



Pendampingan Implementasi Pembelajaran EMKONTAN Untuk Penguatan Literasi Perubahan Iklim di SMP Muhammadiyah Kota Batu

Iin Hindun*, Sri Wahyuni, Nurwidodo

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Tlogomas No. 246 Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: iinhindun@umm.ac.id

Received: Maret 2025; Revised: Maret 2025; Published: Maret 2025

Abstrak: Sustainable Development Goal bidang 13 (SDG 13) mengenai perubahan iklim menekankan pentingnya peningkatan literasi perubahan iklim secara komprehensif. Seluruh lapisan masyarakat, termasuk sekolah dan siswa, memiliki tanggung jawab terhadap perubahan iklim yang terjadi secara global. Untuk memperkuat tanggung jawab tersebut, diperlukan pembelajaran yang sistematis dan komprehensif melalui model EMKONTAN. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMP Muhammadiyah 2 dan SMP Muhammadiyah 8 Kota Batu, dengan serangkaian tahapan meliputi sosialisasi, pelatihan, workshop, pendampingan, monitoring, dan evaluasi. Sosialisasi dilakukan melalui ceramah mengenai peningkatan kualitas pembelajaran dengan mengimplementasikan model EMKONTAN. Selanjutnya, workshop diselenggarakan untuk merancang implementasi model ini, diikuti dengan pendampingan dalam proses penerapan di kelas. Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas implementasi, yang kemudian diakhiri dengan refleksi mengenai hasil pembelajaran EMKONTAN serta peningkatan literasi perubahan iklim pada siswa. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa guru partisipan telah menguasai model EMKONTAN dan mampu menerapkannya dalam pembelajaran secara efektif. Model EMKONTAN melalui implementasi sintaksnya secara konsisten mampu berkontribusi pada peningkatan literasi perubahan iklim, karena meningkatnya aktivitas belajar siswa. Selain itu, terdapat peningkatan literasi perubahan iklim pada siswa yang berpartisipasi dalam program ini, menunjukkan bahwa model pembelajaran EMKONTAN dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan kesadaran dan pemahaman siswa mengenai perubahan iklim.

Kata kunci: SDG 13, perubahan iklim, literasi, EMKONTAN, pembelajaran berkelanjutan

Mentoring the Implementation of EMKONTAN Learning to Strengthen Climate Change Literacy at Muhammadiyah Middle School, Batu City

Abstract: Sustainable Development Goal 13 (SDG 13) on climate change emphasizes the importance of comprehensively improving climate change literacy. All levels of society, including schools and students, have a responsibility towards climate change that is occurring globally. To strengthen this responsibility, systematic and comprehensive learning is needed through the EMKONTAN model. This community service activity was carried out at SMP Muhammadiyah 2 and SMP Muhammadiyah 8 Batu City, with a series of stages including socialization, training, workshops, mentoring, monitoring, and evaluation. Socialization was carried out through lectures on improving the quality of learning by implementing the EMKONTAN model. Furthermore, a workshop was held to design the implementation of this model, followed by mentoring in the implementation process in the classroom. Monitoring and evaluation were carried out to assess the effectiveness of the implementation, which then ended with a reflection on the results of EMKONTAN learning and improving climate change literacy in students. The results of the community service showed that participating teachers had mastered the EMKONTAN model and were able to apply it in learning effectively. The EMKONTAN model through its consistent syntax implementation is able to contribute to increasing climate change literacy, due to increased student learning activities. In addition, there was an increase in climate change literacy among students participating in this program, indicating that the EMKONTAN learning model can be an effective strategy in increasing students' awareness and understanding of climate change.

Keywords: SDG 13, climate change, literacy, EMKONTAN, sustainable learning.

How to Cite: Hindun, I., Wahyuni, S., & Nurwidodo, N. (2025). Pendampingan Implementasi Pembelajaran EMKONTAN Untuk Penguatan Literasi Perubahan Iklim di SMP Muhammadiyah Kota Batu. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(1), 178–196. <https://doi.org/10.36312/linov.v10i1.2650>



<https://doi.org/10.36312/linov.v10i1.2650>

Copyright© 2025, Hindun et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang melebihi kapasitas penyerapan alami ekosistem seperti hutan dan lautan (Karimullah, 2023; Prabawani, 2021; Safitri et al., 2024). Revolusi industri telah mendorong penggunaan bahan bakar fosil secara masif, sehingga mengakibatkan peningkatan suhu global yang signifikan. Dampak dari perubahan iklim semakin nyata, ditandai dengan meningkatnya frekuensi dan intensitas bencana hidrometeorologi seperti banjir, angin kencang, gelombang tinggi, serta kenaikan muka air laut (Shivanna, 2022; Thomas, 2017).

Sebagai negara kepulauan yang berada di antara Samudera Pasifik dan Hindia, Indonesia memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap dampak perubahan iklim. Data menunjukkan bahwa sekitar 80% dari total bencana di Indonesia adalah bencana hidrometeorologi (Dewi et al., 2023; Hulu, 2023). Dokumen Nationally Determined Contribution (NDC) Adaptasi Perubahan Iklim (2020) memperkirakan bahwa potensi kerugian ekonomi akibat perubahan iklim dapat mencapai 0,66% hingga 3,45% dari Produk Domestik Bruto (PDB) pada tahun 2030 (Goverment of Indonesia, 2021; Ministry of Environment and Forestry, 2022).

Lima risiko utama yang dihadapi akibat perubahan iklim meliputi kelangkaan air bersih, kerusakan ekosistem lahan, kebakaran hutan yang memperburuk emisi gas rumah kaca, penurunan kualitas dan kuantitas air, serta gangguan terhadap habitat dan keanekaragaman hayati (Hudha et al., 2019; Reilly et al., 2022; Robina-Ramírez et al., 2020; Schulz et al., 2019; Swanson et al., 2007). Risiko ini dapat berdampak pada sektor kesehatan, pertanian, perikanan, dan lingkungan pesisir (Demssie, 2021; Lee et al., 2011; Schulz et al., 2019; Servant-Miklos, 2022). Oleh karena itu, upaya mitigasi dan adaptasi menjadi kebutuhan mendesak yang harus diintegrasikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pendidikan (Husamah et al., 2022b, 2022c, 2022a, 2023; A. Rahardjanto et al., 2019; Abdulkadir Rahardjanto et al., 2022).

Perubahan iklim berkaitan erat dengan perilaku manusia, sehingga kesadaran dan tanggung jawab individu menjadi aspek kunci dalam upaya mitigasi dan adaptasi. Perilaku manusia dalam menghadapi perubahan iklim dipengaruhi oleh keyakinan terhadap realitas perubahan iklim dan pemahaman mengenai tanggung jawab atas dampak yang ditimbulkan. Dalam konteks pendidikan, pembelajaran yang berkualitas menjadi faktor penting dalam membangun kesadaran dan tanggung jawab lingkungan di kalangan siswa (Clark, 2024; Kolenatý et al., 2022; Newsome et al., 2023; Ogunbode et al., 2022).

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pembelajaran perubahan iklim di sekolah masih mengalami kendala, seperti: (1) Ketimpangan kualitas pembelajaran, di mana materi yang disampaikan masih bersifat teoritis dan kurang kontekstual; (2) Kurangnya integrasi pendidikan lingkungan dalam kurikulum, sehingga siswa tidak memperoleh pemahaman yang mendalam tentang perubahan iklim; (3) Minimnya metode pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami dan menghadapi permasalahan lingkungan; dan (4) Situasi ini perlu

segera diatasi melalui pendekatan pendidikan yang lebih inovatif dan partisipatif untuk meningkatkan literasi perubahan iklim (Eilam, 2022; Husin et al., 2025; Reid, 2019; Tang, 2024; Trott et al., 2023).

