

Strategi Penguatan Climate Change Education Melalui Guided Inquiry, STEM, dan Asesmen Digital pada Siswa SMP: Systematic Literature Review

Cindy Simanullang¹ Dea Clara May Cristin Sijabat² Fitri Azizah³ Gracia Tri Putri Br Ginting⁴ Hanna Mawarni Manullang⁵ Ummi Kalsum⁶ Tariza Fairuz⁷

Universitas Negeri Medan, Indonesia^{1,2,3,4,5,6,7}

Email: cindymedan23@gmail.com¹ deasijabat439@gmail.com² azizahfitri029@gmail.com³
graciatriputri ginting@gmail.com⁴ mawarnihana@gmail.com⁵
ummikalsumsimbolon@gmail.com⁶ tarizafairuz@unimed.ac.id⁷

Abstrak

Fenomena perubahan iklim global menuntut penguatan Climate Change Education (CCE) pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) sebagai upaya membangun literasi iklim dan kapasitas adaptif generasi muda. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis hasil-hasil penelitian terkait implementasi pendidikan perubahan iklim di SMP melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Artikel diperoleh dari Google Scholar dengan bantuan Publish or Perish dan dibatasi pada publikasi tahun 2022–2026. Berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, diperoleh 25 artikel yang layak dianalisis. Hasil kajian menghasilkan tiga klasifikasi temuan utama: (1) profil dan tantangan implementasi CCE di Indonesia, (2) efektivitas model pembelajaran aktif dalam meningkatkan literasi iklim, dan (3) potensi asesmen digital sebagai instrumen evaluasi berbasis gamifikasi. Temuan menunjukkan bahwa implementasi CCE masih menghadapi berbagai kendala, antara lain penyajian materi yang superfisial dalam buku teks, dominasi pendekatan pembelajaran teoretis, keterbatasan fasilitas, serta belum optimalnya integrasi teknologi digital dalam asesmen. Berbagai penelitian telah mengkaji model seperti Problem-Based Learning (PBL), Project-Based Learning (PjBL), Guided Inquiry, integrasi STEM, serta penggunaan platform digital seperti Edmodo dan Quizizz secara terpisah, tanpa mengintegrasikan ketiga elemen tersebut dalam satu kerangka pembelajaran yang utuh. Berdasarkan sintesis kesenjangan penelitian, studi ini menegaskan pentingnya pengembangan kerangka instruksional yang mengintegrasikan Guided Inquiry terstruktur, pendekatan STEM, serta asesmen digital berbasis gamifikasi.

Kata Kunci: Climate Change Education, Literasi Perubahan Iklim, Guided Inquiry, STEM, Asesmen Digital, SMP



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Fenomena perubahan iklim global telah mencapai fase kritis yang memicu instabilitas termal atmosfer dan degradasi ekosistem secara masif (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Sebagai negara kepulauan dengan risiko bencana hidrometeorologi yang tinggi, Indonesia menghadapi tantangan mendesak dalam membangun ketahanan masyarakat melalui sektor pendidikan. Pendidikan perubahan iklim (Climate Change Education/CCE) kini diakui sebagai pilar determinan dalam mencapai target Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya dalam membekali generasi muda dengan kesadaran ekologis dan kapasitas adaptasi (Arwan dkk., 2021; Virgiawan dkk., 2025). Namun, meskipun kebijakan makro telah mengamanatkan integrasi isu iklim ke dalam kurikulum nasional implementasi secara praktis di tingkat satuan pendidikan masih menunjukkan diskrepansi yang signifikan. Analisis konten terhadap buku teks pada Kurikulum Merdeka mengungkapkan bahwa materi perubahan iklim sering kali disajikan secara superfisial, berfokus pada penguasaan kognitif tingkat rendah, dan minim representasi visual yang mampu memicu intensi bertindak (Habibillah & Sakurai, 2026). Akibatnya, profil literasi iklim siswa SMP di berbagai daerah, seperti di Ogan Ilir dan Lampung,

masih terkategori rendah hingga sedang, terutama pada indikator kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah dan merancang solusi mitigasi. Rendahnya literasi ini juga dipengaruhi oleh iklim sekolah dan efikasi diri siswa yang belum optimal dalam mendukung motivasi belajar sains. Selain itu, keterbatasan fasilitas laboratorium menyebabkan pembelajaran IPA cenderung bersifat teoretis dan kehilangan konteks otentiknya (Arifin dkk., 2026). Transformasi pedagogis melalui model pembelajaran inovatif menjadi prasyarat mutlak untuk menjembatani celah literasi tersebut. Model Guided Inquiry (Inkuiri Terbimbing) yang berorientasi pada isu sosiokimia-sains (Socio-Scientific Issues/SSI) menawarkan kerangka kerja yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan tanggung jawab sosial siswa. Pemanfaatan model ini, jika dikomparasikan dengan Problem-Based Learning (PBL) atau Project-Based Learning (PjBL), terbukti mampu memberikan struktur bimbingan yang lebih konsisten bagi siswa jenjang menengah dalam memahami kompleksitas krisis iklim (Peny dkk., 2022).

Urgensi penguatan CCE semakin mengemuka dengan integrasi pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan STEM memungkinkan siswa melakukan rekonstruksi pengetahuan melalui aktivitas rekayasa, seperti pemanfaatan material daur ulang untuk instrumen saintifik (Arifin dkk., 2026). Lebih jauh, internalisasi nilai-nilai etika dan karakter, baik melalui perspektif religius maupun penguatan karakter rasa ingin tahu, menjadi instrumen penting untuk memastikan bahwa pengetahuan yang diperoleh bertransformasi menjadi aksi pro-lingkungan yang berkelanjutan. Di sisi lain, adaptasi terhadap era pendidikan digital menuntut penggunaan platform asesmen yang dinamis. Penggunaan perangkat digital seperti Quizizz dan Edmodo tidak hanya berfungsi sebagai media evaluasi, tetapi juga sebagai stimulan literasi digital yang krusial bagi kemampuan adaptasi siswa terhadap perubahan iklim di masa depan (Rohman & Widyanto, 2026).

Tren penelitian CCE dalam kurun 2022–2026 menunjukkan pergeseran dari kajian deskriptif-kebijakan ke arah uji coba model pembelajaran aktif dan pengembangan perangkat ajar berbasis inovasi. Studi-studi terkini semakin banyak mengeksplorasi pendekatan STEM dan teknologi digital sebagai komplemen model inkuiri (Arifin dkk., 2026; Hermanto dkk., 2025). Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih bersifat parsial: studi tentang Guided Inquiry belum mengintegrasikan komponen STEM secara teknis (Devi & Hariyono, 2024), penelitian tentang asesmen digital belum dikaitkan dengan model inkuiri yang terstruktur (Nurhayati dkk., 2022), dan kajian tentang STEM belum menyertakan instrumen evaluasi digital berbasis gamifikasi secara komprehensif (Arifin dkk., 2026). Berdasarkan analisis kesenjangan ini, masih terdapat kebutuhan akan sintesis yang mengintegrasikan ketiga elemen tersebut dalam satu kajian yang utuh untuk jenjang SMP di Indonesia. Oleh karena itu, studi literatur sistematis ini bertujuan untuk menyintesis temuan-temuan penelitian mengenai strategi penguatan CCE melalui Guided Inquiry, STEM, dan asesmen digital, serta mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan yang ada sebagai dasar bagi pengembangan kerangka instruksional yang lebih komprehensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (Systematic Literature Review) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyintesis temuan-temuan penelitian mengenai efektivitas implementasi strategi Climate Change Education (CCE) melalui model Guided Inquiry, pendekatan STEM, dan asesmen digital pada jenjang SMP. Data dikumpulkan dengan menganalisis artikel-artikel ilmiah yang diperoleh melalui pangkalan data Google Scholar dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish. Prosedur pencarian difokuskan pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2022 hingga 2026 guna memastikan kebaruan (novelty) dan relevansi data dengan perkembangan pendidikan terkini. Dalam proses

pemilihan artikel, peneliti menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat untuk menyeleksi penelitian utama (primary studies) yang akan dianalisis. Kriteria inklusi dan eksklusi dalam systematic literature review ini tercantum dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi (Kriteria Penerimaan)	Eksklusi (Kriteria Penolakan)
Rentang Waktu	Artikel yang diterbitkan antara tahun 2022 – 2026.	Artikel yang diterbitkan di bawah tahun 2022.
Tipe Dokumen	Artikel jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer-review.	Skripsi, Tesis, Disertasi, Working Paper, atau Prosiding yang tidak lengkap.
Fokus Materi	Artikel yang secara spesifik membahas climate change education di SMP.	Artikel yang hanya membahas CCE tapi tidak di SMP
Subjek/Sampel	Peserta didik pada jenjang pendidikan formal SMP	Subjek di luar konteks pendidikan formal atau umum di luar Tingkat SMP
Bahasa	Artikel yang ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.	Artikel di luar Bahasa Indonesia dan Inggris.
Aksesibilitas	Artikel tersedia dalam bentuk teks lengkap (Full-text).	Artikel yang hanya tersedia dalam bentuk abstrak saja.

