

Model Integrasi Literasi Iklim Berbasis Proyek untuk Menjembatani Kesenjangan Pengetahuan dan Aksi Siswa

Siti Aisyah Ramadhani^{1*}, Debi Deborah²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, UIN Walisongo Semarang, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia

Email Koresponden: st.aisyah33@gmail.com

(* : corresponding author)

Abstrak - Pendidikan iklim di sekolah menengah masih cenderung menekankan pengetahuan, sementara kemampuan mengevaluasi informasi dan bertindak belum berkembang setara. Penelitian ini menganalisis profil literasi iklim siswa dan mengidentifikasi mekanisme pedagogis pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang dapat menjembatani kesenjangan pengetahuan dan aksi. Desain mixed-method sekuensial eksplanatoris digunakan melalui survei siswa dan wawancara guru sains. Hasil menunjukkan literasi iklim berada pada kategori sedang (58,7%). Pengetahuan sistem iklim memperoleh skor tertinggi (67,4%), sedangkan evaluasi informasi (54,3%) dan kompetensi aksi (50,9%) menjadi area terlemah. Temuan kualitatif menunjukkan bahwa PjBL menjadi lebih transformatif ketika memadukan isu iklim lokal, kolaborasi multipihak, refleksi kritis sistem sosio-ekologis, aksi nyata, dan asesmen autentik. Kebaruan penelitian ini berupa model integrasi tiga dimensi, yaitu konten, pedagogi, dan konteks, yang menjelaskan mekanisme perubahan dari pemahaman iklim menuju kompetensi aksi. Model ini memberi panduan operasional bagi guru untuk merancang proyek iklim berbasis masalah lokal dengan keluaran aksi terukur dan refleksi berbasis bukti.

Kata Kunci: Literasi Iklim, Pembelajaran Berbasis Proyek, Kompetensi Aksi, Pendidikan Berkelanjutan, Mixed-Method

Diterima	Direvisi	Diterbitkan
13-06-2025	15-11-2025	01-12-2025

Url Artikel : <https://ejournal.ranedu.my.id/index.php/pendiri/article/view/116>

Doi : [10.63866/pendiri.v3i1.116](https://doi.org/10.63866/pendiri.v3i1.116)

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim menimbulkan risiko yang saling terkait terhadap sistem lingkungan, sosial, ekonomi, dan kesehatan. IPCC menegaskan bahwa dampak tersebut meningkat seiring bertambahnya pemanasan global dan menuntut penguatan kapasitas adaptasi serta perubahan perilaku pada berbagai tingkat [1]. Dalam konteks pendidikan, respons tersebut tidak cukup melalui penyampaian pengetahuan. Sekolah perlu membangun kemampuan peserta didik untuk memahami risiko, menilai informasi, mengambil keputusan, dan berpartisipasi dalam aksi yang bertanggung jawab [2].

Literasi iklim karena itu dipahami sebagai kompetensi multidimensional yang menghubungkan pengetahuan sistem iklim, kesadaran risiko, kemampuan menilai informasi, serta kesiapan bertindak [3], [4]. Pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/ PjBL) relevan dengan kebutuhan tersebut karena menempatkan siswa pada proses inkuiri autentik, kolaborasi, penggunaan bukti, dan pemecahan masalah kontekstual [8]. Hubungan ini penting karena pendidikan iklim memerlukan pengalaman belajar yang mengubah pengetahuan menjadi keputusan dan tindakan, bukan sekadar menambah informasi.

Urgensi penguatan literasi iklim di Indonesia telah terlihat secara empiris. Studi nasional terhadap 1.126 remaja berusia 13 sampai 19 tahun menemukan bahwa 49,7% responden memiliki literasi perubahan iklim yang rendah, dengan variasi menurut wilayah dan karakteristik sekolah [5]. Pada tingkat kebijakan, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan menerbitkan Panduan Pendidikan Perubahan Iklim pada 2024 sebagai bagian dari implementasi Kurikulum Merdeka untuk membantu satuan pendidikan mengintegrasikan kesadaran, kolaborasi, dan tindakan terhadap perubahan iklim [6]. Temuan empiris dan arah kebijakan tersebut menunjukkan bahwa persoalan utama tidak lagi hanya terletak pada keberadaan materi iklim, tetapi pada mutu implementasi pedagogisnya.