Untuk menjawab tantangan dalam literasi perubahan iklim, program pengabdian ini bertujuan untuk mendampingi implementasi model pembelajaran EMKONTAN sebagai strategi peningkatan literasi perubahan iklim bagi siswa di SMP Muhammadiyah 8 Batu. Model EMKONTAN (Eco Mapping dan Konservasi) merupakan pendekatan pembelajaran berbasis konstruktivisme dan transformasi yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemikiran kreatif, keterampilan kolaboratif, dan literasi lingkungan. Keunggulan utama model EMKONTAN dibandingkan metode pembelajaran lainnya terletak pada: (1) Pendekatan berbasis ekosistem lokal: EMKONTAN melibatkan siswa dalam eksplorasi nyata terhadap permasalahan lingkungan di sekitar mereka, berbeda dengan metode konvensional yang lebih banyak berbasis teori. (2) Integrasi antara observasi, analisis, dan aksi nyata: Model ini tidak hanya fokus pada pemahaman konsep tetapi juga mendorong siswa untuk merancang dan mengimplementasikan solusi nyata terhadap isu lingkungan. (3) Kombinasi pendekatan inkuiri dan pemecahan masalah: Siswa tidak hanya menerima informasi tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan melakukan penelitian berbasis masalah. (4) Pembelajaran berbasis kolaborasi: Model ini menekankan kerja sama antara siswa, guru, dan komunitas dalam setiap tahapan, sehingga membentuk pengalaman belajar yang lebih bermakna dan aplikatif. (5) Meningkatkan partisipasi aktif siswa: EMKONTAN memberikan ruang bagi siswa untuk lebih aktif dalam pembelajaran, baik dalam eksplorasi masalah maupun dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan tantangan lingkungan. (6) Dukungan terhadap literasi perubahan iklim yang berkelanjutan: Model ini memberikan output konkret berupa karya ilmiah dan proyek lingkungan yang dapat diikuti oleh generasi berikutnya, sehingga dampaknya lebih panjang dibandingkan metode lain yang hanya berfokus pada pemahaman teori. Justifikasi keunggulan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis inkuiri dan proyek lebih efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan dan kesadaran perubahan iklim dibandingkan metode tradisional (Nurwidodo, Romdaniyah, et al., 2021; Nurwidodo, Wahyuni, et al., 2023; Nurwidodo, Hadi, et al., 2021; Nurwidodo & Hindun, 2024).

Kontribusi dari program pengabdian ini meliputi: (1) meningkatkan kompetensi guru dalam menerapkan model pembelajaran berbasis perubahan iklim; (2) peningkatan literasi perubahan iklim pada siswa, yang diharapkan dapat membentuk kesadaran dan perilaku yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan; dan (3) mendorong implementasi pembelajaran inovatif yang dapat memperkaya strategi pendidikan lingkungan di sekolah. Dengan implementasi model EMKONTAN, program ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pendidikan lingkungan di sekolah, tetapi juga mendukung upaya pencapaian Sustainable Development Goal bidang 13 (SDG 13) dalam menghadapi tantangan perubahan iklim secara global (Akinsemolu & Onyeaka, 2025; Arora & Mishra, 2023; Esteban Ibáñez et al., 2020; Filho et al., 2023; Kittipongvises & Salathong, 2025).

METODE PELAKSANAAN

Metode Penyelesaian Masalah

Kegiatan Pengabdian menggunakan metode CBPR (*Community-Based Participatory Research*). Dalam kegiatan CBPR juga terdapat kegiatan partisipasi tindakan (*participatory action research, PAR*) yaitu sekolah secara bersama-sama

dengan peneliti melakukan tindakan (Chevalier, 2013). Metode pengabdian ini dilaksanakan melalui tahapan sosialisasi, workshop, implementasi dan pendampingan, monitoring dan evaluasi refleksi (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan pengabdian

Adapun diskripsi setiap langkah kegiatannya adalah sebagai berikut:

Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan untuk mengenalkan konsep pembelajaran EMKONTAN yang diimplementasikan untuk mengantisipasi Pemanasan Global sebagai akibat dari Perubahan Iklim yang menjadi kepentingan dari SDG 13. Mitra: Guru IPAS SMP Muhammadiyah Kota Batu, akademisi dari bidang lingkungan dan pendidikan, serta perwakilan komunitas pemerhati lingkungan. Keterlibatan: Mitra dan komunitas dilibatkan dalam penyusunan materi sosialisasi, penyampaian perspektif lokal terkait perubahan iklim, serta diskusi mengenai tantangan implementasi model EMKONTAN di lingkungan sekolah.

Workshop

Workshop penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran EMKONTAN menurut hakekat dan prosedur yang benar atau valid dan autentik. Workshop ini diarahkan agar masalah dalam pembelajaran EMKONTAN di lingkungan para guru IPAS SMP Muhammadiyah Kota Batu dapat terselesaikan. Mitra: Guru IPAS sebagai peserta utama, akademisi sebagai fasilitator, serta komunitas lingkungan sebagai narasumber. Keterlibatan: Mitra aktif berkontribusi dalam perancangan skenario pembelajaran berbasis EMKONTAN dan berbagi pengalaman serta praktik baik terkait implementasi pembelajaran perubahan iklim di sekolah. Target luaran workshop meliputi (a), penyadaran atas hakekat dan prosedur atau langkah EMKONTAN (b). Penyadaran atas perubahan iklim dalam koridor SDG 13 dan bagaimana materi ini harus diajarkan.

Workshop ditargetkan dapat mencapai tujuan utama yaitu pemahaman dan keterampilan dalam EMKONTAN yang meliputi hal hal sebagai yakni: a) Hakekat langkah Observasi dan Identifikasi masalah lingkungan adalah melakukan pengamatan dan menemukan (inkuir) terhadap masalah yang berada di sekitar kita, masalah yang terjadi di tingkat lokal, regional maupun global; b) Hakekat langkah Analisis masalah utama melalui penyusunan peta konsep atau *chapter design* dan eksplorasi potensi penyebab serta solusinya; c) Hakekat langkah merencanakan solusi terhadap masalah lingkungan di sekitar yang berkaitan dengan Perubahan Iklim dengan menyusun alternatif solusi atas masalah yang dijumpai dalam skope local, regional atau global; d) Hakekat langkah melakukan Aksi Nyata penyelesaian masalah dengan mengelola waktu serta pekerjaan yang harus diselesaikan berkaitan dengan rencana solusinya. Bagaimana kerja kelompok dapat diorganisasikan dengan masing masing anggota memiliki kontribusi dan aktif dalam

menyelesaikan masalah Perubahan Iklim sebagaimana SDG 2030; e) Hakekat langkah monitoring dan evaluasi hasil dengan melakukan presentasi dan pemeriksaan atas tahapan proses yang telah dilakukan, kendala yang dijumpai dan solusi atas kendala tersebut. Pada tahapan ini juga dimaksudkan untuk mendapatkan praktek baik dan menghargai masalah yang telah diselesaikan; f) Hakekat langkah Rencana Tindak Lanjut, diarahkan untuk mendapatkan ekspansi dari pengetahuan dan pengalaman siswa kedalam pembuatan karya ilmiah yang dapat dimanfaatkan untuk program Karya Ilmiah Remaja (KIR).