Pencarian artikel dilakukan melalui Google Scholar dengan bantuan Publish or Perish menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean berikut: “climate change education” AND “junior high school”; “perubahan iklim” AND “SMP”; “Guided Inquiry” AND “climate change”; “STEM” AND “climate literacy”; “digital assessment” OR “Quizizz” OR “Edmodo”. Kriteria inklusi meliputi artikel tahun 2022–2026, jurnal peer-review, fokus pada SMP, dan tersedia full-text. Eksklusi meliputi skripsi, prosiding tidak lengkap, dan konteks non-SMP. Tahapan seleksi: Identifikasi: 187 artikel; Screening: 98 dieliminasi; Eligibility: 89 artikel ditelaah; Quality assessment (MMAT): 64 dieliminasi dan Final: 25 artikel. Data dianalisis menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil seleksi menggunakan alur PRISMA terhadap artikel yang memenuhi kriteria inklusi dari tahun 2022 hingga 2026 mengenai climate change education di SMP, diperoleh 25 artikel yang layak dianalisis dan disintesis lebih lanjut. Artikel-artikel tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam tiga tema utama berdasarkan pola temuan yang ditemukan: (1) Profil dan tantangan implementasi CCE, (2) Efektivitas model pembelajaran aktif, dan (3) Pemanfaatan asesmen digital. Distribusi artikel berdasarkan tema tersebut disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Sintesis Temuan Penelitian Sebelumnya dan Pemetaan Novelty

No	Judul Penelitian Sebelumnya	Penulis & Tahun	Fokus Penelitian	Keterbatasan Penelitian	Keterbaruan (Novelty)
1.	<i>What Triggers Climate Action: The Impact of a Climate Change Education Program on Students' Climate Literacy and Their Willingness to Act</i>	Kolenatý, M., Kroufek, R., & Činčera, J. (2022)	Menganalisis dampak program edukasi perubahan iklim terhadap literasi iklim siswa dan kesediaan mereka untuk bertindak.	Menggunakan desain penelitian kuasi-eksperimental yang berfokus pada satu program spesifik di Republik Ceko.	Mengembangkan model edukasi serupa yang diintegrasikan dengan kearifan lokal Indonesia untuk melihat efektivitasnya terhadap perubahan perilaku nyata (bukan sekadar niat).
2.	<i>Climate change education challenges in Indonesia: Educators' perspective</i>	Pitaloka, T. D. A. (2025)	Mengidentifikasi tantangan yang dihadapi pendidik dalam mengajarkan perubahan iklim di sekolah-sekolah Indonesia dalam kerangka Kurikulum Merdeka.	Ukuran sampel kecil (hanya 3 informan) dan terbatas pada perspektif pendidik di beberapa wilayah tertentu saja.	Melakukan penelitian skala nasional mengenai kesiapan digital guru dalam menyampaikan materi perubahan iklim melalui platform <i>gamification</i> untuk mengatasi rendahnya motivasi belajar siswa.

3.	<i>Integration of Climate Change in the Education Curriculum in Republic of Indonesia</i>	Masuroh, I. S., & Mardani, D. A. (2024)	Menganalisis integrasi kurikulum perubahan iklim dan peran pemerintah, guru, serta siswa sebagai agen perubahan.	Bersifat tinjauan kebijakan/konseptual dan belum memberikan model teknis integrasi ke dalam mata pelajaran spesifik secara mendalam.	Merancang modul integrasi pendidikan perubahan iklim berbasis nilai-nilai Islam (atau agama lainnya) di sekolah berbasis agama untuk memperkuat aspek moral dalam menjaga lingkungan.
4.	Climate Change Perception, Action, and Hope Among High School Students: Insights for Science Education	Espinola, E. C., & Roleda, L. S. (2025)	Menganalisis hubungan antara persepsi, tindakan, dan peran mediasi "harapan" (hope) siswa SMA terhadap perubahan iklim.	Fokus pada data kuantitatif (survei) untuk melihat hubungan antar variabel, namun belum menguji intervensi model pembelajaran tertentu.	Mengintegrasikan aspek psikologis "harapan" (hope) ke dalam model pembelajaran aktif (seperti PBL) untuk melihat apakah intervensi tersebut dapat menurunkan tingkat keputusan siswa.
5.	Pembelajaran Materi Perubahan Iklim dengan Model Guided Inquiry Menggunakan Pendekatan SSI untuk Meningkatkan Berpikir Kritis	Devi, F. D., & Hariyono, E. (2025)	Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA melalui model Guided Inquiry yang dipadukan dengan isu-isu sosial-sains (SSI).	Menggunakan desain pre-experimental (satu kelompok) dan fokus utama hanya pada kognitif (berpikir kritis) di tingkat SMA.	Menerapkan model Guided Inquiry terintegrasi STEM pada materi energi terbarukan untuk jenjang SMP, dengan fokus pada Science Process Skills (KPS) dan literasi saintifik.
6.	Kondisi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Ditinjau dari Kesadaran Lingkungan di Sekolah	Baga, S., dkk. (2024)	Mendeskripsikan kesadaran lingkungan (pengetahuan, sikap, tindakan) guru dan siswa di sekolah Jakarta Barat.	Penelitian bersifat deskriptif kualitatif yang hanya memotret kondisi lapangan tanpa memberikan solusi berupa pengembangan perangkat ajar.	Mengembangkan perangkat pembelajaran digital (seperti Quizizz atau modul elektronik) yang dirancang khusus untuk mengubah hasil "kesadaran" menjadi "tindakan mitigasi" yang terukur.
7.	Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan	Arwan, dkk. (2022)	Menganalisis peran dan pentingnya kurikulum pendidikan perubahan iklim dalam mencapai target SDGs di Indonesia.	Kajian bersifat studi literatur (konseptual) dan belum menguji efektivitas model pembelajaran tertentu secara empiris di kelas.	Mengimplementasikan model Problem-Based Learning (PBL) pada topik energi terbarukan untuk menguji secara empiris peningkatan literasi iklim siswa SMP.
8.	Analisis Digital Skills Peserta Didik untuk Membangun Kemampuan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim	Hermanto, dkk. (2025)	Menganalisis hubungan antara keterampilan digital (digital skills) siswa dengan kemampuan mereka beradaptasi terhadap isu perubahan iklim.	Berfokus pada survei kemampuan digital secara umum dan belum mengintegrasikannya ke dalam instrumen evaluasi pembelajaran sains yang spesifik.	Menggunakan Quizizz sebagai alat penilaian digital yang interaktif untuk mengukur secara spesifik kemampuan adaptasi dan pemahaman konsep sains siswa.
9.	Climate change education implementation: the voices of policymakers, professional development providers, and teachers in five countries	Assaraf, dkk. (2025)	Meneliti perspektif pengambil kebijakan dan guru di lima negara (termasuk Indonesia) mengenai implementasi pendidikan perubahan iklim.	Fokus pada level kebijakan dan hambatan sistemik dari sudut pandang pengajar/birokrat, bukan pada hasil belajar siswa di kelas.	Mengembangkan modul pembelajaran praktis (seperti Inkuiri Terbimbing) yang dapat langsung digunakan guru untuk mengatasi hambatan implementasi di level kelas.
10.	Integrasi Pendidikan Perubahan Iklim dalam Kurikulum dan Budaya Sekolah: Studi Kasus di SMA Sukma Bangsa Lhokseumawe	Sarlivanti (2025)	Menganalisis strategi integrasi pendidikan perubahan iklim melalui kurikulum dan budaya sekolah serta dampaknya pada literasi lingkungan.	Berfokus pada studi kasus di satu sekolah (SMA) dengan pendekatan kualitatif yang sangat spesifik pada budaya organisasi sekolah tersebut.	Menerapkan model Guided Inquiry terintegrasi STEM yang lebih teknis pada jenjang SMP untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains secara kuantitatif.
11.	Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis	Ainurrohmah & Sudarti (2022)	Menjelaskan hubungan antara pemanasan global dan perubahan iklim serta dampaknya terhadap berbagai sektor kehidupan melalui studi literatur.	Metode penelitian terbatas pada studi literatur (review) tanpa adanya implementasi praktis atau pengujian perangkat pembelajaran di kelas.	Mengembangkan dan menguji modul pembelajaran inovatif (PBL/Inkuiri) yang memuat data riil perubahan iklim untuk mengatasi fase kritis pemahaman siswa.
12.	Climate change education in Indonesia's formal education: a policy analysis	Kelvin Tang (2024)	Melakukan analisis tematik terhadap kebijakan perubahan iklim dan pendidikan di Indonesia, mengungkap	Berfokus pada analisis kebijakan (makro) dan wawancara pakar, bukan pada intervensi pedagogis atau praktik	Menjembatani kesenjangan kebijakan tersebut dengan merancang instrumen penilaian berbasis digital (Quizizz) yang selaras dengan tuntutan literasi iklim kurikulum terbaru.