Literatur pendidikan iklim menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan tidak otomatis menghasilkan kompetensi aksi. Tinjauan sistematis pada pendidikan iklim K-16 memperlihatkan dominasi hasil belajar kognitif, sementara dimensi keterlibatan, pengambilan keputusan, dan tindakan membutuhkan desain pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna [7]. Kajian strategi pendidikan perubahan iklim juga menekankan relevansi personal, diskusi deliberatif, koreksi miskonsepsi, serta proyek sekolah atau komunitas sebagai unsur penting untuk mendorong keterlibatan [9]. Dengan demikian, PjBL berpotensi menjembatani kesenjangan pengetahuan dan aksi, tetapi efektivitasnya bergantung pada struktur proyek dan kualitas fasilitasi guru.

Meta-analisis PjBL menunjukkan dampak positif terhadap capaian belajar, tetapi hasil tersebut tidak berarti setiap proyek secara otomatis menghasilkan pembelajaran transformatif [10]. Dalam pendidikan iklim, studi berbasis intervensi menunjukkan bahwa perubahan pada persepsi dan aksi lebih mungkin muncul ketika pembelajaran memadukan isu sosiosaintifik, refleksi, dan tanggung jawab siswa [13]. Namun, bukti di Indonesia masih terbatas mengenai unsur PjBL apa yang secara spesifik berkaitan dengan kelemahan pada evaluasi informasi dan kompetensi aksi siswa. Kesenjangan ini membatasi kemampuan sekolah untuk mengubah kebijakan pendidikan iklim menjadi desain pembelajaran yang operasional.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan diagnosis literasi iklim multidimensional dengan penjelasan mekanisme pedagogis PjBL melalui desain mixed-method sekuensial eksplanatoris. Alih-alih memperlakukan PjBL sebagai satu strategi tunggal, penelitian ini mengorganisasikan temuan ke dalam model tiga dimensi, yaitu konten, pedagogi, dan konteks. Model tersebut digunakan untuk menjelaskan mengapa proyek yang telah kontekstual dan kolaboratif tetap dapat menghasilkan kompetensi aksi yang rendah ketika refleksi kritis, evaluasi informasi, asesmen autentik, dan kesempatan bertindak belum terintegrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan profil literasi iklim siswa sekolah menengah atas pada dimensi pengetahuan sistem iklim, kesadaran risiko, evaluasi informasi, dan kompetensi aksi; (2) menganalisis praktik PjBL yang menjelaskan variasi kedalaman integrasi literasi iklim; dan (3) merumuskan model integrasi pedagogis yang dapat digunakan guru dan sekolah untuk memperkuat transformasi dari pengetahuan iklim menuju kompetensi aksi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain mixed-method dengan pendekatan explanatory sequential [11]. Fase kuantitatif digunakan untuk memetakan profil literasi iklim siswa. Hasil kuantitatif kemudian berfungsi sebagai titik penghubung (connecting) untuk menentukan area yang perlu diperdalam pada fase kualitatif, terutama evaluasi informasi dan kompetensi aksi. Pada tahap akhir, kedua fase digabungkan melalui interpretasi lintas-temuan untuk menghasilkan meta-inferensi dan model integrasi. Desain ini dipilih karena konstruk literasi

iklim bersifat multidimensional dan membutuhkan penjelasan tentang proses pedagogis di balik pola skor.

2.2 Subjek dan Lokasi Penelitian

Fase kuantitatif melibatkan 240 siswa kelas XI dari beberapa SMA negeri dan swasta di wilayah perkotaan. Pemilihan sekolah menggunakan purposive sampling berdasarkan dua kriteria, yaitu telah menerapkan Kurikulum Merdeka dan memiliki pengalaman melaksanakan pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian, sampling kuantitatif bersifat non-probability berbasis sekolah. Ukuran 240 responden digunakan untuk memperoleh variasi respons lintas sekolah pada empat dimensi literasi iklim dan tidak dimaksudkan untuk generalisasi probabilistik ke seluruh populasi siswa Indonesia. Fase kualitatif melibatkan 12 guru sains, meliputi fisika, biologi, dan geografi, yang dipilih secara purposive berdasarkan pengalaman mengajar minimal lima tahun, keterlibatan dalam PjBL, dan kesediaan mengikuti wawancara. Pelaporan menggunakan data agregat dan tidak mencantumkan identitas siswa, guru, maupun sekolah.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