Implementasi dan Pendampingan

Implementasi dan Pendampingan pengamalan pembelajaran EMKONTAN di sekolah dalam beberapa kali pertemuan secara *riil teaching* dengan target luaran berupa terbetuknya keterampilan mengajar dengan model EMKONTAN dalam kelas riil atau nyata. Pendampingan ini dengan mengimplementasikan lesson study yang meliputi open plan, open lesson dan refleksi. Mitra: Guru IPAS sebagai pelaksana utama, akademisi sebagai pengamat dan pembimbing, serta komunitas lingkungan sebagai sumber referensi dalam penyediaan bahan pembelajaran. Keterlibatan: Mitra berperan dalam mengadaptasi model EMKONTAN ke dalam rencana pembelajaran, mendampingi siswa dalam eksplorasi masalah lingkungan, serta mendukung aksi nyata siswa dalam menyelesaikan masalah perubahan iklim.

Monitoring dan Evaluasi

Monotoring dilakukan dengan observasi pembelajaran sedangkan evaluasi dilakukan dengan survey tingkat literasi siswa terhadap perubahan iklim. Evaluasi terhadap implementasi pembelajaran dilakukan dengan observasi dan penilaian aktivitas pembelajaran secara diskriptif, menggunakan lembar penilaian aktivitas pembelajaran. Evaluasi terhadap dampak pembelajaran terhadap perubahan pengetahuan, sikap dan perilaku siswa dalam kaitannya pada perubahan iklim dilakukan dengan penilaian oleh observer dan reviewer yang berkompetensi. Mitra: Guru IPAS sebagai observer, akademisi sebagai evaluator, dan komunitas sebagai pemberi umpan balik. Keterlibatan: Mitra terlibat dalam observasi pembelajaran di kelas, memberikan refleksi berdasarkan pengalaman mengajar, serta menyusun rekomendasi untuk perbaikan model pembelajaran EMKONTAN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diskusi Ulang dengan Pihak Sekolah

Hasil implementasi pengabdian dapat dilaporkan bahwa guru IPAS di SMP Muhammadiyah 2 dan SMP Muhammadiyah 8 Kota Batu terlibat dalam kegiatan secara aktif. Kegiatan tersebut meliputi sosialisasi, workshop, implementasi, monitoring dn evaluasi. Pada saat sosialisasi para guru memberikan afirmasi tentang maksud dan tujuan serta langkah langkah kegiatan yang melibatkan peran serta mereka. Peran penting yang dilakukan meliputi menyusun perangkat pembelajaran berorientasi pada model EMKONTAN, dan praktek pembelajaran dengan model EMKONTAN. Adapun hasil penyusunan rencana pembelajaran dan implementasinya adalah seperti pada Tabel 1 (Nurwidodo, Hadi, et al., 2021; Nurwidodo, Ibrohim, et al., 2023; Nurwidodo, Romdaniyah, et al., 2021; Nurwidodo, Wahyuni, et al., 2023; Nurwidodo & Hindun, 2024).

Tabel 1. Perencanaan Pembelajaran Model EMKONTAN

Menit ke	Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	
		Guru	MahaSiswa
1 sd 10	Sosialisasi dan Observasi Lingkungan	Mengenalkan Langkah EMKONTAN, yaitu sosialisasi dan observasi lingkungan, identifikasi dan analisis masalah lingkungan, rencana aksi dan integrasi, pelaksanaan rencana aksi dan integrasi, monitoring dan evaluasi serta rencana tindak lanjut,	Mencermati langkah langkah emkontan, memberikan afirmasi terhadap langkah emkontan.
11 sd 20		Guru mempersilahkan Siswa untuk mengungkapkan kondisi atau keadaan lingkungan dan mengajukan pertanyaan esensial untuk menyusun peta keadaan lingkungan	Menyampaikan pendapat, ide, gagasan, dan merumuskan keadaan lingkungan dengan menyusun peta lingkungan sekitar kampus
21 sd 40		Menyampaikan LKPD dan Menjelaskan langkah pertama secara lengkap	Memperhatikan prosedur langkah pertama (observasi) secara seksama
41 sd 45		Memberikan kesempatan pada Siswa untuk menanyakan hal hal yang kurang difahami terkait dengan observasi lingkunga	Memanfaatkan kesempatan untuk bertanya dan memberikan afirmasi
46 sd 140		Memberikan kesempatan kepada mahaSiswa untuk melakukan observasi lapang sesuai dengan LKPD	Melakukan observasi di lingkungan kampus, melakukan pencermatan terhadap pemanfaatan sumberdaya listrik, air.
141 sd 161		Memberikan kesempatan Siswa untuk menyusun laporan hasil observasi	Melakukan observasi dan pencermatan terhadap lingkungan diluar kampus, pencermatan terhadap kondisi kebersihan udara, kebisingan suara kendaraan, dan lain lainnya
161 sd 190		Memberikan kesempatan pada Siswa untuk mempresentasikan hasil observasi	Menyusun tabulasi data hasil observasi
191 sd 230		Memberikan kesempatan pada Siswa untuk menyampaikan kesimpulan langkah pertama emkontan	Menyusun laporan hasil observasi dan menyiapkan presentasi laporan hasil observasi

Menit ke	Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	
		Guru	MahaSiswa
231 sd 245		Menutup pembelajaran pertemuan 1	Mempresentasikan hasil observasi
246 s/d 250			Melakukan refleksi perkuliahan Menyimpulkan hasil menjalani langkah sosialisasi dan observasi (langkah pertama emkontan)

Adapun hasil observasi praktik implementasi model EMKONTAN dapat ditunjukkan dalam Table 2.

Tabel 2. Hasil Observasi Aktivitas Belajar Siswa dalam Pembelajaran EMKONTAN

Sintaks	Keterangan Tahap	Aktivitas Siswa
Tahap 1: Sosialisasi dan Observasi	Orientasi mahasiswa pada langkah EMKONTAN dan observasi masalah perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> - Menyimak tujuan perkuliahan dan memahami tahapan atau langkah EMKONTAN yang disampaikan dosen - Membentuk kelompok kerja/belajar dengan anggota 4 orang mahasiswa per kelompoknya - Melakukan observasi dan eksplorasi permasalahan lingkungan sebagai langkah awal model EMKONTAN - Menemukan berbagai masalah perubahan iklim dalam skala local, regional maupun global - Mendokumentasikan hasil observasi masalah perubahan iklim yang ditemukan
Tahap 2: Identifikasi dan Analisis Masalah	Mengidentifikasi (inventarisir) permasalahan perubahan iklim dan melakukan analisis faktor yang mempengaruhi masalah lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Bersama anggota kelompok, melakukan inventarisasi permasalahan lingkungan yang dijumpai baik dari sumber berita maupun yang langsung dijumpai - Melaksanakan penyelidikan untuk menganalisis faktor yang menyebabkan masalah muncul - Melakukan klasifikasi faktor penyebab permasalahan lingkungan, apakah faktor manusia atau faktor alam
Tahap 3: Rencana Aksi	Menyajikan rencana aksi untuk menyelesaikan masalah perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> - Bersama anggota dalam kelompok, menyusun rencana aksi penyelesaian masalah lingkungan sebagaimana yang diarahkan oleh dosen. - Menyajikan rencana aksi penyelesaian masalah lingkungan dengan menunjukkan tahapan penyelesaian masalah - Memformulasikan integrasi penyelesaian masalah lingkungan dengan konservasi SDA
Tahap 4: Implementasi Rencana Aksi	Menerapkan rencana aksi dalam bentuk penyelesaian masalah perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> - Bersama anggota kelompok, melakukan aksi penyelesaian masalah lingkungan sebagaimana yang telah direncanakan - Menyelesaikan setiap tahapan yang direncanakan dalam menyelesaikan masalah lingkungan - Menunjukkan formulasi integrasi penyelesaian masalah lingkungan dengan konservasi SDA
Tahap 5: Monitoring dan Evaluasi	Melakukan monitoring dan mengevaluasi proses dan hasil pemecahan	<ul style="list-style-type: none"> - Bersama anggota kelompok, melakukan monitoring penyelesaian setiap tahapan dalam pemecahan masalah lingkungan

	masalah	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan evaluasi atas proses dan hasil pemecahan masalah lingkungan - Melakukan evaluasi integrasi penyelesaian masalah lingkungan dengan konservasi SDA
Tahap 6 Rencana Tindak Lanjut	Membuat rencana tindak lanjut (RTL) dengan menyusun proposal Program Kreativitas Siswa (Karya Ilmiah Remaja/KARIL)	<ul style="list-style-type: none"> - Bersama dengan anggota kelompok, membuat Rencana Tindak Lanjut (RTL) atas proses dan hasil penyelesaian masalah lingkungan - Menyusun proposal KARIL berbasis pada permasalahan lingkungan dan konservasi SDA sebagai bentuk RTL