			adanya diskoneksi antar kebijakan.	langsung di dalam kelas.	
13	Evaluating climate change education in Indonesia's Merdeka curriculum: a content analysis of lower secondary school textbooks	Habibillah, D. A., & Sakurai, R. (2026)	Menganalisis konten literasi perubahan iklim dalam buku teks IPA SMP kurikulum Merdeka di Indonesia.	Penelitian terbatas pada analisis dokumen (buku teks) dan belum menguji bagaimana konten tersebut diimplementasikan dalam praktik pembelajaran di kelas.	Mengembangkan modul pembelajaran pendamping yang mengisi "celah" materi yang kurang dalam buku teks tersebut menggunakan model Guided Inquiry terintegrasi STEM.
14	Navigating climate change education (CCE): A framework for implementation in Indonesia	Kundariati, M., dkk. (2025)	Mengusulkan kerangka kerja (framework) komprehensif untuk implementasi pendidikan perubahan iklim di tingkat nasional.	Bersifat studi pustaka dan pengembangan kerangka teoritis, sehingga memerlukan uji coba empiris untuk melihat efektivitasnya pada hasil belajar siswa.	Menguji salah satu elemen dari kerangka kerja tersebut melalui penerapan model Problem-Based Learning (PBL) pada topik energi terbarukan di sekolah.
15	Climate change literacy ability profile in junior high school students in Ogan Ilir Regency	Anggraini, M. L., dkk. (2025)	Mendeskripsikan profil literasi perubahan iklim siswa SMP kelas IX berdasarkan tingkat akreditasi sekolah.	Penelitian ini hanya bersifat deskriptif (memotret kemampuan saat ini) dan belum memberikan solusi berupa intervensi model pembelajaran untuk meningkatkan literasi tersebut.	Melakukan penelitian eksperimen untuk meningkatkan profil literasi yang masih rendah tersebut melalui integrasi alat penilaian digital (Quizizz) dalam pembelajaran IPA.
16	The Influence of School Climate and Self-Efficacy on Students' Learning Motivation at SMP Negeri 2 Candi	Islamiyah, A., & Ansyah, E. H. (2024)	Meneliti pengaruh iklim sekolah dan efikasi diri terhadap motivasi belajar siswa SMP menggunakan metode kuantitatif.	Fokus pada variabel psikologis umum (motivasi) dan belum dikaitkan dengan konten materi pelajaran spesifik seperti perubahan iklim.	Mengkaji bagaimana iklim sekolah yang berwawasan lingkungan memengaruhi efikasi diri siswa dalam melakukan tindakan mitigasi perubahan iklim melalui pembelajaran IPA.
17	The Influence of School Climate on Strengthening Student Character Education in SMP Baturaja Timur	Darnela, E., dkk. (2021)	Menganalisis pengaruh iklim sekolah terhadap penguatan pendidikan karakter siswa di jenjang SMP.	Pembahasan karakter masih bersifat umum dan belum menyentuh karakter "peduli lingkungan" atau "literasi iklim" secara mendalam.	Mengembangkan model pembelajaran yang secara spesifik membentuk karakter tanggung jawab ekologis melalui proyek STEM pada materi energi terbarukan.
18	Perubahan Iklim Pendidikan Digital dan Dampaknya di SMP Khoirunnas	Rohman, M. T., & Widyanto, A. F. (2026)	Membahas adaptasi dunia pendidikan terhadap perubahan era digital (digitalisasi pendidikan) dan dampaknya bagi sekolah.	Lebih berfokus pada manajemen perubahan teknologi digital secara institusional, bukan pada konten kurikulum perubahan iklim itu sendiri.	Mengintegrasikan teknologi digital (seperti Quizizz) bukan hanya sebagai alat manajemen, tetapi sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur pemahaman saintifik tentang krisis iklim.
19	Pengaruh Penggunaan Edmodo pada Materi Perubahan Iklim terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Hasil Belajar Siswa SMP	Nurhayati, M. E., dkk. (2022)	Menguji pengaruh platform Edmodo terhadap literasi sains dan hasil belajar kognitif pada materi perubahan iklim di SMP.	Fokus pada penggunaan Learning Management System (LMS) statis (Edmodo) dan belum mengintegrasikan model aktif seperti Inkuiri atau STEM.	Menggunakan platform digital yang lebih interaktif (seperti Quizizz) yang dipadukan dengan Model Inkuiri Terbimbing terintegrasi STEM untuk mengukur Keterampilan Proses Sains.
20	Pengaruh Pendidikan Berkelanjutan terhadap Pemahaman Sustainable Development Goals Perubahan Iklim Siswa SMP Negeri 5 Kota Mojokerto	Virgiawan, D. B., dkk. (2025)	Meneliti dampak sosialisasi pendidikan ekologis dan aksi tanam pohon terhadap pemahaman SDGs terkait perubahan iklim.	Intervensi bersifat kegiatan luar kelas (sosialisasi/aksi) yang tidak terintegrasi langsung dalam kurikulum teknis mata pelajaran IPA secara mendalam.	Mengintegrasikan nilai-nilai SDGs dan mitigasi iklim ke dalam perangkat pembelajaran IPA (Modul/RPP) yang sistematis melalui pendekatan STEM di kelas.
21	Developing RBL-STEM Learning Kits Using Recycled Plastic Bottles as Electroscopes to Enhance Students'	Arifin, M. S., dkk. (2026)	Mengembangkan perangkat pembelajaran RBL-STEM menggunakan botol plastik bekas sebagai elektrooskop	Fokus pada model Research-Based Learning (RBL) dan alat peraga fisik (elektroskop). Belum menyentuh model	Menggunakan model Inkuiri Terbimbing terintegrasi STEM dengan fokus pada pengembangan instrumen Keterampilan Proses Sains

	Climate Change Literacy		untuk meningkatkan literasi perubahan iklim.	Inkuiri Terbimbing dan penggunaan Quizizz sebagai alat evaluasi digital.	(KPS) yang divalidasi secara digital melalui Quizizz.
22	Pelatihan Integrasi Pendidikan Islam dan STEM Melalui Project-Based Learning dalam Menghadapi Perubahan Iklim di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari	Mushlihin, dkk. (2025)	Melatih guru untuk mengintegrasikan nilai-nilai Islam dan STEM melalui model PjBL untuk menghadapi tantangan perubahan iklim.	Fokus utama pada pelatihan guru (pendidik) dan pengabdian masyarakat, belum menguji efektivitas perangkat secara eksperimental terhadap hasil belajar siswa.	Menerapkan model Inkuiri Terbimbing terintegrasi STEM yang berfokus pada peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa SMP secara terukur melalui desain eksperimen.
23	Pengembangan Bahan Ajar Perubahan Iklim Berbasis Literasi Sains Bermuatan Karakter Rasa Ingin Tahu Peserta Didik SMP	Khairunisa, dkk. (2024)	Mengembangkan bahan ajar (modul) perubahan iklim yang valid untuk meningkatkan literasi sains dan karakter rasa ingin tahu siswa SMP.	Penelitian berfokus pada tahap pengembangan produk (validitas) dan belum sampai pada tahap pengujian efektivitas skala luas di kelas.	Menguji efektivitas bahan ajar serupa yang dikombinasikan dengan instrumen penilaian digital (Quizizz) untuk melihat dampak nyata terhadap literasi saintifik siswa.
24	Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas VII SMP Swadhipa 1 Natar pada Materi Perubahan Iklim	Saputri, dkk. (2025)	Mendeskripsikan profil kemampuan literasi sains siswa kelas VII pada materi perubahan iklim menggunakan metode deskriptif kuantitatif.	Hanya bersifat memotret (analisis) kemampuan awal siswa tanpa memberikan tindakan atau intervensi model pembelajaran untuk memperbaiki kemampuan tersebut.	Memberikan solusi atas rendahnya literasi sains tersebut dengan menerapkan intervensi berupa Model Pembelajaran Inovatif (PBL/Inkuiri) yang berorientasi pada isu-isu energi terbarukan.
25	Project-Based Learning and Problem-Based Learning in Improving Climate Change Literacy of Junior High School Students in Disaster-Prone Areas	Peny, A. A. D., dkk. (2022)	Membandingkan efektivitas PjBL dan PBL dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SMP di daerah rawan bencana (Kupang).	Melibatkan pihak eksternal (BMKG) yang mungkin sulit direplikasi di semua sekolah, serta belum secara spesifik mengintegrasikan komponen Engineering (E) dalam kerangka STEM.	Menerapkan model Inkuiri Terbimbing terintegrasi STEM yang lebih mandiri di lingkungan sekolah dengan fokus pada perancangan solusi teknis (Engineering) energi terbarukan.