1. Pengembangan kerangka dan instrumen
Kerangka literasi iklim disusun dari literatur dan digunakan untuk mengembangkan instrumen yang mencakup pengetahuan sistem iklim, kesadaran risiko, evaluasi informasi, dan kompetensi aksi. Validasi isi dilakukan oleh ahli pendidikan sains dan pendidikan lingkungan.
2. Pengumpulan data kuantitatif
Survei literasi iklim dilaksanakan menggunakan kuesioner terstruktur skala Likert lima tingkat yang diisi siswa secara daring dan luring.
3. Analisis kuantitatif dan tahap connecting
Skor setiap dimensi dianalisis secara deskriptif. Dimensi dengan capaian terendah digunakan untuk menajamkan pertanyaan wawancara tentang desain proyek, fasilitasi guru, evaluasi informasi, refleksi, dan aksi siswa.
4. Pengumpulan data kualitatif
Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan 12 guru untuk menjelaskan praktik PjBL, hambatan implementasi, dan mekanisme yang dinilai mendukung perubahan dari pemahaman menuju tindakan.
5. Analisis tematik
Transkrip wawancara dianalisis secara tematik melalui pengodean awal, pengelompokan kategori, peninjauan tema, dan penetapan tema akhir [12].
6. Integrasi temuan dan pembentukan model
Temuan kuantitatif dan kualitatif dipetakan dalam matriks integrasi. Setiap kesenjangan kuantitatif dipasangkan dengan tema penjelas kualitatif, kemudian disintesis menjadi model integrasi tiga dimensi: konten, pedagogi, dan konteks.

Alur integrasi data pada desain explanatory sequential disajikan pada Gambar 1. Diagram memperlihatkan bahwa hasil kuantitatif tidak berdiri sendiri, tetapi secara langsung menentukan fokus pendalaman kualitatif dan pembentukan model akhir.



Alur integrasi explanatory sequential: hasil kuantitatif mengarahkan pendalaman kualitatif, lalu kedua fase digabungkan untuk menghasilkan meta-inferensi.

Gambar 1. Alur Integrasi Data pada Desain Explanatory Sequential

2.4 Instrumen Penelitian

Instrumen fase kuantitatif berupa Climate Literacy Assessment berbentuk skala Likert lima tingkat yang mengukur empat dimensi: pengetahuan sistem iklim, kesadaran risiko, evaluasi informasi, dan kompetensi aksi. Validasi isi dilakukan oleh ahli pendidikan sains dan pendidikan lingkungan. Konsistensi internal seluruh dimensi berada di atas batas Cronbach's alpha 0,70. Pada fase kualitatif, panduan wawancara semi-terstruktur berfokus pada perancangan proyek, fasilitasi refleksi, penggunaan bukti, keterlibatan komunitas, aksi nyata, dan asesmen autentik.

2.5 Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa persentase rerata pada setiap dimensi. Data kualitatif dianalisis dengan analisis tematik [12]. Integrasi mixed-method dilakukan dalam dua titik. Pertama, connecting, yaitu hasil kuantitatif digunakan untuk menentukan fokus wawancara. Kedua, merging, yaitu skor dimensi dan tema kualitatif disandingkan dalam matriks interpretasi untuk mengidentifikasi penjelasan yang konvergen, komplementer, atau berbeda. Meta-inferensi dari proses tersebut digunakan untuk menyusun model integrasi literasi iklim berbasis proyek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Profil Tingkat Literasi Iklim Siswa