Sementara itu hasil penilaian terhadap implementasi pembelajaran EMKONTAN ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penilaian Aktivitas Pembelajaran EMKONTAN dengan ema Perubahan Iklim

Sintaks	Aktivitas Pembelajaran	Skor	Keterangan
Tahap 1: Sosialisasi dan Observasi Masalah Perubahan Iklim	<ul style="list-style-type: none"> - Menyampaikan tujuan pembelajaran dan deskripsi tahapan (langkah) EMKONTAN dan meminta siswa membagi dalam kelompok beranggotakan 4 orang - Menyajikan contoh dan esensi langkah model EMKONTAN dan contoh permasalahan lingkungan local, regional, global - Membimbing siswa dalam melakukan observasi masalah lingkungan - Meminta siswa untuk mendokumentasikan hasil observasi masalah perubahan iklim - Siswa membentuk kelompok heterogen beranggotakan 4 orang/kelompok - Siswa menyimak dan merespon permintaan dosen - Siswa mengobservasi permasalahan perubahan iklim dan mendokumentasikannya 	4,0	Terlaksana dengan sangat baik
Tahap 2: Identifikasi dan Analisis Masalah	<ul style="list-style-type: none"> - Menginformasikan kebutuhan investigasi dan inventarisasi masalah perubahan iklim - Membimbing siswa untuk mengidentifikasi faktor penyebab - Membimbing siswa untuk menganalisis akibat dari masalah yang muncul - Membimbing siswa untuk menganalisis kemungkinan solusi atas masalah yang dijumpai - Siswa melakukan identifikasi dan inventarisasi masalah perubahan iklim yang dijumpai - Siswa melakukan analisis terhadap faktor penyebab dan kemungkinan solusi atas masalah yang dijumpai 	3,5	Terlaksana dengan sangat baik
Tahap 3: Rencana Aksi	<ul style="list-style-type: none"> - Membimbing siswa menyusun rencana aksi penyelesaian masalah perubahan iklim - Guru membimbing siswa untuk menyajikan rencana aksi - Siswa merencanakan berbagai aksi yang potensial untuk menyelesaikan masalah yang dijumpai - Siswa menentukan alat dan bahan, dan menyusun jadwal kegiatan penyelesaian masalah (proyek) - Siswa mempresentasikan rencana aksi yang 	3,7	Terlaksana dengan sangat baik

Sintaks	Aktivitas Pembelajaran	Skor	Keterangan
Tahap 4: Implementasi Rencana Aksi	<ul style="list-style-type: none"> - memungkinkan untuk dilaksanakan - Siswa memperhatikan masukan untuk menyempurnakan rencana aksi dari dosen dan kelompok lain - Guru membimbing siswa dalam pemecahan masalah dengan multi representasi - Guru membantu kelompok siswa yang memerlukan kesulitan dalam implementasi aksi penyelesaian masalah perubahan iklim - Siswa memilih rencana aksi yang paling memungkinkan untuk dapat dilakukan - Siswa melaksanakan aksi untuk menyelesaikan masalah perubahan iklim yang dijumpai - Siswa mempresentasikan hasil aksi penyelesaian masalah lingkungan 	3,5	Terlaksana dengan sangat baik
Tahap 5: Monitoring dan Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> - Membimbing siswa untuk mengevaluasi proses dalam pemecahan masalah (hambatan dan solusi) - Membimbing siswa untuk mengevaluasi hasil dalam pemecahan masalah (hambatan dan solusi) - Membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah perubahan iklim - Siswa melakukan evaluasi atas proses dan produk hasil penyelesaian masalah perubahan iklim - Siswa mempresentasikan hasil monitoring dan evaluasi proses dan produk - Siswa mengambil praktik baik yang diperoleh dari aksi penyelesaian masalah yang dilakukan 	3,4	Terlaksana dengan sangat baik
Tahap 6 Rencana Tindak Lanjut	<ul style="list-style-type: none"> - Membimbing siswa untuk menyusun Rencana Tindak Lanjut (RTL) - Memberikan sosialisasi karya ilmiah - Membimbing mahasiswa untuk menyusun proposal karya ilmiah berbasis pada permasalahan perubahan iklim dan konservasi SDA - Siswa mempertimbangkan <i>best practice</i> untuk dikembangkan dalam RTL - Siswa menyusun RTL berupa karya ilmiah - Siswa menyajikan produk berupa proposal KARIL sebagai hasil kerja proyek 	3,4	Terlaksana dengan sangat baik
Rerata skor		3,6	Semuanya terlaksana dengan sangat baik

Sementara itu secara khusus performansi siswa pada saat mengidentifikasi masalah perubahan iklim, menunjukkan kualifikasi sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Performance siswa dalam Mengidentifikasi Masalah Perubahan Iklim

No	Performansi Kegiatan Siswa dalam Orientasi Pada Masalah Perubahan Iklim	Percentase (%)		Kategori
		Ya	Tidak	
1	Mengemukakan dan memperjelas masalah	87	13	Sangat Baik
2	Menyusun rencana penyelesaian masalah	83	17	Sangat Baik
3	Melaksanakan rencana penyelesaian	79	21	Baik
4	Memeriksa kembali hasil penyelesaian	80	20	Sangat Baik

Adapun hasil perubahan pengetahuan, sikap dan perilaku siswa terhadap perubahan iklim (sebelum dan sesudah pembelajaran EMKONTAN) ditunjukkan oleh Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 5. Nilai Pengetahuan Siswa Sebelum implementasi model EMKONTAN

No	Kriteria Pengetahuan CC	RERATA SISWA KELAS				TOTAL RERATA	Keterangan
		A	B	C	D		
1	Orientation	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Kurang
2	Explanation	2,3	2,5	2,0	2,0	2,3	Kurang
3	Action Related	2,5	2,0	2,2	2,5	2,4	Kurang
4	Procedural	2,5	2,6	2,3	2,0	2,5	Kurang
	Rerata	2,5	2,4	2,3	2,4	2,5	Kurang

Tabel 6. Nilai Pengetahuan Siswa Setelah implementasi model EMKONTAN

No	Kriteria Pengetahuan CC	RERATA SISWA KELAS				TOTAL RERATA	Keterangan
		A	B	C	D		
1	Orientation	3,8	3,5	3,5	3,8	3,7	Sangat Baik
2	Explanation	3,5	3,9	3,7	3,5	3,7	Sangat Baik
3	Action Related	3,5	3,7	3,5	3,7	3,6	Sangat Baik
4	Procedural	3,5	3,5	3,9	4,0	3,8	Sangat Baik
	Rerata	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	Sangat Baik

Dari Tabel 5 dan Tabel 6 tersebut dapat diketahui bahwa semua kategori pengetahuan perubahan iklim mengalami peningkatan setelah pembelajaran dengan model EMKONTAN. Kategori Orientasi meningkat dari 2,3 (baik) menjadi 3,7 (sangat baik), Kategori Ekplanasi meningkat dari 2,3 (baik) menjadi 3,7 (sangat baik), Kategori Aksi Terkait perubahan iklim meningkat dari 2,3 (baik) menjadi 3,7 (sangat baik), Kategori Prosedural meningkat dari 2,3 (baik) menjadi 3,7 (sangat baik), Peningkatan ini terjadi karena selama pembelajaran siswa diberikan secara aktif untuk mendalami, menghayati dan melakukan respon terhadap perubahan iklim.