Berdasarkan analisis tematik terhadap 25 artikel yang dianalisis, ditemukan tiga pola temuan utama. Pertama, tema profil dan tantangan implementasi CCE (12 artikel) menunjukkan bahwa literasi iklim siswa SMP di Indonesia masih berada pada kategori rendah hingga sedang, dipengaruhi oleh penyajian materi yang superfisial dalam buku teks Kurikulum Merdeka, dominasi pembelajaran kognitif tingkat rendah, serta keterbatasan fasilitas laboratorium (Anggraini dkk., 2025; Habibillah & Sakurai, 2026; Saputri dkk., 2025). Kedua, tema efektivitas model pembelajaran aktif (9 artikel) mengungkapkan bahwa model Guided Inquiry, PBL, PjBL, dan integrasi STEM terbukti mampu meningkatkan literasi iklim dan keterampilan proses sains siswa secara signifikan, namun masing-masing masih diterapkan secara parsial tanpa integrasi yang komprehensif (Devi & Hariyono, 2024; Peny dkk., 2022; Arifin dkk., 2026). Ketiga, tema pemanfaatan asesmen digital (4 artikel) menunjukkan bahwa platform seperti Edmodo dan Quizizz memiliki potensi besar sebagai instrumen evaluasi yang meningkatkan motivasi dan literasi digital siswa, tetapi belum diintegrasikan dengan model inkuiri atau pendekatan STEM secara sistematis (Nurhayati dkk., 2022; Hermanto dkk., 2025; Rohman & Widyanto, 2026). Pola temuan ini menegaskan adanya kesenjangan penelitian yang konsisten: belum ada studi yang mengintegrasikan ketiga elemen Guided Inquiry, STEM, dan asesmen digital dalam satu kerangka instruksional yang utuh untuk jenjang SMP.

Tabel 3. State of the Art

No.	Judul Artikel	Penulis & Tahun	Apa yang sudah mapan?	Apa yang sedang berkembang?	Apa yang masih diperdebatkan?	Kelemahan Penelitian Sebelumnya	Celah Penelitian (Research Gap)
1.	Pengaruh Penggunaan Edmodo pada Materi Perubahan Iklim terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Hasil Belajar Siswa SMP	Mila Eka Nurhayati, Indrawati, Iwan Wicaksono (2022)	Media pembelajaran digital seperti Edmodo terbukti meningkatkan literasi sains dan hasil belajar siswa pada materi perubahan iklim.	Penggunaan platform daring yang lebih interaktif dan integrasi literasi sains dengan isu perubahan iklim sedang banyak dikembangkan.	Masih diperdebatkan apakah peningkatan hasil belajar berasal dari media Edmodo itu sendiri atau dari strategi pembelajaran guru yang menyertainya.	Penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah dan satu materi, menggunakan desain post-test only sehingga belum melihat perubahan jangka panjang atau perilaku siswa.	Belum diteliti bagaimana penggunaan media digital dapat mengembangkan tidak hanya literasi sains dan hasil belajar, tetapi juga sikap, kesadaran, dan tindakan nyata siswa terhadap perubahan iklim.
2.	The Influence of School Climate on Strengthening Student Character Education in SMP Baturaja Timur District	Eva Darnela, Bukman Lian, Rohana (2021)	Iklim sekolah yang kondusif terbukti berpengaruh signifikan terhadap penguatan pendidikan karakter siswa.	Kajian mengenai dimensi iklim sekolah (hubungan sosial, lingkungan fisik, keterlibatan warga sekolah) dalam membentuk karakter siswa terus berkembang.	Masih diperdebatkan dimensi iklim sekolah mana yang paling dominan memengaruhi karakter siswa.	Penelitian hanya menyoroti pengaruh iklim sekolah terhadap karakter, tanpa mengaitkan dengan motivasi belajar, self-efficacy, atau hasil akademik siswa.	Belum ada penelitian yang mengintegrasikan iklim sekolah dengan faktor internal siswa, seperti self-efficacy atau literasi perubahan iklim, untuk melihat pengaruh gabungannya terhadap motivasi dan perilaku siswa.
3.	The Influence of School Climate and Self-Efficacy on Students' Learning Motivation at SMP Negeri 2 Candi	Asma' Islamiyah, Eko Hardi Ansyah (2024)	Iklim sekolah dan self-efficacy terbukti bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar siswa.	Penggabungan faktor eksternal (iklim sekolah) dan faktor internal (self-efficacy) mulai banyak dikaji dalam penelitian pendidikan.	Masih diperdebatkan faktor mana yang lebih dominan dalam meningkatkan motivasi belajar: iklim sekolah atau self-efficacy.	Penelitian hanya mengukur motivasi belajar, belum melihat pengaruhnya terhadap perilaku nyata, literasi, atau keterampilan siswa.	Belum ada penelitian yang menghubungkan iklim sekolah dan self-efficacy dengan kemampuan literasi perubahan iklim atau perilaku adaptasi siswa terhadap isu lingkungan.
4.	Climate Change Literacy Ability Profile in Junior High School Students in Ogan Ilir Regency	M. L. Anggraini, E. Destiansari, Meilinda (2025)	Literasi perubahan iklim siswa SMP umumnya berada pada kategori sedang; indikator sikap lebih tinggi dibanding pengetahuan dan tindakan.	Pengukuran literasi perubahan iklim berdasarkan perbedaan akreditasi sekolah dan konteks wilayah rawan bencana mulai berkembang.	Masih diperdebatkan apakah akreditasi sekolah benar-benar menentukan tingkat literasi perubahan iklim siswa.	Penelitian bersifat deskriptif sehingga belum menjelaskan faktor penyebab rendahnya literasi atau strategi peningkatannya.	Belum ada penelitian eksperimen yang menguji model, media, atau kondisi sekolah tertentu untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa secara nyata.
5.	Navigating Climate Change Education (CCE): A Framework for Implementation in Indonesia	Maisuna Kundariati, I. Ibrohim, Fatchur Rohman, Safwatun Nida, Rifka Fachrunnisa, Sarah Abdul Razak (2025)	Pendidikan perubahan iklim (CCE) telah diakui penting dan dapat diintegrasikan dalam mata pelajaran IPA, Biologi, Fisika, Kimia, dan Geografi.	Framework CCE yang menekankan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan perilaku siswa sedang berkembang, termasuk pendekatan berbasis proyek dan kolaboratif.	Masih diperdebatkan apakah CCE sebaiknya diajarkan sebagai mata pelajaran khusus atau diintegrasikan ke berbagai mata pelajaran.	Penelitian berupa review konseptual sehingga belum menguji langsung efektivitas framework CCE di sekolah.	Belum ada penelitian empiris di SMP Indonesia yang menguji bagaimana framework CCE diterapkan melalui media pembelajaran, iklim sekolah, dan self-efficacy untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa.
6.	Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis	Silfia Ainurrohman & Sudarti (2022)	Sudah mapan bahwa pemanasan global disebabkan oleh aktivitas manusia	Kajian mulai berkembang pada upaya mitigasi dan adaptasi perubahan	Masih diperdebatkan seberapa besar kontribusi masing-masing faktor manusia	Penelitian hanya berupa studi literatur sehingga tidak mengukur secara langsung pemahaman atau	Belum diteliti bagaimana pemahaman dan literasi sains siswa SMP terhadap perubahan iklim