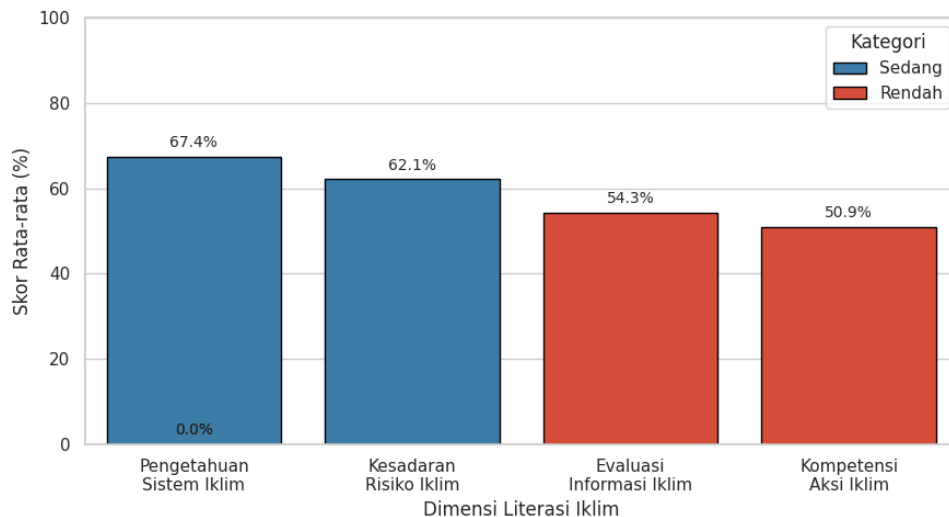
Literasi iklim siswa berada pada kategori sedang dengan skor total 58,7%. Pola antardimensi menunjukkan ketimpangan yang konsisten antara komponen konseptual dan komponen yang menuntut penilaian serta tindakan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa Pengetahuan Sistem Iklim memperoleh skor tertinggi (67,4%), diikuti Kesadaran Risiko Iklim (62,1%). Evaluasi Informasi Iklim (54,3%) dan Kompetensi Aksi Iklim (50,9%) berada pada kategori rendah. Selisih 16,5 poin persentase antara dimensi tertinggi dan terendah menunjukkan bahwa pemahaman konsep belum diikuti kemampuan bertindak pada tingkat yang sebanding.

Tabel 1. Skor Rata-rata Literasi Iklim Siswa per Dimensi

Dimensi Literasi Iklim	Skor Rata-rata (%)	Kategori
Pengetahuan Sistem Iklim	67,4	Sedang
Kesadaran Risiko Iklim	62,1	Sedang
Evaluasi Informasi Iklim	54,3	Rendah
Kompetensi Aksi Iklim	50,9	Rendah
Total Literasi Iklim	58,7	Sedang

Untuk memudahkan pembacaan pola perbedaan antar dimensi, Gambar 2 memvisualisasikan rerata skor pada masing-masing dimensi dalam bentuk grafik batang. Visualisasi ini menegaskan penurunan skor yang konsisten dari dimensi konseptual (*pengetahuan sistem* dan *kesadaran risiko*) menuju dimensi yang menuntut keterampilan tingkat lanjut (*evaluasi informasi*) dan orientasi perilaku (*kompetensi aksi*). Secara ringkas, rerata dua dimensi awal mencapai 64,75%, sedangkan rerata dua dimensi terakhir 52,60%, dengan selisih 12,15 poin persentase.



Gambar 2. Distribusi Skor Literasi Iklim Siswa per Dimensi

Gambar 2 menunjukkan penurunan skor yang konsisten dari dimensi yang berorientasi pemahaman (*pengetahuan sistem* dan *kesadaran risiko*) menuju dimensi yang berorientasi keterampilan tingkat lanjut dan perilaku (*evaluasi informasi* dan *kompetensi aksi*). Pola ini menegaskan bahwa peningkatan literasi iklim tidak cukup dilakukan melalui penguatan materi, tetapi perlu diarahkan pada pengembangan kemampuan menilai kredibilitas informasi (misalnya memilah klaim, data, dan sumber tepercaya) serta perancangan pengalaman belajar yang memfasilitasi aksi nyata dan terukur.

3.2 Hasil Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek

Implementasi PjBL belum merata pada aspek yang menentukan literasi iklim tingkat lanjut. Komponen yang mudah diorganisasi, seperti kerja kelompok dan pengaitan isu dengan konteks lokal, lebih sering terlaksana dibanding refleksi kritis, keterlibatan komunitas, dan aksi nyata. Tabel 2 menunjukkan capaian tertinggi pada kolaborasi kelompok siswa (82,5%) dan kontekstualisasi isu iklim lokal (78,2%). Sebaliknya, orientasi pada aksi nyata hanya 38,4%, keterlibatan komunitas 41,7%, dan refleksi kritis 46,9%. Rentang 44,1 poin persentase memperlihatkan kesenjangan substansial antara aspek prosedural PjBL dan aspek transformatifnya.