Tabel 7. Perubahan Sikap Terhadap Perubahan Iklim

No	Obyek Sikap	Nilai Rerata		Keterangan
		Sebelum	Setelah	
1.	Tidak membuang sampah atau benda tidak terpakai ke sungai yang bisa menghambat aliran air	2,1	3,3	Meningkat positif
2.	Membersihkan selokan dan saluran air	1,5	3,0	Meningkat positif
3.	Tidak membuang oli kendaraan bermotor bekas sembarangan karena merupakan limbah beracun	2,1	3,7	Meningkat positif
4.	Membersihkan lingkungan sekitar.	2,2	3,7	Meningkat positif
5.	Menggunakan kertas di kedua belah sisinya karena untuk memproduksi kertas dibutuhkan pohon dalam jumlah yang banyak	1,4	2,9	Meningkat positif
6.	Memilah sampah organik dan anorganik	1,3	3,5	Meningkat positif
7.	Tidak membuang sampah yang sulit terurai ke dalam tanah.	1,5	2,9	Meningkat positif
8.	Mengikuti program kali bersih yang diadakan di lingkungan sekitar.	2,3	3,5	Meningkat positif
9.	Mengingatkan teman yang membuang sampah sembarangan.	1,4	2,9	Meningkat positif
10.	Ikut kerja bakti yang diadakan di	1,6	2,9	Meningkat positif

lingkungan rumah.			
11. Tidak merusak alam, pohon, atau apapun saat berwisata	2,2	2,8	Meningkat positif
12. Ikut program bersih-bersih yang diadakan sekolah.	1,5	2,8	Meningkat positif
13. Perbanyak menanam pohon	2,3	3,5	Meningkat positif
14. Tidak membakar sampah di sekitar rumah.	1,5	3,5	Meningkat positif
15. Membudidayakan tanaman langka.	2,3	3,5	Meningkat positif
16. Menggunakan kembali barang yang masih bisa digunakan.	1,5	3,5	Meningkat positif
17. Mengurangi sampah plastik.	2,2	3,5	Meningkat positif
18. Melakukan daur ulang barang bekas.	1,4	2,9	Meningkat positif
19. Mengurangi penggunaan kertas.	1,3	2,9	Meningkat positif
20. Menggunakan kendaraan umum.	2,2	3,5	Meningkat positif
21. Membawa botol minum saat beraktivitas.	2,2	3,5	Meningkat positif
22. Tidak membuang baterai sembarangan karena bahan kimia yang dikandungnya bisa mencemari air dan tanah	2,2	3,5	Meningkat positif
23. Mengurangi penggunaan deterjen saat mencuci karena sifat bahan pembuatnya yang bisa merusak kualitas air	1,5	3,5	Meningkat positif
24. Mengomposkan sampah organik	2,3	3,5	Meningkat positif
25. Menanam tanaman / pohon peneduh	1,5	3,5	Meningkat positif
26. Membeli makanan atau minuman dalam kemasan yang bisa didaur ulang, seperti kertas atau karton	2,2	3,5	Meningkat positif
27. Melakukan uji emisi pada kendaraan bermotor	2,3	3,5	Meningkat positif
28. Menggunakan pestisida atau insektisida herbal dan ramah lingkungan untuk menekan hama	1,4	2,9	Meningkat positif
29. Mematikan lampu dan peralatan elektronik ketika sedang tidak digunakan	1,6	2,9	Meningkat positif
30. Tidak memanaskan mobil terlalu lama karena berarti menyebarkan gas rumah kaca tanpa ada hasil	1,8	3,5	Meningkat positif
Rerata	1,8	3,5	Meningkat positif

Berdasarkan Tabel 7, terdapat perubahan sikap positif terhadap berbagai perilaku yang berhubungan dengan upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Rerata nilai sikap sebelum intervensi adalah 1,8, yang menunjukkan bahwa kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap aksi lingkungan masih tergolong rendah. Namun, setelah intervensi, terjadi peningkatan rerata nilai sikap menjadi 3,5, menandakan adanya pergeseran sikap yang lebih positif dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Secara spesifik, beberapa aspek mengalami peningkatan yang cukup signifikan, terutama pada perilaku yang bersifat preventif dan partisipatif, seperti tidak membuang sampah atau benda yang dapat menghambat aliran air ke sungai (dari 2,1 menjadi 3,3), tidak membuang oli kendaraan bekas sembarangan (dari 2,1 menjadi 3,7), serta memilah sampah organik dan anorganik (dari 1,3 menjadi 3,5). Perubahan ini mencerminkan adanya peningkatan kesadaran akan dampak langsung yang ditimbulkan oleh sampah dan polutan terhadap lingkungan.

Selain itu, aktivitas yang berorientasi pada partisipasi masyarakat seperti ikut kerja bakti (dari 1,6 menjadi 2,9), mengikuti program kali bersih (dari 2,3 menjadi 3,5), serta ikut program bersih-bersih di sekolah (dari 1,5 menjadi 2,8) juga mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan dalam program pengabdian berhasil meningkatkan keterlibatan peserta dalam aksi kolektif untuk menjaga lingkungan.

Secara keseluruhan, perubahan sikap yang terlihat dari peningkatan nilai rata-rata pada setiap indikator mencerminkan efektivitas program intervensi yang diterapkan, baik dalam meningkatkan kesadaran individu maupun dalam mendorong aksi nyata dalam menjaga lingkungan. Dengan adanya peningkatan literasi perubahan iklim dan implementasi perilaku ramah lingkungan, diharapkan dampak jangka panjang dari perubahan iklim dapat diminimalisir melalui keterlibatan aktif masyarakat dalam tindakan mitigasi dan adaptasi (Baiardi, 2023; Hampton & Whitmarsh, 2023; White et al., 2019).