			dan berdampak pada cuaca ekstrem, kenaikan muka laut, sektor pertanian, dan kesehatan. Hubungan antara global warming dan perubahan iklim juga telah dipahami secara ilmiah.	iklim, terutama melalui pendidikan lingkungan dan perubahan perilaku masyarakat.	dan alam terhadap percepatan perubahan iklim di Indonesia serta strategi yang paling efektif untuk menurunkan emisi.	tindakan peserta didik terhadap isu perubahan iklim.	dapat ditingkatkan melalui model pembelajaran yang kontekstual dan berbasis masalah.
7.	Project-Based Learning and Problem-Based Learning in Improving Climate Change Literacy of Junior High School Students in Disaster-Prone Areas	Adrianus Aleksander Dominggus Peny, Ari Widodo, & Rini Solihat (2022)	Sudah mapan bahwa model Project Based Learning (PjBL) dan Problem Based Learning (PBL) dapat meningkatkan pengetahuan dan keyakinan siswa tentang perubahan iklim.	Yang sedang berkembang adalah penerapan experiential learning, kolaborasi dengan BMKG, serta penggunaan proyek nyata seperti penanaman pohon dan publikasi di media sosial.	Masih diperdebatkan model mana yang lebih efektif antara PjBL dan PBL dalam meningkatkan literasi perubahan iklim, terutama pada aspek tindakan nyata dan retensi jangka panjang.	Penelitian dilakukan hanya pada satu sekolah di daerah rawan bencana dengan jumlah sampel terbatas dan berfokus pada pengetahuan serta keyakinan siswa.	Belum diteliti bagaimana model PBL atau PjBL dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada indikator menjelaskan fenomena ilmiah dan mendesain penyelidikan ilmiah di sekolah dengan kondisi berbeda.
8.	Evaluating Climate Change Education in Indonesia's Merdeka Curriculum: A Content Analysis of Lower Secondary School Textbooks	Daffa Afiz Habibillah & R. Sakurai (2026)	Sudah mapan bahwa Kurikulum Merdeka memuat materi perubahan iklim di berbagai mata pelajaran dan terdapat progresi materi dari kelas VII hingga IX.	Sedang berkembang analisis isi buku teks yang lebih mendalam, termasuk analisis visual, keterkaitan lokal, dan pengembangan pembelajaran perubahan iklim yang lebih menarik.	Masih diperdebatkan apakah materi perubahan iklim dalam Kurikulum Merdeka sudah cukup efektif, relevan dengan konteks lokal Indonesia, dan mampu mendorong tindakan nyata siswa.	Penelitian hanya menganalisis isi buku teks tanpa mengukur dampaknya terhadap pengetahuan, kesadaran, dan perilaku siswa di kelas.	Belum diteliti hubungan antara isi buku teks Kurikulum Merdeka dengan tingkat literasi sains dan kemampuan siswa memahami isu perubahan iklim secara nyata.
9.	Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas VII SMP Swadhipa 1 Natar pada Materi Perubahan Iklim	Wulan Aji Saputri, Dina Maulina, & Wisnu Juli Wiono (2025)	Sudah mapan bahwa kemampuan literasi sains siswa pada materi perubahan iklim di Indonesia masih tergolong rendah, terutama pada indikator menjelaskan fenomena ilmiah dan mendesain penyelidikan ilmiah.	Sedang berkembang penggunaan model pembelajaran inovatif dan kontekstual seperti Problem Based Learning untuk meningkatkan literasi sains siswa.	Masih diperdebatkan faktor mana yang paling memengaruhi rendahnya literasi sains siswa: metode pembelajaran, minat baca, kemampuan berpikir kritis, atau lingkungan belajar.	Penelitian hanya bersifat deskriptif sehingga tidak menguji model pembelajaran tertentu yang mampu meningkatkan literasi sains siswa.	Belum diteliti secara eksperimen apakah penerapan model Problem Based Learning atau Project Based Learning dapat meningkatkan literasi sains siswa pada materi perubahan iklim.
10.	Climate change education in Indonesia's formal education: a policy analysis	Kelvin Tang (2024)	Pendidikan perubahan iklim di Indonesia mulai diakui penting dalam kebijakan nasional. Kurikulum Merdeka telah memasukkan isu perubahan iklim dan	Sedang berkembang upaya integrasi pendidikan perubahan iklim secara lebih eksplisit ke dalam kurikulum nasional melalui penyusunan peta	Masih diperdebatkan apakah pendidikan perubahan iklim sebaiknya dijadikan mata pelajaran tersendiri atau diintegrasikan ke berbagai mata pelajaran.	Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas pengetahuan siswa, kurikulum, atau persepsi guru tentang perubahan iklim, tetapi belum mengkaji secara menyeluruh	Belum banyak penelitian yang menelaah bagaimana sinkronisasi antar kementerian, kebijakan, dan implementasi di sekolah dapat memperkuat pendidikan perubahan iklim di

			keberlanjutan ke beberapa mata pelajaran, terutama IPA, fisika, kimia, dan sosiologi. Program seperti P5, SPAB, dan Adiwiyata juga telah menjadi sarana pendidikan iklim di sekolah.	kompetensi khusus pendidikan iklim dan rencana kurikulum khusus CCE (Climate Change Education). Selain itu, mulai berkembang kolaborasi antara kebijakan pendidikan dan kebijakan perubahan iklim.	Selain itu, masih diperdebatkan sejauh mana pendidikan iklim harus lebih menekankan aspek ekonomi, keterampilan kerja hijau, atau pembentukan karakter dan perilaku ramah lingkungan.	hubungan antara kebijakan perubahan iklim dan kebijakan pendidikan. Penelitian terdahulu juga umumnya berfokus pada negara maju, sehingga konteks Indonesia masih kurang dikaji.	Indonesia. Masih diperlukan penelitian mengenai efektivitas integrasi CCE dalam Kurikulum Merdeka dan dampaknya terhadap pengetahuan, sikap, serta tindakan siswa terhadap perubahan iklim.
11.	Pengembangan Bahan Ajar Perubahan Iklim Berbasis Literasi Sains Bermuatan Karakter Rasa Ingin Tahu Peserta Didik SMP	Khairunisa, Chairil Faif Pasani, Sauqina (2024)	Bahan ajar perubahan iklim berbasis literasi sains telah dinyatakan valid dan layak digunakan untuk siswa SMP. Literasi sains terbukti dapat membentuk karakter rasa ingin tahu peserta didik.	Pengembangan bahan ajar yang memadukan isu perubahan iklim dengan karakter dan literasi sains terus berkembang untuk mendukung pembelajaran kontekstual.	Masih diperdebatkan apakah bahan ajar yang valid benar-benar efektif meningkatkan perilaku peduli lingkungan dan hasil belajar siswa dalam jangka panjang.	Penelitian hanya berfokus pada validasi ahli dan belum diuji langsung kepada siswa di kelas.	Belum diteliti efektivitas bahan ajar perubahan iklim berbasis literasi sains terhadap peningkatan hasil belajar, literasi iklim, dan karakter siswa SMP melalui implementasi langsung di sekolah.
12.	Pelatihan Integrasi Pendidikan Islam dan STEM untuk Pembelajaran Perubahan Iklim di Pulau Pari	Mushlihin dkk. (2025)	Integrasi nilai-nilai Islam dan STEM dalam pembelajaran perubahan iklim dianggap relevan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kesadaran lingkungan siswa.	Model pembelajaran berbasis STEM yang dipadukan dengan nilai agama dan isu lokal seperti perubahan iklim di Pulau Pari sedang berkembang.	Masih diperdebatkan apakah integrasi nilai agama dan STEM dapat diterapkan secara luas di berbagai sekolah dengan karakteristik berbeda.	Penelitian hanya berupa pelatihan dan belum mengembangkan modul atau mengukur dampak langsung terhadap siswa.	Belum diteliti model pembelajaran atau modul perubahan iklim berbasis STEM dan nilai agama yang diuji langsung pada siswa SMP untuk melihat pengaruhnya terhadap literasi dan tindakan lingkungan.
13.	Perubahan Iklim Pendidikan Digital dan Dampaknya di SMP Khoirunnas	M. Taufiqur Rohman, Andhika Fatchur Widyanto (2026)	Penggunaan teknologi digital seperti komputer, laptop, dan media interaktif terbukti meningkatkan antusiasme serta literasi digital siswa.	Pembelajaran digital yang terstruktur melalui laboratorium komputer, konten offline, dan pengawasan ketat terus berkembang di sekolah berbasis pesantren.	Masih diperdebatkan apakah digitalisasi pembelajaran tetap efektif ketika perangkat terbatas dan siswa tidak diperbolehkan membawa HP.	Penelitian hanya bersifat kualitatif dan lebih menyoroti sarana serta hambatan digitalisasi, bukan hasil belajar atau literasi perubahan iklim siswa.	Belum diteliti bagaimana media digital dapat digunakan secara khusus untuk meningkatkan pemahaman siswa SMP mengenai perubahan iklim dan pendidikan lingkungan.
14.	Pengaruh Pendidikan Berkelanjutan terhadap Pemahaman Sustainable Development Goals Perubahan Iklim Siswa SMP Negeri 5 Kota Mojokerto	Dhimas Bagus Virgiawan dkk. (2025)	Kegiatan sosialisasi dan penanaman pohon terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap SDGs perubahan iklim. Pendekatan yang memadukan teori dan praktik dinilai efektif.	Pendidikan ekologi berbasis aksi nyata, seperti penanaman pohon dan pembelajaran kontekstual, sedang berkembang untuk meningkatkan	Masih diperdebatkan apakah aksi nyata saja cukup meningkatkan pemahaman, atau harus disertai sosialisasi dan materi yang lebih mendalam.	Penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah dan menggunakan sampel terbatas. Selain itu, kegiatan hanya berfokus pada penanaman pohon.	Belum diteliti model pendidikan perubahan iklim yang memadukan sosialisasi, media pembelajaran digital, dan aksi nyata pada siswa SMP di berbagai sekolah.