Tabel 2. Intensitas Integrasi Literasi Iklim dalam Pembelajaran Berbasis Proyek

Aspek Pembelajaran Berbasis Proyek	Persentase Keterlaksanaan (%)
Kontekstualisasi isu iklim lokal	78,2
Kolaborasi kelompok siswa	82,5
Keterlibatan komunitas	41,7
Refleksi kritis	46,9
Orientasi pada aksi nyata	38,4

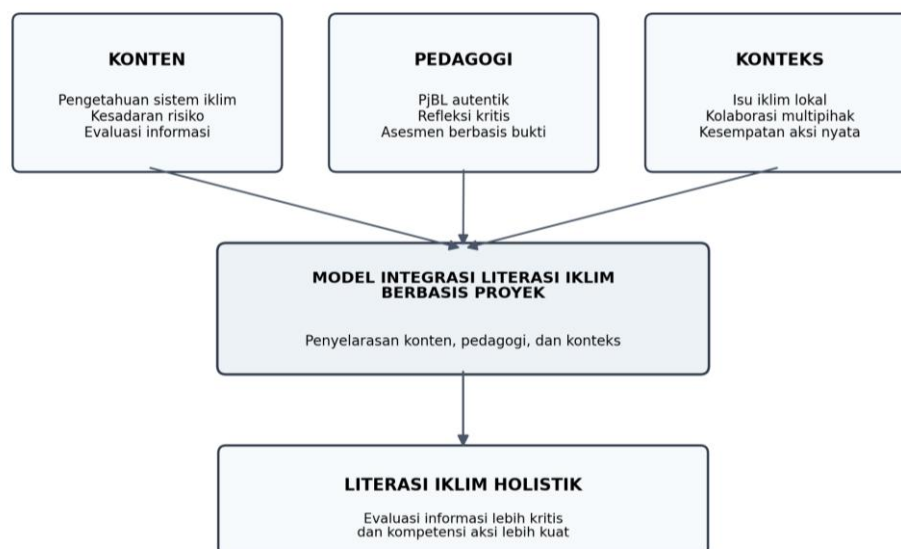
Rerata keterlaksanaan kelima aspek adalah 57,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa PjBL telah berfungsi sebagai struktur kerja kolaboratif, tetapi belum konsisten menjadi mekanisme yang mengubah pengetahuan iklim menjadi evaluasi berbasis bukti dan tindakan. Temuan tersebut selaras dengan rendahnya skor Evaluasi Informasi dan Kompetensi Aksi pada fase kuantitatif.

3.3 Temuan Kualitatif dan Model Integrasi

Analisis tematik terhadap wawancara guru menghasilkan lima tema yang menjelaskan mengapa kedalaman integrasi literasi iklim berbeda antarpraktik PjBL. Kelima tema tersebut tidak diperlakukan sebagai daftar terpisah, tetapi sebagai mekanisme yang saling melengkapi.

1. Penggunaan isu iklim lokal sebagai konteks proyek: guru memulai proyek dari persoalan yang dekat dengan kehidupan siswa sehingga masalah iklim memiliki relevansi personal dan sosial.
2. Kolaborasi lintas disiplin dan multipihak: guru, siswa, komunitas, dan instansi lokal memperluas akses pada data, keahlian, dan ruang tindakan di luar kelas.
3. Refleksi kritis terhadap sistem sosio-ekologis: siswa diarahkan menautkan sebab, aktor, bukti, konsekuensi, dan pilihan tindakan sehingga isu iklim dipahami sebagai persoalan sistem.
4. Orientasi pada solusi dan aksi nyata: proyek yang lebih kuat menghasilkan tindakan yang dapat diamati, seperti kampanye berbasis data, perubahan praktik sekolah, atau prototipe solusi sederhana.
5. Asesmen autentik berbasis proses dan produk: penilaian mencakup kualitas inkuiri, penggunaan bukti, kolaborasi, refleksi, dan mutu keluaran atau aksi, bukan hanya penyelesaian laporan akhir.

Integrasi fase kuantitatif dan kualitatif mengelompokkan kelima tema tersebut ke dalam tiga dimensi model. Dimensi konten menekankan keluasan literasi iklim, termasuk evaluasi informasi. Dimensi pedagogi mencakup PjBL autentik, refleksi kritis, dan asesmen berbasis bukti. Dimensi konteks mencakup isu lokal, kolaborasi multipihak, dan kesempatan aksi nyata. Hubungan ketiganya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Model Integrasi Tiga Dimensi Literasi Iklim Berbasis Proyek

Model pada Gambar 3 menempatkan penyelarasan konten, pedagogi, dan konteks sebagai syarat agar PjBL tidak berhenti pada aktivitas proyek. Konten memberi dasar

pengetahuan dan kriteria evaluasi informasi. Pedagogi mengubah bukti menjadi refleksi dan keputusan. Konteks menyediakan relevansi sosial, mitra, serta ruang untuk menguji tindakan. Ketidakseimbangan salah satu dimensi membantu menjelaskan mengapa proyek yang kolaboratif dan kontekstual masih dapat menghasilkan kompetensi aksi yang rendah.