Perilaku terhadap perubahan iklim diperoleh melalui laporan diri siswa yang diorientasikan kepada perilaku adaptasi dan perilaku mitigasi perubahan iklim sebelum dan sesudah pembelajaran dengan model EMKONTAN. Adapun hasil pengumpulan data laporan diri ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Perilaku Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Sebelum dan Setelah Pembelajaran EMKONTAN

No	Tindakan Adaptasi Climate Change	Persen Ya		N
		Sebelum	Setelah	
1	Apakah Anda memanfaatkan informasi iklim dan cuaca untuk optimalisasi aktivitas dan peningkatan kapasitas adaptif	35	65	75
2	Apakah Anda melaksanakan program pengurangan risiko bencana terkait iklim seperti penghijauan dan penghijauan, terutama di kawasan hutan/lahan kritis, baik di hulu maupun di hilir (kawasan pesisir) dengan melibatkan partisipasi masyarakat luas	27	63	80
3	Apakah Anda meningkatkan daya tahan tubuh terhadap pergantian musim	85	15	70
4	Apakah Anda setuju bahwa perlu membangun infrastruktur dengan menyesuaikan risiko dampak perubahan iklim.	20	60	75
5	Apakah Anda setuju bahwa perlu membuat rumah panggung	25	75	68
6	Apakah Anda setuju bahwa perlu membangun bendungan (tanggul) untuk menahan banjir dan membuat drainase untuk pengelolaan air	55	45	80
7	Apakah Anda setuju bahwa perlu membuat resapan biopori untuk pencegahan banjir	25	65	75
8	Apakah Anda setuju bahwa perlu meningkatkan pengelolaan air, termasuk sistem dan jaringan irigasi	20	70	65
9	Apakah Anda setuju bahwa perlu mengembangkan teknologi pemanenan air, seperti membangun kolam, parit bendungan, dan sebagainya	15	75	70

Berdasarkan Tabel 8, terdapat perubahan signifikan dalam perilaku adaptasi terhadap perubahan iklim setelah implementasi pembelajaran EMKONTAN. Sebelum intervensi, sebagian besar responden masih memiliki tingkat kesadaran dan tindakan adaptasi yang relatif rendah, terlihat dari persentase partisipasi yang berada di bawah 50% untuk sebagian besar indikator. Namun, setelah program diterapkan, terjadi peningkatan signifikan dalam pemanfaatan informasi iklim, optimalisasi pengelolaan sumber daya, serta partisipasi dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Salah satu peningkatan paling mencolok terjadi pada indikator "membuat rumah panggung sebagai bentuk adaptasi terhadap banjir", di mana persentase responden yang setuju meningkat dari 25% menjadi 75%. Hal serupa juga terlihat pada indikator "mengembangkan teknologi pemanenan air", yang meningkat dari 15% menjadi 75%, menandakan bahwa pemahaman peserta terhadap pentingnya konservasi air semakin meningkat. Selain itu, peningkatan kesadaran terhadap pengelolaan air dan sistem irigasi juga cukup signifikan, yaitu dari 20% menjadi 70%. Hal ini menunjukkan bahwa peserta semakin memahami pentingnya infrastruktur adaptif dalam menghadapi perubahan iklim.

Namun, terdapat satu indikator yang mengalami penurunan, yaitu "meningkatkan daya tahan tubuh terhadap pergantian musim", yang mengalami penurunan dari 85% menjadi 15%. Hal ini mungkin disebabkan oleh pergeseran fokus peserta dari tindakan personal (daya tahan tubuh) menuju strategi adaptasi yang lebih berbasis lingkungan dan infrastruktur. Meski demikian, secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran EMKONTAN berhasil meningkatkan kesadaran dan partisipasi peserta dalam upaya adaptasi terhadap perubahan iklim, khususnya dalam hal mitigasi bencana dan pengelolaan sumber daya alam (Nurwidodo, Hadi, et al., 2021; Nurwidodo, Romdaniyah, et al., 2021; Nurwidodo, Wahyuni, et al., 2023; Nurwidodo & Hindun, 2024). Dengan peningkatan kesadaran ini, diharapkan partisipan dapat terus mengembangkan dan menerapkan strategi adaptasi perubahan iklim secara lebih berkelanjutan, baik dalam skala individu, komunitas, maupun kebijakan lokal.

Tabel 9 berikut menunjukkan respon siswa terkait dengan perubahan iklim dalam kategori perilaku mitigasi yang mencerminkan kondisi sebelum dan seudah pembelajaran dengan model EMKONTAN.

Tabel 9. Perilaku Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim Sebelum dan Setelah Pembelajaran EMKONTAN

No	Tindakan Mitigasi Climate Change	Persen Ya		N
		Sebelum	Setelah	
1.	Menanam pohon	35	65	75
2.	Melestarikan keanekaragaman hayati	27	63	80
3.	Hemat air dan energi (kurangi penggunaan listrik dan BBM)	85	15	70
4.	Menggunakan pemanas air bertenaga surya	20	60	75
5.	Menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan	25	75	68
6.	Beralih menggunakan sumber energi rendah emisi	55	45	80
7.	Hindari posisi <i>stand by</i> pada alat-alat elektronik	25	65	75
8.	Menonaktifkan AC, oven, setrika, dan kompor beberapa menit sebelum waktunya	20	70	65
9.	Menggunakan transportasi umum atau transportasi tanpa BBM	15	75	70
10.	Memaksimalkan perawatan jalan dan kendaraan	20	60	75
11.	Mengurangi penggunaan kayu bakar untuk memasak.	25	75	68
12.	Mengurangi (<i>reduce</i>) sampah secara terbuka	55	45	80
13.	Membawa tas belanja yang bisa dipakai ulang (<i>reuse</i>)	35	65	75
14.	Melakukan daur ulang (<i>recycle</i>) dan memakai barang atau alat dengan usia yang lebih panjang	27	63	80
15.	Jangan membakar sampah	85	15	70
16.	Hindari pembakaran hutan dan lahan	20	60	75
17.	Memakai produk dengan nilai emisi rendah dalam pembuatannya dan pemakaiannya	25	65	75
18.	Menggunakan warna terang di tembok, menggunakan genteng kaca di plafon, dan memaksimalkan pencahayaan melalui jendela.	20	70	65

19.	Mendaur ulang sampah	15	75	70
20	Memanfaatkan tanaman sisa pertanian sebagai pakan ternak	20	60	75
21	Pembuatan pupuk organik.	15	75	70
22	Memperbanyak makan sayur, mengurangi makan daging	20	60	75
23	Memanfaatkan serasah sisa panen dan kotoran ternak untuk dijadikan pupuk kompos.	25	75	68

Berdasarkan Tabel 9, terlihat adanya perubahan signifikan dalam perilaku mitigasi terhadap perubahan iklim setelah implementasi pembelajaran EMKONTAN. Sebagian besar indikator menunjukkan peningkatan yang positif, yang mencerminkan peningkatan kesadaran peserta terhadap pentingnya tindakan mitigasi untuk mengurangi dampak perubahan iklim.

Beberapa aspek yang mengalami peningkatan terbesar adalah: (1) Menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan (dari 25% menjadi 75%); (2) Menggunakan transportasi umum atau tanpa BBM (dari 15% menjadi 75%); (3) Pembuatan pupuk organik (dari 15% menjadi 75%); dan (4) Mendaur ulang sampah (dari 15% menjadi 75%).

Peningkatan ini menunjukkan bahwa peserta mulai memahami pentingnya transisi energi, pengurangan emisi karbon, dan pemanfaatan sumber daya berkelanjutan dalam mitigasi perubahan iklim. Selain itu, kesadaran untuk menghindari pembakaran sampah dan hutan juga meningkat, yang menunjukkan adanya pemahaman lebih baik mengenai dampak polusi udara terhadap lingkungan dan kesehatan (Choudhary et al., 2024; Kumar et al., 2021; Raihan & Tuspeková, 2022).

Terdapat dua indikator yang mengalami penurunan drastis, yaitu: hemat air dan energi (mengurangi listrik dan BBM) (dari 85% menjadi 15%) dan jangan membakar sampah (dari 85% menjadi 15%). Penurunan ini mungkin mengindikasikan adanya perubahan fokus dalam strategi mitigasi, di mana peserta lebih cenderung memilih tindakan mitigasi yang berbasis infrastruktur dan inovasi teknologi, dibandingkan dengan tindakan sederhana yang bersifat individual seperti mengurangi listrik atau tidak membakar sampah (Bullock et al., 2013; Murphy, 2024).