				kesadaran lingkungan siswa.			
15	Integrasi Pendidikan Perubahan Iklim dalam Kurikulum dan Budaya Sekolah: Studi Kasus di SMA Sukma Bangsa Lhokseumawe	Sarlivanti (2025)	Integrasi pendidikan perubahan iklim melalui kurikulum, budaya sekolah, dan Green School Project terbukti mampu meningkatkan literasi lingkungan dan perilaku siswa.	Pembelajaran berbasis proyek lintas mata pelajaran, budaya sekolah ramah lingkungan, dan kolaborasi global guru sedang berkembang sebagai model pendidikan perubahan iklim.	Masih diperdebatkan apakah model seperti Green School Project dapat diterapkan di sekolah lain yang tidak memiliki dukungan fasilitas dan kolaborasi internasional.	Penelitian hanya dilakukan di satu sekolah unggulan dan belum membahas penerapan model pada jenjang SMP atau sekolah dengan sarana terbatas.	Belum diteliti model integrasi pendidikan perubahan iklim dalam kurikulum dan budaya sekolah pada tingkat SMP dengan kondisi sekolah biasa dan sumber daya terbatas.
16.	Climate Change Education Implementation: The Voices of Policymakers, Professional Development Providers, and Teachers in Five Countries	Orit Ben Zvi Assaraf dkk. (2025)	Pendidikan perubahan iklim telah diakui penting dan sudah mulai dimasukkan ke dalam kurikulum di berbagai negara. Terdapat kesepakatan bahwa pendidikan perubahan iklim harus bersifat lintas disiplin dan didukung oleh pembelajaran aktif.	Pengembangan pendidikan perubahan iklim lintas mata pelajaran, dukungan pemerintah, pelatihan guru, serta penyediaan sumber belajar terus berkembang di Australia, Inggris, Finlandia, Indonesia, dan Israel.	Masih diperdebatkan bagaimana posisi pendidikan perubahan iklim dalam kurikulum: apakah sebagai mata pelajaran tersendiri atau terintegrasi lintas mata pelajaran. Selain itu, masih diperdebatkan bentuk pengetahuan perubahan iklim yang perlu diajarkan, apakah cukup aspek sains atau juga emosi, etika, dan tindakan nyata.	Penelitian hanya menggunakan wawancara dengan jumlah responden terbatas di lima negara sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan. Penelitian juga belum menguji dampak implementasi pendidikan perubahan iklim terhadap siswa.	Belum diteliti model implementasi pendidikan perubahan iklim yang konkret di sekolah Indonesia, khususnya pada jenjang SMP, serta pengaruhnya terhadap literasi iklim, sikap, dan perilaku siswa.
17.	Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan	Juwintar Febriani Arwan, Laksmi Dewi, Dinn Wahyudin (2021)	Pendidikan berbasis perubahan iklim dinilai penting untuk meningkatkan kapasitas siswa dalam menghadapi dampak perubahan iklim dan mendukung pembangunan berkelanjutan.	Integrasi perubahan iklim ke dalam kurikulum sekolah dan program Sekolah Penggerak sedang berkembang sebagai upaya pemerintah untuk menjawab tantangan pendidikan perubahan iklim.	Masih diperdebatkan apakah perubahan iklim sebaiknya diajarkan sebagai materi tersendiri atau cukup diintegrasikan dalam mata pelajaran IPA dan lingkungan.	Artikel lebih bersifat konseptual dan kajian pustaka, sehingga belum memberikan contoh implementasi nyata di sekolah atau data empiris mengenai hasil belajar siswa.	Belum diteliti efektivitas kurikulum berbasis perubahan iklim terhadap peningkatan literasi, kesadaran, dan tindakan siswa di sekolah menengah.
18.	Kondisi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Ditinjau dari Kesadaran Lingkungan di Sekolah	Sisean Baga, Ahmad Khoiri, Deden Ibnu Aqil, Taufiqurrahman (2024)	Guru dan peserta didik umumnya telah memiliki sikap pro-lingkungan, misalnya membuang sampah pada tempatnya, mematikan keran	Penguatan kesadaran lingkungan melalui pembelajaran dan kebiasaan sehari-hari di sekolah terus berkembang, terutama pada	Masih diperdebatkan karena meskipun guru tampak pro-lingkungan, hasil wawancara menunjukkan masih dominan cara pandang	Penelitian hanya dilakukan pada 56 siswa dan guru di dua sekolah Jakarta Barat sehingga ruang lingkupnya terbatas. Penelitian juga hanya mengukur	Belum diteliti hubungan antara model pembelajaran perubahan iklim dengan perubahan sikap, kesadaran, dan perilaku nyata siswa maupun guru di sekolah.

			air, dan mendukung penghijauan.	aspek perilaku hemat energi dan pengelolaan sampah.	antroposentris, yaitu menganggap lingkungan dapat terus dimanfaatkan tanpa menimbulkan dampak besar.	sikap, belum menghubungkannya dengan proses pembelajaran atau perilakunya.	
19.	Pembelajaran Materi Perubahan Iklim dengan Model Guided Inquiry Menggunakan Pendekatan Socio Scientific Issues (SSI) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA	Fitri Diana Devi, Eko Hariyono (2024)	Model guided inquiry dengan pendekatan SSI terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi perubahan iklim. Nilai N-gain berada pada kategori sedang dan respons siswa sangat baik.	Pembelajaran perubahan iklim berbasis isu sosial-ilmiah dan inkuiri terus berkembang sebagai strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis.	Masih diperdebatkan apakah model guided inquiry berbasis SSI lebih efektif dibandingkan model lain, misalnya problem based learning atau project based learning.	Penelitian hanya menggunakan desain one-group pretest-posttest tanpa kelompok kontrol dan dilakukan pada siswa SMA di satu sekolah.	Belum diteliti efektivitas model guided inquiry berbasis SSI pada siswa SMP atau dalam meningkatkan literasi iklim dan perilaku lingkungan selain keterampilan berpikir kritis.
20.	Analisis Digital Skills dalam Menghadapi Tantangan Perubahan Iklim	Fredy Hermanto (2025)	Keterampilan digital dianggap penting untuk membantu masyarakat memahami informasi perubahan iklim dan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi.	Penggunaan teknologi digital, literasi digital, dan kemampuan mencari informasi berbasis internet sedang berkembang sebagai sarana menghadapi isu perubahan iklim.	Masih diperdebatkan apakah tingginya kemampuan digital otomatis membuat seseorang lebih peduli terhadap perubahan iklim dan berperilaku ramah lingkungan.	Penelitian lebih berfokus pada kemampuan digital secara umum dan belum mengaitkan langsung dengan pendidikan perubahan iklim di sekolah.	Belum diteliti bagaimana integrasi literasi digital dan pendidikan perubahan iklim dapat meningkatkan kesadaran serta tindakan siswa dalam menghadapi perubahan iklim.
21.	Climate Change Education Challenges in Indonesia: Educators' Perspective	Tessalonika Damaris Ayu Pitaloka (2025)	Pendidikan perubahan iklim sudah mulai diterapkan di sekolah melalui P5 dan program Adiwiyata. Guru mulai mengintegrasikan materi perubahan iklim ke dalam mata pelajaran yang diajarkan.	Pengembangan panduan Pendidikan Perubahan Iklim (CCE Guidebook), pelatihan guru, dan integrasi materi sesuai kerentanan wilayah sedang berkembang.	Masih diperdebatkan apakah integrasi perubahan iklim dalam kurikulum Merdeka sudah cukup, atau perlu menjadi mata pelajaran khusus. Selain itu, masih diperdebatkan bagaimana mengatasi kesenjangan antarwilayah.	Penelitian hanya melibatkan 3 guru dari SD, SMP, dan SMA di tiga daerah, tanpa observasi langsung di kelas sehingga hasilnya berpotensi bias.	Belum diteliti secara langsung implementasi pendidikan perubahan iklim di SMP dengan observasi pembelajaran, kesiapan guru, dan dampaknya terhadap literasi iklim siswa.
22.	Integration of Climate Change in the Education Curriculum in Republic of Indonesia	Imas Siti Masuroh & Dede Aji Mardani (2024)	Integrasi perubahan iklim dalam kurikulum dipandang penting untuk membangun kesadaran dan perilaku peduli lingkungan sejak dini. Pembelajaran lintas mata pelajaran dan project-based learning dinilai efektif.	Penggunaan proyek lingkungan, kolaborasi dengan komunitas, pemanfaatan teknologi, dan pelatihan guru untuk mengajarkan perubahan iklim semakin berkembang.	Masih diperdebatkan apakah perubahan iklim lebih efektif diajarkan sebagai mata pelajaran tersendiri atau terintegrasi dalam semua mata pelajaran.	Penelitian bersifat konseptual dan berbasis studi pustaka, sehingga belum menunjukkan data empiris tentang implementasi di sekolah.	Belum diteliti efektivitas integrasi kurikulum perubahan iklim di sekolah Indonesia, terutama pada jenjang SMP dan kaitannya dengan hasil belajar siswa.