3.4 Pembahasan

Pola skor memperlihatkan knowledge-action gap yang spesifik. Siswa relatif lebih kuat pada pengetahuan sistem iklim dan kesadaran risiko, tetapi lebih lemah dalam mengevaluasi informasi serta bertindak. Temuan ini memperkuat urgensi yang terlihat pada studi nasional Indonesia, yang menemukan 49,7% remaja memiliki literasi perubahan iklim rendah [5], sekaligus memperluasnya dengan menunjukkan bahwa masalah tidak hanya berada pada pengetahuan, tetapi juga pada kompetensi evaluatif dan aksi.

Hasil implementasi PjBL menunjukkan bahwa keberadaan proyek tidak dengan sendirinya menjamin pembelajaran transformatif. Kolaborasi siswa dan konteks lokal sudah tinggi, tetapi refleksi kritis, keterlibatan komunitas, dan aksi nyata masih rendah. Temuan ini konsisten dengan kajian PjBL dan pendidikan iklim yang menempatkan kualitas desain, relevansi personal, diskusi berbasis bukti, dan proyek komunitas sebagai penentu hasil belajar [9], [10].

Temuan kualitatif menjelaskan mekanisme di balik pola tersebut. Isu lokal membangun relevansi, kolaborasi multipihak menyediakan sumber daya dan audiens nyata, refleksi kritis membantu siswa menilai hubungan sebab-akibat, sedangkan aksi dan asesmen autentik mengubah keputusan menjadi pengalaman yang dapat dievaluasi. Pola ini sejalan dengan studi yang menunjukkan bahwa pembelajaran iklim berbasis isu sosiosaintifik, harapan, dan action competence memerlukan pengalaman partisipatif, bukan hanya transfer informasi [13]-[15].

Kontribusi teoretis utama penelitian ini adalah model integrasi tiga dimensi. Literatur sebelumnya banyak membahas literasi iklim sebagai himpunan pengetahuan, keterampilan, dan sikap [3], [4], atau membahas strategi pendidikan iklim sebagai karakteristik pedagogis [7], [9], [16]. Penelitian ini menghubungkan kedua rumpun tersebut dengan menunjukkan bahwa konten, pedagogi, dan konteks perlu hadir secara selaras agar PjBL dapat bergerak dari pemahaman menuju kompetensi aksi.

Dari model tersebut dirumuskan tiga proposisi konseptual. Pertama, konten iklim yang relevan secara lokal meningkatkan kebermaknaan, tetapi tidak cukup untuk menghasilkan aksi tanpa mediasi pedagogis. Kedua, refleksi kritis, evaluasi bukti, dan asesmen autentik berfungsi sebagai mekanisme penghubung antara pengetahuan dan keputusan. Ketiga, kolaborasi multipihak dan kesempatan aksi menyediakan konteks sosial yang memungkinkan keputusan diuji dalam praktik. Proposisi ini bersifat penjelas dan memerlukan pengujian kausal pada penelitian lanjutan.

Kebaruan studi ini dibanding penelitian terdahulu terletak pada penggunaan hasil kuantitatif sebagai diagnosis yang secara langsung mengarahkan pendalaman kualitatif, kemudian mengubah kedua jenis temuan menjadi kerangka operasional. Dengan cara ini, model tidak hanya menyatakan bahwa PjBL efektif, tetapi menjelaskan kondisi pedagogis yang perlu dipenuhi ketika sekolah ingin menargetkan dimensi literasi iklim yang paling lemah.

Secara teoretis, temuan tersebut mendukung pandangan bahwa kompetensi aksi merupakan hasil pendidikan yang membutuhkan kesempatan bertindak, dukungan sosial, refleksi, dan penilaian yang sesuai [14], [15]. Karena itu, literasi iklim lebih tepat dipahami sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan dalam penilaian dan tindakan yang bertanggung jawab, bukan sebagai akumulasi informasi semata.