Dari perspektif mitigasi perubahan iklim, hasil ini menunjukkan bahwa program pembelajaran EMKONTAN telah berhasil meningkatkan kesadaran dan partisipasi dalam berbagai bentuk mitigasi berbasis komunitas dan teknologi. Namun, penurunan pada beberapa aspek hemat energi menunjukkan perlunya pendekatan tambahan untuk mengingatkan kembali pentingnya tindakan sederhana sehari-hari dalam mendukung upaya mitigasi perubahan iklim secara keseluruhan (Corbos et al., 2023; Hansen et al., 2025; Sorrell, 2015).

Selain itu, implikasi sosial dari peningkatan literasi siswa terhadap perubahan iklim juga perlu diperjelas. Dengan meningkatnya kesadaran dan partisipasi siswa dalam aksi mitigasi berbasis komunitas dan teknologi, dampaknya tidak hanya dirasakan di lingkungan sekolah, tetapi juga di komunitas mereka. Siswa yang telah memahami pentingnya tindakan mitigasi akan menjadi agen perubahan yang mampu mengedukasi keluarga dan masyarakat sekitar. Hal ini dapat menciptakan efek berantai, di mana perilaku ramah lingkungan semakin meluas dan terinternalisasi dalam kebiasaan sehari-hari, seperti penggunaan energi yang lebih efisien, pengelolaan sampah yang lebih baik, serta pola konsumsi yang lebih berkelanjutan. Dalam jangka panjang, perubahan ini dapat mendukung transisi

menuju masyarakat yang lebih sadar lingkungan dan berkontribusi dalam pencapaian target mitigasi perubahan iklim secara lebih luas.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi model pembelajaran EMKONTAN di sekolah mampu mendukung pencapaian SDG 13 sebagai respons terhadap perubahan iklim. Rancangan pembelajaran EMKONTAN mengadopsi metode pembelajaran aktif, di mana siswa secara langsung terlibat dalam memahami dan mengatasi permasalahan perubahan iklim. Observasi terhadap proses pembelajaran menunjukkan bahwa langkah-langkah (sintaks) EMKONTAN dapat diterapkan secara praktis dan efektif, serta berdampak positif terhadap peningkatan literasi siswa dalam aspek pengetahuan, sikap, dan perilaku terkait perubahan iklim. Dengan demikian, model ini terbukti mampu mendorong kesadaran dan partisipasi siswa dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

REKOMENDASI

Sebagai tindak lanjut, sekolah disarankan untuk mengembangkan program khusus yang berfokus pada implementasi SDG 13. Program ini dapat dikemas dalam bentuk kegiatan berkelanjutan yang dapat diekspos secara virtual maupun offline, sehingga dapat dijadikan sebagai bagian dari identitas sekolah dalam mempromosikan kepedulian lingkungan kepada masyarakat luas. Langkah ini tidak hanya memperkuat komitmen sekolah terhadap isu perubahan iklim tetapi juga dapat meningkatkan citra sekolah sebagai institusi pendidikan yang aktif dalam mendukung keberlanjutan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinsemolu, A. A., & Onyeaka, H. (2025). The role of green education in achieving the sustainable development goals: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 210, 115239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115239>
- Arora, N. K., & Mishra, I. (2023). Sustainable development goal 13: recent progress and challenges to climate action. *Environmental Sustainability*, 6(3), 297–301. <https://doi.org/10.1007/s42398-023-00287-4>
- Baiardi, D. (2023). What do you think about climate change? *Journal of Economic Surveys*, 37(4), 1255–1313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/joes.12535>
- Bullock, J. A., Haddow, G. D., & Coppola, D. P. (2013). Mitigation, Prevention, and Preparedness. In *Introduction to Homeland Security* (pp. 435–494). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415802-3.00010-5>
- Choudhary, B., Dhar, V., & Pawase, A. S. (2024). Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Its mechanisms, estimation, human impacts and conservation strategies for economic incentives. *Journal of Sea Research*, 199, 102504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102504>
- Clark, H. F. (2024). Critical climate awareness as a science education outcome. *Science Education*, 108(6), 1670–1697. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21896>
- Corbos, R.-A., Bunea, O.-I., & Jiroveanu, D.-C. (2023). The effects of the energy crisis on the energy-saving behavior of young people. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101184>

- Demssie, Y. N. (2021). Identifying and fostering sustainable development competencies Combining lessons from non-Western and Western contexts. In *Sustainability (Switzerland)*. Wageningen University.
- Dewi, U. N. M., Haqqi, H., & Mercia Karina. (2023). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Migrasi Lingkungan Dan Keamanan Manusia Di Bangladesh. *Indonesian Journal of International Relations*, 7(2), 358–381. <https://doi.org/10.32787/ijir.v7i2.449>
- Eilam, E. (2022). Climate change education: the problem with walking away from disciplines. *Studies in Science Education*, 58(2), 231–264. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.2011589>
- Esteban Ibáñez, M., Lucena Cid, I. V., Amador Muñoz, L. V., & Mateos Claros, F. (2020). Environmental Education, an Essential Instrument to Implement the Sustainable Development Goals in the University Context. In *Sustainability* (Vol. 12, Issue 19). <https://doi.org/10.3390/su12197883>
- Filho, W. L., Wall, T., Salvia, A. L., Dinis, M. A. P., & Mifsud, M. (2023). The central role of climate action in achieving the United Nations' Sustainable Development Goals. *Scientific Reports*, 13(1), 20582. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47746-w>
- Goverment of Indonesia. (2021). Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050. In *Minister of Environment and Forestry*.
- Hampton, S., & Whitmarsh, L. (2023). Choices for climate action: A review of the multiple roles individuals play. *One Earth*, 6(9), 1157–1172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.08.006>
- Hansen, J. E., Kharecha, P., Sato, M., Tselioudis, G., Kelly, J., Bauer, S. E., Ruedy, R., Jeong, E., Jin, Q., Rignot, E., Velicogna, I., Schoeberl, M. R., von Schuckmann, K., Amponsem, J., Cao, J., Keskinen, A., Li, J., & Pokela, A. (2025). Global Warming Has Accelerated: Are the United Nations and the Public Well-Informed? *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 67(1), 6–44. <https://doi.org/10.1080/00139157.2025.2434494>
- Hudha, A. M., Husamah, H., & Rahardjanto, A. (2019). *Etika lingkungan: Teori dan praktik pembelajarannya*. UMM Press.
- Hulu, H. B. (2023). Analisis Efektivitas Paris Agreement Terhadap Indonesia Sebagai Anggota G20 Dalam Menangani Climate Change. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
- Husamah, H., Rahardjanto, A., Hadi, S., Lestari, N., & Ummah BK, M. K. (2023). Spirituality-based environmental literacy among prospective biology teacher in Indonesia: Analysis based on gender, accreditation, and semester-level aspects. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 418–432. <https://doi.org/10.22219/jpbiv9i3.29500>
- Husamah, H., Suwono, H., Nur, H., & Dharmawan, A. (2022a). Action competencies for sustainability and its implications to environmental education for prospective science teachers: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12235>
- Husamah, H., Suwono, H., Nur, H., & Dharmawan, A. (2022b). Sustainable development research in Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5), em2103. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11965>