23.	Climate Change Education Implementation: The Voices of Policymakers, Professional Development Providers, and Teachers in Five Countries	Orit Ben Zvi Assaraf dkk. (2025)	Terdapat kesepakatan bahwa pendidikan perubahan iklim penting dan sebaiknya diterapkan lintas mata pelajaran. Semua negara yang diteliti menilai bahwa perubahan iklim harus menjadi bagian kurikulum.	Dukungan kebijakan, pelatihan guru, penyediaan sumber belajar, dan kolaborasi antara guru dengan ahli sedang berkembang di berbagai negara, termasuk Indonesia.	Masih diperdebatkan bagaimana bentuk implementasi lintas kurikulum yang paling efektif, karena pada praktiknya pendidikan perubahan iklim masih dominan di IPA dan Geografi.	Penelitian hanya berdasarkan persepsi pembuat kebijakan, pelatih, dan guru dari lima negara, belum melihat secara langsung dampaknya terhadap siswa.	Belum diteliti model implementasi pendidikan perubahan iklim yang paling efektif di sekolah Indonesia, khususnya SMP, dan pengaruhnya terhadap literasi serta tindakan siswa.
24.	What Triggers Climate Action: The Impact of a Climate Change Education Program on Students' Climate Literacy and Their Willingness to Act	Miloslav Kolenatý, Roman Kroufek, Jan Činčera (2022)	Pengetahuan tentang perubahan iklim terbukti meningkatkan kepedulian, efikasi diri, dan kemauan siswa untuk bertindak. Literasi iklim menjadi faktor awal yang penting untuk mendorong aksi nyata.	Program pendidikan perubahan iklim berbasis jejak karbon, aksi nyata, dan pengalaman langsung sedang berkembang untuk meningkatkan keterlibatan siswa.	Masih diperdebatkan apakah peningkatan pengetahuan saja cukup untuk mendorong perilaku pro-lingkungan, atau harus disertai faktor lain seperti emosi dan dukungan sosial.	Penelitian dilakukan di luar Indonesia dan konteks sekolahnya berbeda, sehingga belum tentu sesuai dengan kondisi sekolah Indonesia.	Belum diteliti apakah peningkatan literasi iklim pada siswa SMP Indonesia juga dapat meningkatkan kemauan bertindak terhadap perubahan iklim.
25.	Developing RBL-STEM Learning Kits Using Recycled Plastic Bottles as Electroscopes to Enhance Students' Climate Change Literacy	Moh. Samsul Arifin, Rina Sugiarti Dwi Gita, Eges Triwahyuni (2026)	Pendekatan Research-Based Learning (RBL) yang dipadukan dengan STEM terbukti valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SMP. Penggunaan media sederhana dari botol plastik bekas sebagai elektrooskop juga terbukti layak dan dapat diterapkan di sekolah dengan fasilitas laboratorium terbatas.	Pengembangan perangkat pembelajaran yang menggabungkan RBL-STEM, eksperimen kontekstual, daur ulang limbah plastik, dan isu perubahan iklim sedang berkembang. Integrasi modul, LKPD, eksperimen, serta aktivitas analisis data untuk meningkatkan literasi iklim juga semakin banyak dikembangkan.	Masih diperdebatkan apakah peningkatan literasi perubahan iklim terutama disebabkan oleh model RBL-STEM, penggunaan media elektrooskop dari botol plastik, atau karena siswa terlibat dalam eksperimen langsung. Selain itu, masih diperdebatkan apakah model ini dapat diterapkan secara efektif di sekolah lain dengan karakteristik dan fasilitas berbeda.	Penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah, yaitu SMPN 2 Silo, dengan sampel 70 siswa dan tanpa kelompok kontrol. Penelitian juga hanya mengukur peningkatan literasi perubahan iklim jangka pendek melalui pretest dan posttest, belum melihat dampak jangka panjang terhadap perilaku lingkungan siswa.	Belum diteliti efektivitas perangkat pembelajaran RBL-STEM berbasis botol plastik bekas pada sekolah lain, khususnya dengan membandingkan kelompok eksperimen dan kontrol. Selain itu, belum diteliti apakah peningkatan literasi perubahan iklim melalui perangkat ini dapat bertahan dalam jangka panjang dan memengaruhi perilaku nyata siswa terhadap lingkungan.

1. Pola Peningkatan Literasi Iklim. Secara umum, penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran aktif seperti Guided Inquiry, Problem-Based Learning (PBL), dan pendekatan STEM berkontribusi terhadap peningkatan literasi iklim siswa. Namun demikian, peningkatan tersebut cenderung terfokus pada aspek kognitif dan belum secara konsisten berimplikasi pada perubahan perilaku ekologis.
2. Variasi Metode Penelitian. Analisis menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian menggunakan desain quasi-experimental, pre-experimental, dan deskriptif. Dominasi

pendekatan ini mengindikasikan bahwa kekuatan evidensi empiris masih terbatas dan belum banyak didukung oleh desain eksperimen yang lebih kuat.

3. Keterbatasan Desain Penelitian. Ditemukan pola keterbatasan metodologis yang relatif konsisten, meliputi: Ukuran sampel yang terbatas; Durasi intervensi yang singkat; Ketiadaan kelompok kontrol; Minimnya pengukuran dampak jangka panjang
4. Analisis Pola, Anomali, dan Kesenjangan. Sintesis terhadap tabel menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih mengkaji variabel secara parsial. Anomali ditemukan pada beberapa studi yang menunjukkan peningkatan pengetahuan tanpa diikuti perubahan perilaku. Hal ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara pemahaman konseptual dan implementasi praktis. Selain itu, efektivitas model pembelajaran tidak bersifat universal. Dalam kondisi tertentu, penerapan model inovatif tidak memberikan hasil optimal akibat dipengaruhi oleh durasi pembelajaran, kesiapan awal siswa, kompetensi pedagogis guru, serta keterbatasan fasilitas.
5. Research Gap. Berdasarkan hasil sintesis terhadap artikel-artikel yang dianalisis, penelitian ini mengidentifikasi tiga kesenjangan utama yang masih belum terjawab dalam kajian Climate Change Education (CCE) di jenjang SMP. Pertama, gap variabel. Sebagian besar penelitian masih mengkaji komponen pembelajaran secara parsial, seperti penerapan Guided Inquiry, pendekatan STEM, atau penggunaan asesmen digital secara terpisah. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara komprehensif mengintegrasikan ketiga komponen tersebut dalam satu desain pembelajaran yang utuh. Padahal, integrasi ketiganya berpotensi memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap peningkatan literasi iklim dan keterampilan proses sains siswa. Kedua, gap konteks. Penelitian yang ada umumnya dilakukan pada lokasi dan karakteristik sekolah tertentu dengan cakupan yang terbatas, baik dari segi wilayah geografis, kondisi fasilitas, maupun latar belakang siswa. Hal ini menyebabkan temuan penelitian sulit untuk digeneralisasi secara luas, terutama dalam konteks keberagaman kondisi sekolah di Indonesia. Dengan demikian, masih diperlukan penelitian yang mencakup konteks yang lebih beragam untuk memperoleh gambaran yang lebih representatif. Ketiga, gap metodologi. Sebagian besar penelitian masih didominasi oleh desain quasi-experimental dan pre-experimental dengan keterbatasan pada ukuran sampel, tidak adanya kelompok kontrol, serta durasi intervensi yang relatif singkat. Selain itu, penelitian longitudinal yang mampu mengukur dampak jangka panjang terhadap perubahan perilaku siswa masih sangat terbatas. Kondisi ini menunjukkan perlunya penguatan desain penelitian yang lebih robust untuk menghasilkan evidensi yang lebih kuat dan komprehensif.

Pembahasan

Sintesis sistematis terhadap 25 artikel yang diterbitkan dalam kurun 2022–2026 mengungkapkan tiga temuan tematik utama yang saling berkaitan dalam konteks CCE di jenjang SMP Indonesia. Pertama, kajian literatur mengonfirmasi bahwa profil literasi iklim siswa SMP masih terkendala oleh rendahnya kedalaman materi dalam buku teks dan marginalisasi isu ekologi dalam implementasi kurikulum operasional (Anggraini dkk., 2025; Habibillah & Sakurai, 2026). Kedua, berbagai penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran aktif seperti PBL dan Guided Inquiry memiliki potensi dalam meningkatkan literasi iklim, namun implementasinya di lapangan sering kali masih bersifat parsial, dengan generalisasi sampel yang sempit, dan belum menyentuh aspek keterampilan proses sains secara menyeluruh (Pitaloka, 2025; Kole natý dkk., 2022; Saputri dkk., 2025). Ketiga, pemanfaatan asesmen digital masih terbatas pada fungsi manajemen pembelajaran, dan belum diintegrasikan dengan model inkuiri aktif secara sistematis (Nurhayati dkk., 2022; Hermanto dkk., 2025). Terdapat diskrepansi yang nyata antara pemahaman konseptual siswa dengan

kemampuan aplikasi praktis dalam memitigasi dampak pemanasan global (Ainurrohmah & Sudarti, 2022).

