifikan dalam memperkuat literasi sains siswa.

Di sisi lain, Widiary dan Nurlaela (2019) menekankan bahwa Inquiry Learning tetap menjadi pilar penting dalam memahami mekanisme atmosfer melalui bukti empiris, seperti eksperimen efek rumah kaca yang membantu siswa membangun pengetahuan secara mandiri. Namun, tren terbaru menunjukkan peningkatan penggunaan pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI). Maharani dan Hatami (2025) mengungkapkan bahwa pendekatan ini melampaui batas laboratorium dengan membawa isu sosial yang kontroversial ke dalam kelas, yang secara efektif meningkatkan kemampuan argumentasi dan pengambilan keputusan berbasis bukti pada siswa.

Selain model-model tersebut, beberapa penelitian juga mengembangkan pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman (experiential learning) serta penggunaan teknologi digital untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap perubahan iklim. Model experiential learning, misalnya, dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa melalui pengalaman langsung dalam memahami fenomena perubahan iklim (Amalia & Hariyono, 2022).

Analisis terhadap berbagai literatur menunjukkan bahwa implementasi model pembelajaran inovatif seperti Problem Based Learning (PBL), Project Based Learning (PjBL), Inquiry Learning, serta pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) memiliki efektivitas yang signifikan dalam membedah materi atmosfer dan isu perubahan iklim. Secara kolektif, model-model ini mampu mengakselerasi pemahaman konsep, literasi sains, hingga keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dikarenakan setiap model tersebut memberikan ruang bagi keterlibatan aktif siswa dalam mengonstruksi pengetahuan melalui fenomena nyata di lingkungan mereka.

Meskipun menunjukkan hasil positif, mayoritas penelitian terdahulu masih cenderung bersifat parsial dengan hanya menerapkan satu model secara terpisah dan didominasi oleh pengukuran hasil belajar kognitif semata. Terdapat kesenjangan (research gap) yang cukup lebar dalam literatur mengenai integrasi pembelajaran atmosfer dengan pendekatan kontekstual yang menyentuh permasalahan lingkungan lokal secara langsung. Selain itu, eksplorasi mendalam tentang bagaimana model-model ini dapat mentransformasi kesadaran lingkungan serta kemampuan pengambilan keputusan ilmiah siswa masih relatif terbatas dalam kajian-kajian saat ini.

Oleh karena itu, diperlukan orientasi penelitian lebih lanjut yang melampaui sekadar pengujian efektivitas model tunggal. Urgensi penelitian ke depan terletak pada integrasi pendekatan pembelajaran kontekstual yang secara eksplisit mengaitkan isu perubahan iklim dengan realitas keseharian siswa. Upaya integratif ini diharapkan dapat memberikan dampak yang lebih komprehensif, tidak hanya pada aspek literasi sains, tetapi juga dalam

membentuk kesadaran lingkungan yang berkelanjutan bagi peserta didik.

Tabel 1 Sintesis Model Pembelajaran dan Dampaknya terhadap Literasi Sains serta Kesadaran Lingkungan

No.	Model / Pendekatan Pembelajaran	Temuan Utama	Sumber
1.	Problem Based Learning (PBL)	Menekankan pada masalah nyata untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah terkait fenomena atmosfer (pemanasan global/polusi udara).	Mamusung et al., 2023
2.	Project Based Learning (PjBL)	Melalui proyek nyata seperti kampanye emisi atau pengamatan suhu, model ini terbukti meningkatkan literasi sains dan pemahaman fenomena global.	Nugroho & Dewi., 2025
3.	Inquiry Learning	Fokus pada proses penyelidikan ilmiah (pengamatan cuaca/efek rumah kaca) untuk membangun pengetahuan berdasarkan bukti empiris.	Widiary & Nurlaela., 2019
4.	Socio-Scientific Issues (SSI)	Mengaitkan konsep sains dengan isu sosial kontroversial; terbukti meningkatkan literasi sains, argumentasi ilmiah, dan pengambilan keputusan.	Maharani & Hatami., 2025
5.	Teknologi Digital (VR/AR)	Penggunaan <i>Virtual Reality</i> dan platform interaktif meningkatkan keterlibatan siswa serta kesadaran terhadap isu perubahan iklim secara imersif.	Suryati et al., 2025

Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran IPA memiliki peran strategis dalam mengintegrasikan mitigasi bencana, khususnya yang berkaitan dengan fenomena atmosfer seperti banjir, badai, kekeringan, dan perubahan iklim. Integrasi ini dilakukan dengan mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan fenomena nyata yang terjadi di lingkungan sekitar. Sebagai contoh, konsep siklus air dapat dihubungkan dengan potensi terjadinya banjir, sedangkan perubahan suhu atmosfer dikaitkan dengan pemanasan global. Selain itu, pendekatan kontekstual berbasis lingkungan juga digunakan dengan melibatkan siswa dalam menganalisis kondisi lingkungan sekitar untuk memahami risiko bencana secara langsung (Setiawan et al., 2023). Pembelajaran juga diperkuat melalui penggunaan studi kasus bencana nyata, seperti kejadian banjir di Indonesia, sehingga mampu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus kesadaran siswa terhadap pentingnya mitigasi bencana.

Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa integrasi pendidikan mitigasi bencana dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami risiko serta mengambil keputusan yang tepat dalam situasi bencana. Hal ini didukung oleh temuan (Desilia et al., 2023) dalam jurnal *International Journal of Disaster Risk Reduction* yang menyatakan bahwa pembelajaran sains yang terintegrasi dengan mitigasi bencana mampu meningkatkan literasi risiko dan keterampilan pengambilan keputusan siswa. Dengan demikian, pembelajaran IPA tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai media untuk membentuk kesiapsiagaan dan ketangguhan siswa dalam menghadapi bencana.

Salah satu strategi pembelajaran yang efektif dalam mengintegrasikan mitigasi bencana dalam pembelajaran IPA adalah Problem-Based Learning (PBL). Model ini menempatkan siswa pada situasi permasalahan nyata yang berkaitan dengan fenomena atmosfer, seperti banjir atau kekeringan, sehingga siswa terdorong untuk menganalisis penyebab, dampak, serta solusi mitigasi secara ilmiah. Melalui PBL, siswa tidak hanya memahami konsep-

konsep IPA seperti siklus air dan perubahan iklim, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pengambilan keputusan dalam menghadapi risiko bencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PBL dalam pendidikan sains mampu meningkatkan kesiapsiagaan dan literasi bencana siswa secara signifikan, karena pembelajaran berlangsung secara kontekstual dan berbasis pengalaman langsung (Bahagia et al., 2023; Desilia et al., 2023). Dengan demikian, PBL menjadi strategi yang relevan untuk menghubungkan konsep atmosfer dengan upaya mitigasi bencana dalam kehidupan nyata.

Lanskap penelitian dalam pendidikan sains, khususnya pada domain atmosfer dan perubahan iklim, tengah mengalami transformasi yang signifikan. Terdapat pergeseran orientasi dari pembelajaran yang bersifat konseptual-teoretis menuju pendekatan yang lebih kontekstual, interdisipliner, dan berbasis pada isu-isu global. Salah satu tren yang paling menonjol adalah penguatan *climate change education*. Pendidikan ini tidak lagi sekadar mentransfer pengetahuan ilmiah tentang gas rumah kaca, melainkan bertujuan membentuk kesadaran, disposisi sikap, dan aksi nyata siswa dalam merespons tantangan lingkungan global. Luthfia (2025) menegaskan bahwa efektivitas pendidikan perubahan iklim sangat bergantung pada integrasi kurikulum yang holistik serta keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pedagogis.

Sejalan dengan perkembangan zaman, digitalisasi menjadi pilar baru dalam memvisualisasikan fenomena atmosfer yang kompleks. Penggunaan teknologi imersif seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan platform interaktif lainnya terbukti mampu meningkatkan keterlibatan emosional serta kesadaran siswa terhadap urgensi krisis iklim. Temuan dari Suryati et al. (2025) memperkuat argumen bahwa model pedagogi digital yang terintegrasi dengan teknologi VR dapat mengasah kemampuan berpikir kritis sekaligus kepekaan lingkungan peserta didik secara lebih mendalam.

Namun, di balik kemajuan tren tersebut, masih terdapat celah krusial yang perlu diperhatikan. Sebagian

besar literatur saat ini masih terpaku pada pencapaian hasil belajar kognitif, sementara dimensi keterampilan pengambilan keputusan ilmiah dan literasi sains yang komprehensif belum terekplorasi secara tuntas. Di level praktis, Tang (2025) mengidentifikasi bahwa hambatan utama terletak pada keterbatasan pemahaman guru mengenai konsep perubahan iklim serta kurangnya sinkronisasi materi tersebut dalam struktur kurikulum yang ada saat ini.

Sebagai implikasi, peluang riset di masa depan harus diarahkan pada pengembangan model pembelajaran atmosfer yang mampu menginkubasi isu perubahan iklim ke dalam realitas keseharian siswa. Fokus penelitian perlu dialihkan pada inovasi metodologi yang tidak hanya meningkatkan pemahaman intelektual, tetapi juga membangun resiliensi dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam menghadapi kompleksitas permasalahan lingkungan global.