3.5 Implikasi Praktis bagi Pendidikan Berkelanjutan

Bagi guru, model tiga dimensi dapat diterjemahkan menjadi empat komponen minimum dalam setiap proyek iklim: masalah lokal yang dapat diselidiki, verifikasi kredibilitas sumber dan data, keluaran aksi yang dapat diamati, serta refleksi berbasis bukti tentang dampak dan keterbatasan tindakan. Struktur ini langsung menargetkan dua dimensi terlemah dalam penelitian, yaitu evaluasi informasi dan kompetensi aksi.

Sekolah perlu mendukung guru melalui waktu kolaborasi lintas mata pelajaran, akses mitra komunitas, dan rubrik asesmen autentik. Pengembangan profesional guru sebaiknya tidak berhenti pada materi perubahan iklim, tetapi mencakup fasilitasi diskusi kontroversial, literasi informasi, desain proyek, dan penilaian proses. Kebutuhan tersebut konsisten dengan bukti bahwa kesiapan pedagogis guru merupakan faktor penting dalam implementasi literasi iklim di sekolah [16], [17].

3.6 Implikasi Kebijakan Pendidikan Nasional

Pada tingkat kebijakan, Panduan Pendidikan Perubahan Iklim 2024 telah memberi dasar bagi satuan pendidikan untuk mengembangkan kesadaran dan aksi iklim [6]. Temuan penelitian ini menyarankan agar panduan tersebut dioperasionalkan dalam standar proses yang lebih terukur. Proyek terkait iklim perlu memuat indikator minimum berupa penggunaan isu lokal, evaluasi kredibilitas informasi, kolaborasi dengan pihak relevan, aksi terukur, dan refleksi. Arah ini juga kompatibel dengan penguatan kebijakan kurikulum melalui Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025 yang menekankan kualitas pembelajaran dan penguatan kompetensi peserta didik [19].

Pada tingkat pengawasan sekolah, keberhasilan pendidikan iklim sebaiknya tidak dinilai dari jumlah proyek atau produk semata. Indikator mutu perlu menilai apakah siswa menggunakan bukti yang kredibel, mempertimbangkan konsekuensi sosial-ekologis, bekerja dengan mitra, dan menghasilkan tindakan yang dapat dievaluasi. Pendekatan ini memperkuat orientasi Education for Sustainable Development yang menempatkan kompetensi aksi sebagai bagian penting dari pembelajaran berkelanjutan [18].

3.7 Keterbatasan Penelitian

Penelitian memiliki empat keterbatasan. Pertama, sekolah berasal dari wilayah perkotaan sehingga temuan belum merepresentasikan konteks rural, kepulauan, atau pesisir. Kedua, sampling kuantitatif bersifat non-probability sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi secara statistik ke seluruh siswa SMA. Ketiga, desain potong lintang tidak memungkinkan pengujian perubahan literasi iklim dari waktu ke waktu atau klaim kausal tentang efektivitas PjBL. Keempat, data implementasi mengandalkan respons dan dokumentasi pembelajaran sehingga observasi kelas yang lebih intensif diperlukan untuk menguji konsistensi antara praktik yang dilaporkan dan praktik yang berlangsung.

3.8 Agenda Penelitian Lanjutan

Penelitian lanjutan perlu menguji model pada konteks sekolah yang lebih beragam, khususnya wilayah pesisir dan rural yang menghadapi risiko iklim berbeda. Desain longitudinal atau kuasi-eksperimental dapat digunakan untuk menguji apakah proyek yang memenuhi dimensi konten, pedagogi, dan konteks benar-benar meningkatkan evaluasi informasi dan kompetensi aksi. Setelah instrumen memperoleh validasi konstruk yang lengkap, hubungan antardimensi juga dapat diuji menggunakan Structural Equation Modeling untuk menilai kekuatan mekanisme yang diajukan dalam model.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa masalah utama literasi iklim siswa SMA bukan sekadar keterbatasan pengetahuan, tetapi ketimpangan antara pemahaman, evaluasi informasi, dan kompetensi aksi. Skor literasi iklim berada pada kategori sedang (58,7%), sedangkan evaluasi informasi dan kompetensi aksi menjadi dimensi terlemah. Temuan mixed-method menjelaskan bahwa PjBL lebih berpotensi menjembatani kesenjangan tersebut ketika proyek menyelaraskan konten iklim multidimensional, pedagogi yang mendorong refleksi dan asesmen berbasis bukti, serta konteks lokal yang menyediakan kolaborasi dan kesempatan aksi.