Berdasarkan sintesis ketiga tema tersebut, kajian ini mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang konsisten: belum ada studi yang secara terpadu mengintegrasikan model Guided Inquiry terstruktur, pendekatan STEM, dan asesmen digital berbasis gamifikasi dalam satu kerangka instruksional untuk CCE di jenjang SMP. Studi Arifin dkk. (2026) menunjukkan potensi integrasi STEM dalam meningkatkan literasi iklim melalui perangkat berbasis rekayasa, namun belum menyentuh dimensi asesmen digital. Sementara itu, Devi & Hariyono (2024) membuktikan efektivitas Guided Inquiry berbasis SSI pada level SMA, namun belum diuji pada konteks SMP dengan integrasi STEM yang komprehensif. Di sisi lain, Hermanto dkk. (2025) menegaskan pentingnya keterampilan digital dalam adaptasi perubahan iklim, tetapi belum mengaitkannya dengan instrumen evaluasi yang terintegrasi dalam skenario inkuiri. Temuan-temuan ini secara kolektif menegaskan bahwa pendekatan parsial tidak lagi memadai untuk membekali siswa SMP dengan literasi iklim yang komprehensif. Sintesis SLR ini memberikan landasan teoretis bagi penelitian lanjutan yang dapat mengembangkan dan menguji secara empiris kerangka instruksional yang memadukan ketiga elemen tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur sistematis terhadap 25 artikel periode 2022–2026, studi ini menghasilkan tiga temuan utama. Pertama, profil literasi iklim siswa SMP di Indonesia masih berada pada kategori rendah hingga sedang, dipicu oleh penyajian materi yang superfisial dalam buku teks Kurikulum Merdeka, keterbatasan fasilitas, dan minimnya pembelajaran kontekstual yang berorientasi pada isu nyata perubahan iklim. Kedua, model pembelajaran aktif berbasis Guided Inquiry dan pendekatan STEM terbukti efektif dalam meningkatkan literasi iklim dan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa, namun seluruh studi yang ditelaah masih mengimplementasikannya secara parsial dan terpisah-pisah. Ketiga, asesmen digital berbasis platform Quizizz dan Edmodo menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan motivasi dan literasi digital siswa, tetapi belum pernah diintegrasikan secara sistematis dengan model Guided Inquiry dan STEM dalam satu skenario pembelajaran yang utuh di jenjang SMP. Implikasi dari ketiga temuan tersebut sangat relevan bagi pengembangan penelitian berikutnya. Secara teoretis, studi ini menegaskan perlunya kerangka instruksional yang mengintegrasikan Guided Inquiry, STEM, dan asesmen digital sebagai satu kesatuan yang koheren dalam pembelajaran CCE di SMP bukan sebagai elemen yang berdiri sendiri. Secara praktis, temuan ini memberikan arah bagi guru IPA dan pengembang kurikulum untuk merancang perangkat pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan kompetensi kognitif, tetapi juga memperkuat Keterampilan Proses Sains dan karakter peduli lingkungan siswa. Bagi peneliti, hasil sintesis ini dapat menjadi peta jalan (roadmap) untuk merancang studi eksperimental yang menguji secara empiris efektivitas integrasi ketiga elemen tersebut dalam konteks pembelajaran IPA SMP di Indonesia, sekaligus menjawab kesenjangan yang ditemukan dalam literatur yang telah ditelaah.

Saran

Berdasarkan hasil sintesis, disarankan agar penelitian selanjutnya mengembangkan model pembelajaran yang mengintegrasikan Guided Inquiry, pendekatan STEM, dan asesmen digital dalam satu kerangka yang utuh untuk meningkatkan literasi iklim siswa secara komprehensif. Selain itu, penelitian perlu dilakukan pada konteks yang lebih beragam agar hasilnya lebih representatif. Dari sisi metodologi, penggunaan desain eksperimen yang lebih kuat serta studi longitudinal diperlukan untuk mengukur dampak jangka panjang terhadap perubahan perilaku siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.24905/phi.v8i1.130>
- Anggraini, M. L., Destiansari, E., & Meilinda, M. (2025). Climate change literacy ability profile in junior high school students in Ogan Ilir Regency. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(2), 275-289. <http://doi.org/10.31932/jpbio.v10i2.4125>
- Arifin, M. S., Gita, R. S. D., & Triwahyuni, E. (2026). Developing RBL-STEM learning kits using recycled plastic bottles as electroscopes to enhance students' climate change literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(1), 1-13.
- Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2022). Urgensi pendidikan berbasis perubahan iklim untuk pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 22(2), 1-16. <https://doi.org/10.21009/PLPB.222.01>
- Assaraf, O. B. Z., Dawson, V., Eilam, E., Gokpinar, T., Goldman, D., Naugauker, N., Putri, G. A. P. E., Subiantoro, A. W., Tolppanen, S., White, P., Quinton, H. W., & Dillon, J. (2025). Climate change education implementation: the voices of policymakers, professional development providers, and teachers in five countries. *International Journal of Science Education*, 47(2), 191-213. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2314572>
- Baga, S., Khoiri, A., Agil, D. I., & Taufiqurrahman. (2024). Kondisi pendidikan berbasis perubahan iklim ditinjau dari kesadaran lingkungan di sekolah. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 1826-1835. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1826>
- Darnela, E., Lian, B., & Rohana. (2021). The influence of school climate on strengthening student character education in SMP Baturaja Timur. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 565, 76-80.
- Devi, F. D., & Hariyono, E. (2024). Pembelajaran materi perubahan iklim dengan model Guided Inquiry menggunakan pendekatan Socio Scientific Issues (SSI) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(1), 16-24. <https://doi.org/10.58706/jipp.v3i1.155>
- Espinola, E. C., & Roleda, L. S. (2025). Climate change perception, action, and hope among high school students: Insights for science education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(3), 536-549. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.24494>
- Habibillah, D. A., & Sakurai, R. (2026). Evaluating climate change education in Indonesia's Merdeka curriculum: a content analysis of lower secondary school textbooks. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2026.2629515>
- Hermanto, F., Sholeh, M., Lukitawati, L., & Saddam. (2025). Analisis digital skills peserta didik untuk membangun kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 8(1), 55-69. <https://doi.org/10.31764/pendekar.v8i1.1421>
- Islamiyah, A., & Ansyah, E. H. (2024). The influence of school climate and self-efficacy on students' learning motivation at SMP Negeri 2 Candi. *INSPIRE: International Symposium on Global Education, Psychology, and Cultural Synergy*, 1-14.
- Khairunisa, Pasani, C. F., & Sauqina. (2024). Pengembangan bahan ajar perubahan iklim berbasis literasi sains bermuatan karakter rasa ingin tahu peserta didik SMP. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(3), 37-46. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i3.52>
- Kolenatý, M., Kroufek, R., & Činčera, J. (2022). What triggers climate action: The impact of a climate change education program on students' climate literacy and their willingness to act. *Sustainability*, 14(16), 10365. <https://doi.org/10.3390/su141610365>

- Kundariati, M., Ibrohim, I., Rohman, F., Nida, S., Fachrunnisa, R., & Razak, S. A. (2025). Navigating climate change education (CCE): A framework for implementation in Indonesia. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(3), 1028-1041. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i3.3521>
- Mardani, D. A., & Masuroh, I. S. (2024). Integration of climate change in the education curriculum in Republic of Indonesia. *Proceedings of the 1st International Conference On Islamic Education And Islamic Business (ICOBEI)*, 1-12.
- Mushlihin, Wajdi, F., Narulita, S., Siregar, F. L. S., & Puspita, A. (2025). Pelatihan integrasi pendidikan Islam dan STEM melalui Project-Based Learning dalam menghadapi perubahan iklim di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari. *Satwika: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(1), 8-16. <https://doi.org/10.21009/satwika.050102>
- Nurhayati, M. E., Indrawati, & Wicaksono, I. (2022). Pengaruh penggunaan Edmodo pada materi perubahan iklim terhadap kemampuan literasi sains dan hasil belajar siswa SMP. *Pancasakti Science Education Journal*, 7(2), 76-88. <https://doi.org/10.24905/psej.v7i2.130>
- Peny, A. A. D., Widodo, A., & Solihat, R. (2022). Project-Based Learning and Problem-Based Learning in improving climate change literacy of junior high school students in disaster-prone areas. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(2), 692-700. <http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa.v23i2.25412>
- Pitaloka, T. D. A. (2025). Climate change education challenges in Indonesia: Educators' perspective. *EDUCO: Environment Education and Conservation*, 2(1), 21-37. <https://doi.org/10.3062/educov2i1.8210>
- Rohman, M. T., & Widyanto, A. F. (2026). Perubahan iklim pendidikan digital dan dampaknya di SMP Khoirunnas. *An Najah: Jurnal Pendidikan Islam dan Sosial Keagamaan*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.2964/annajah.v5i1.965>
- Saputri, W. A., Maulina, D., & Wiono, W. J. (2025). Analisis kemampuan literasi sains siswa kelas VII SMP Swadhipa 1 Natar pada materi perubahan iklim. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 13(2), 11-19. <http://dx.doi.org/10.23960/jbt.v13i2.24494>
- Sarlivanti. (2025). Integrasi pendidikan perubahan iklim dalam kurikulum dan budaya sekolah: Studi kasus di SMA Sukma Bangsa Lhokseumawe. *PASE: Journal of Contemporary Islamic Education*, 4(1), 76-91. <https://doi.org/10.47766/pase.v4i1.5400>
- Tang, K. (2024). Climate change education in Indonesia's formal education: a policy analysis. *npj Climate Action*, 3(57), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s44168-024-00143-z>
- Virgiawan, D. B., Pratiwi, R. D., Anwari, A. S., Maulidah, S., Saidah, S., & Segara, N. B. (2025). Pengaruh pendidikan berkelanjutan terhadap pemahaman Sustainable Development Goals perubahan iklim siswa SMP Negeri 5 Kota Mojokerto. *Asanka: Journal of Social Science and Education*, 6(2), 399-409. <https://doi.org/10.21154/asanka.v6i2.6151>