PENUTUP

- Ainurrohman, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.22373/pjpt.v8i1.13359>
- Amalia, A., & Hariyono, E. (2022). Penerapan Experiential Learning pada Materi Perubahan Iklim untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(1), 134. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i1.934>
- Aminoto, T., Susanti, N., & Dani, R. (2025). Penerapan media simulasi dinamika atmosfer pada pokok bahasan pemanasan global di kelas 10 SMA Negeri 10 Kota Jambi. *Proceedings Academic Universitas Jambi*, 1(1), 72-81. Retrieved from <https://online-journal.unja.ac.id/PROCA/article/view/49381>
- Bahagia, B., Wibowo, R., Muniroh, L., & Alwahid, M. A. (2023). Disaster education for mitigate natural disaster at school. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 11167-11177. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/8135>
- Banunaek, Z. A., Heryanto, R., Hasibuan, R., Blegur, E. J., Rahayu, Y. S., Hidayat, B., ... & Pega, E. P. (2025). *KLIMATOLOGI DASAR*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Desilia, N. R., Lassa, J. A., & Oktari, R. S. (2023). Integrating disaster education into school curriculum in Indonesia: A scoping review. *International Journal of Disaster Management*, 5(2), 263-274. <https://jurnal.usk.ac.id/IJDM/article/view/34867>
- Hadiapurwa, A., Ali, M., Ropo, E., & Hernawan, A. H. (2024). Trends in climate change education studies in the last ten years: A systematic literature review. *Mimbar Ilmu*, 29(1), 32-45. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MI/article/view/70400>
- Hasbullah, R., & Assyahri, W. (2025). Tinjauan Implementasi Program Kampung Iklim di Indonesia. *Journal of Public Administration and Management Studies*, 3(1), 1-11.
- <https://journal.umnyarsi.ac.id/index.php/JPAMS/article/view/267>
- Ikhshan, M. A., & Samsudin, S. (2024). Sistem Informasi Iklim dan Kualitas Udara pada Laboratorium Kalibrasi BMKG Berbasis Website. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi dan Sistem Informasi*, 4(2), 183-192. <https://doi.org/10.54259/satesi.v4i2.3299>
- IPCC. (2024). *Climate Change 2024: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.
- Kundariati, M., Ibrohim, I., Rohman, F., Nida, S., Hayuana, W., & Putra, Z. A. Z. (2024). Exploring students' climate change perception: the key factor of climate change mitigation and adaptation. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(1), 185-194. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.32655>
- Kurniawa, F. A. (2025). Sinergi Antara Kurikulum Merdeka dan Pendidikan Kebencanaan dalam Membangun Kesiapsiagaan di Satuan Pendidikan. *Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pendidikan Dan Bahasa*, 2(4), 300-313. <https://doi.org/10.62383/dilan.v2i4.2575>
- Luthfia, S. (2025). Learning Approach to Climate Change Education as a Framework for Sustainability Education: A Systematic Review of Literature. *IJECER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 9, 31-41. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol9.iss1.art4>
- Maharani, G., & Hatami, A. M. (2025). The Role of Scientific Literacy in Climate Change-Based Science Learning: A Literature Review Gesti. *Indonesian Journal of STEM Education*, 7(2), 110-120.
- Mamusung, Y. Y., Nurfaika, N. N., & Lahay, R. J. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Pada Materi Dinamika Atmosfer Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Di Kelas X SMA Negeri 1 Popayato. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 2(1), 9-14. <https://doi.org/10.34312/geojpg.v2i1.20047>
- Nugroho, P. A., & Dewi, N. D. L. (2025). Implementation of The Project Based Learning Model in Science Learning To Improve Scientific Literacy on The Issue of Global Climate Change. *Scientica Education Journal*, 2(4), 26-35. <https://doi.org/10.62872/d8wcmf60>
- Rachmadtullah, R., Shofwan, M., Hakim, L., Dwiarta, I. M. B., & Sulistyningtyas, A. D. (2025). Model Pembelajaran PARMIN (Pahami Ancaman, Respon Mitigasi Intensif Nyata) untuk Meningkatkan Pembelajaran Bermakna Mitigasi Bencana di Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi, Ekonomi, Pendidikan Dan Keagamaan (SAINSTEKNOPAK)*, 9, 730-736. Retrieved from <https://ejournal.unhasy.ac.id/index.php/SAINSTEKNOPAK/article/view/10421>
- Saputra, T., Marlinda, P., & Sihombing, A. (2025). Administrasi Publik dan Tantangan Kebijakan Iklim: Menelusuri Tren Penelitian Melalui VOSviewer. *Jurnal Niara*, 18(1), 284-301. <https://doi.org/10.31849/81cr8e55>

- Setiawan, B., Prasetyo, Z. K., & Suryadarma, I. G. P. (2023). Contextual science learning to improve disaster awareness. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 45–58. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/41234>
- Suryati, Pangga, D., Habibi, & Azmi, I. (2025). Digital Pedagogical Model Based on Climate Change Issues Integrated with Virtual Reality Technology to Enhance Students' Critical Thinking and Climate Change Awareness. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.33394/ijete.v2i1.14054>
- Suhadi, S., Maburroh, F., Wiyanto, A., & Ikra, I. (2023). Analisis fenomena perubahan iklim terhadap curah hujan ekstrim. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 94-100. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i1.2738>
- Tang, K. (2025). Teacher conceptions of climate change and their role in climate change education: insights from Indonesian upper-secondary teachers. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01334-2>
- UNESCO. (2021). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. Paris: UNESCO. Link: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- Widiary, R., & Nurlaela, L. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Keamanan Pangan Siswa Kelas X Di Smk Negeri 2 Jombang. *E-Jurnal Tata Boga*, 8(3), 549–556. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/article/view/32010/29031>