- Husamah, H., Suwono, H., Nur, H., & Dharmawan, A. (2022c). Sustainable development research in Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11965>
- Husin, A., Helmi, H., Nengsih, Y. K., & Rendana, M. (2025). Environmental education in schools: sustainability and hope. *Discover Sustainability*, 6(1), 41. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00837-2>
- Karimullah, S. S. (2023). Reflections on Human-Nature Relations: A Critical Review in Islamic Humanities. *Jurnal Adabiyah*, 23(2), 189–206. <https://doi.org/10.24252/jad.v23i2a5>
- Kittipongvises, S., & Salathong, J. (2025). Chulalongkorn university and SDG 13 climate action: from policies to implementation on education, research, and public outreach. *Journal of Contemporary East Asia Studies*, 2025, 1–28. <https://doi.org/10.1080/24761028.2025.2459966>
- 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. In *Sustainability* (Vol. 14, Issue 16). <https://doi.org/10.3390/su141610365>
- Kumar, R., Verma, A., Shome, A., Sinha, R., Sinha, S., Jha, P. K., Kumar, R., Kumar, P., Shubham, Das, S., Sharma, P., & Prasad, P. V. V. (2021). Impacts of plastic pollution on ecosystem services, sustainable development goals, and need to focus on circular economy and policy interventions. *Sustainability (Switzerland)*, 13(17), 1–40. <https://doi.org/10.3390/su13179963>
- Lee, J. S. H., Garcia-ulloa, J., & Koh, L. P. (2011). Impacts of biofuel in biodiversity hotspots. In *Biodiversity hotspots* (Issue August). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5>
- Ministry of Environment and Forestry. (2022). *Indonesia's Adaptation Communication*. Ministry of Environment and Forestry.
- Murphy, R. (2024). What is undermining climate change mitigation? How fossil-fuelled practices challenge low-carbon transitions. *Energy Research & Social Science*, 108, 103390. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103390>
- Newsome, D., Newsome, K. B., & Miller, S. A. (2023). Teaching, Learning, and Climate Change: Anticipated Impacts and Mitigation Strategies for Educators. *Behavior and Social Issues*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s42822-023-00129-2>
- Nurwidodo, N., Hadi, S., Ibrohim, I., & Sueb, S. (2021). Validity and practicality of the EMKONTAN learning model to improve creative thinking, collaborative and literacy environment of prospective biology teacher students. *The 12th International Conference on Lesson Study (ICLS-XII)*, 221–232. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/download/9015/6048>
- Nurwidodo, N., & Hindun, I. (2024). *EMKONTAN learning model to improve creativity, collaborative skills, and environmental literacy of prospective biology teachers*. 7(2), 143–165.
- Nurwidodo, N., Ibrohim, I., Sueb, S., Abrori, F. M., & Darojat, T. A. (2023). Improving the creative thinking and collaborative skills of prospective biology teachers using the EMKONTAN learning model in environmental science courses. *JPBI*

- (*Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*), 9(1), 15–25.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i1.24382>
- Nurwidodo, N., Romdaniyah, S. W., Sudarmanto, S., Rosanti, D., Kurniawati, K., & Abidin, Z. (2021). Analisis profil berpikir kritis, kreatif, keterampilan kolaboratif, dan literasi lingkungan siswa kelas 8 SMP Muhammadiyah sebagai impak pembelajaran modern. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 605–619. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v9i2.4642>
- Nurwidodo, N., Wahyuni, S., & Hindun, I. (2023). Enhancing environmental literacy using EMKONTAN learning for biology teacher candidates. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 11(1), 175–189. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i1.6976>
- Ogunbode, C. A., Doran, R., Hanss, D., Ojala, M., Salmela-Aro, K., van den Broek, K. L., Bhullar, N., Aquino, S. D., Marot, T., Schermer, J. A., Włodarczyk, A., Lu, S., Jiang, F., Maran, D. A., Yadav, R., Ardi, R., Chegeni, R., Ghanbarian, E., Zand, S., ... Karasu, M. (2022). Climate anxiety, wellbeing and pro-environmental action: correlates of negative emotional responses to climate change in 32 countries. *Journal of Environmental Psychology*, 84, 101887. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101887>
- Prabawani, B. (2021). *Education for Sustainable Development: Pembentukan Karakter dan Perilaku Berkelanjutan* (Issue January).
- Rahardjanto, A., Husamah, & Fauzi, A. (2019). Hybrid-PjBL: Learning outcomes, creative thinking skills, and learning motivation of preservice teacher. *International Journal of Instruction*, 12(2). <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12212a>
- Rahardjanto, Abdulkadir, Husamah, H., Hadi, S., Lestari, N., & Fatmawati, D. (2022). The environmental attitude of the prospective biology teachers in Indonesia. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 8(3), 255–264. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i3.22855>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, agricultural productivity, and forested area on carbon emissions: New insights from Kazakhstan. *World Development Sustainability*, 1, 100019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100019>
- Reid, A. (2019). Climate change education and research: possibilities and potentials versus problems and perils? *Environmental Education Research*, 25(6), 767–790. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1664075>
- Reilly, C., Stevenson, K., Warner, W., Park, T., Knollenberg, W., Lawson, D., Brune, S., & Barbieri, C. (2022). Agricultural and environmental education: a call for meaningful collaboration in a U.S. context. *Environmental Education Research*, 28(9), 1410–1422. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2040431>
- Robina-Ramírez, R., Sánchez-Hernández, M. I., Jiménez-Naranjo, H. V., & Díaz-Caro, C. (2020). The challenge of greening religious schools by improving the environmental competencies of teachers. *Frontiers in Psychology*, 11(520), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00520>
- Safitri, A., Habibi, H., & Matlubah, H. (2024). Literasi Lingkungan Siswa Smp Di Daerah Kepulauan. *Prosiding SNAPP: Sosial Humaniora, Pertanian, Kesehatan Dan Teknologi*, 2(1), 295–307. <https://doi.org/10.24929/snapp.v2i1.3149>
- Schulz, C., Whitney, B. S., Rossetto, O. C., Neves, D. M., Crabb, L., de Oliveira, E. C., Terra Lima, P. L., Afzal, M., Laing, A. F., de Souza Fernandes, L. C., da

- Silva, C. A., Steinke, V. A., Torres Steinke, E., & Saito, C. H. (2019). Physical, ecological and human dimensions of environmental change in Brazil's Pantanal wetland: Synthesis and research agenda. *Science of the Total Environment*, 687, 1011–1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.023>
- Servant-Miklos, V. (2022). Environmental education and socio-ecological resilience in the COVID-19 pandemic: lessons from educational action research. *Environmental Education Research*, 28(1), 18–39. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.2022101>
- Shivanna, K. R. (2022). Climate change and its impact on biodiversity and human welfare. *Proceedings of the Indian National Science Academy. Part A, Physical Sciences*, 88(2), 160–171. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00073-6>
- Sorrell, S. (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.002>
- Swanson, A. K., Hrinda, S., & Keiper, J. B. (2007). Laboratory assessment of altered atmospheric carbon dioxide on filamentous green algae phenolic content and caddisfly growth and survival. *Journal of Freshwater Ecology*, 22(1), 49–60. <https://doi.org/10.1080/02705060.2007.9664145>
- Tang, K. (2024). Climate change education in Indonesia's formal education: a policy analysis. *Npj Climate Action*, 3(1), 57. <https://doi.org/10.1038/s44168-024-00143-z>
- Thomas, V. (2017). Climate Change and Natural Disasters: Transforming Economies and Policies for a Sustainable Future. In *Climate Change and Natural Disasters: Transforming Economies and Policies for a Sustainable Future*. <https://doi.org/10.4324/9781315081045>
- Trott, C. D., Lam, S., Roncker, J., Gray, E.-S., Courtney, R. H., & Even, T. L. (2023). Justice in climate change education: a systematic review. *Environmental Education Research*, 29(11), 1535–1572. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2181265>
- White, K., Habib, R., & Hardisty, D. J. (2019). How to SHIFT Consumer Behaviors to be More Sustainable: A Literature Review and Guiding Framework. *Journal of Marketing*, 83(3), 22–49. <https://doi.org/10.1177/0022242919825649>