Perbedaan utama studi ini dari penelitian sebelumnya terletak pada model integrasi tiga dimensi yang menghubungkan diagnosis profil literasi dengan mekanisme pedagogis. Model tersebut menegaskan bahwa PjBL bukan intervensi yang otomatis transformatif. Guru perlu merancang proyek dengan masalah lokal, verifikasi sumber, refleksi kritis, aksi terukur, dan asesmen autentik. Pada tingkat sekolah dan kebijakan, lima komponen tersebut dapat digunakan sebagai kriteria minimum untuk menilai mutu proyek pendidikan iklim.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022, doi: 10.1017/9781009325844.
- [2] UNESCO, *Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education*. Paris: UNESCO, 2021.
- [3] J. Azevedo and M. Marques, "Climate literacy: A systematic review and model integration," *International Journal of Global Warming*, vol. 12, no. 3/4, pp. 414–430, 2017, doi: 10.1504/IJGW.2017.084789.
- [4] S. E. Powers, J. E. DeWaters, and S. Dhaniyala, "Climate literacy – Imperative competencies for tomorrow's engineers," *Sustainability*, vol. 13, no. 17, art. 9684, 2021, doi: 10.3390/su13179684.
- [5] E. Martha, Besral, U. H. Zainita, N. A. Rilfi, and S. A. Aminudin, "Adolescents' knowledge on climate change: A nationwide study in Indonesia," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 22, no. 4, art. 571, 2025, doi: 10.3390/ijerph22040571.
- [6] Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, *Panduan Pendidikan Perubahan Iklim*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2024.
- [7] D. Bhattacharya, K. Carroll Steward, and C. T. Forbes, "Empirical research on K-16 climate education: A systematic review of the literature," *Journal of Geoscience Education*, vol. 69, no. 3, pp. 223–247, 2021, doi: 10.1080/10899995.2020.1838848.
- [8] J. Krajcik and N. Shin, "Project-based learning," in *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- [9] M. C. Monroe, R. R. Plate, A. Oxarart, A. Bowers, and W. A. Chaves, "Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research," *Environmental Education Research*, vol. 25, no. 6, pp. 791–812, 2019, doi: 10.1080/13504622.2017.1360842.
- [10] C.-H. Chen and Y.-C. Yang, "Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators," *Educational Research Review*, vol. 26, pp. 71–81, 2019, doi: 10.1016/j.edurev.2018.11.001.
- [11] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE, 2018.
- [12] V. Braun and V. Clarke, "Using thematic analysis in psychology," *Qualitative Research in Psychology*, vol. 3, no. 2, pp. 77–101, 2006, doi: 10.1191/1478088706qp063oa.
- [13] S.-Y. Choi, A.-R. Won, H.-E. Chu, H.-J. Cha, H. Shin, and C.-J. Kim, "The impacts of a climate change SSI-STEAM program on junior high school students' climate literacy," *Asia-Pacific Science Education*, vol. 7, no. 1, pp. 96–133, 2021, doi: 10.1163/23641177-bja10019.
- [14] W. Finnegan, "Educating for hope and action competence: A study of secondary school students and teachers in England," *Environmental Education Research*, vol. 29, no. 11, pp. 1617–1636, 2023, doi: 10.1080/13504622.2022.2120963.
- [15] D. Olsson, N. Gericke, and J. Boeve-de Pauw, "The effectiveness of education for sustainable development revisited: A longitudinal study on secondary students' action competence for sustainability," *Environmental Education Research*, vol. 28, no. 3, pp. 405–429, 2022, doi: 10.1080/13504622.2022.2033170.
- [16] A.-K. Leve, H. Michel, and U. Harms, "Implementing climate literacy in schools – What to teach our teachers?," *Climatic Change*, vol. 176, art. 134, 2023, doi: 10.1007/s10584-023-03607-z.
- [17] S. N. F. Radzi, K. Osman, and M. N. Mohd Said, "Progressing towards global citizenship and a sustainable nation: Pillars of climate change education and actions," *Sustainability*, vol. 14, no. 9, art. 5163, 2022, doi: 10.3390/su14095163.
- [18] UNESCO, *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. Paris: UNESCO, 2020.
- [19] Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah*. Jakarta, 2025.