



Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi
 ISSN 2580-0922 (*online*), ISSN 2460-2612 (*print*)
 Volume 12, Nomor 01, (2026), hlm 154-172
 Available online at:
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik>



Research Article



Bibliometric and Systematic Literature Review : Kemampuan Berpikir Kritis dalam Konteks Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) pada Pembelajaran Biologi

(A Bibliometric and Systematic Literature Review of Critical Thinking Skills in the Context of Climate Change Action (SDG 13) in Biology Education)

Salsabilla Maharani*, Kusnadi, Mimin Nurjhani Kusumastuti

Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia
 Jalan Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Jawa Barat, 40154

*Corresponding author: salsabillamaharani693@upi.edu

Article Information	ABSTRAK
Submitted: 17 – 12 – 2025 Accepted: 25 – 02 – 2026 Published: 04 – 03 – 2026	<p><i>Integrating critical thinking in biology education is increasingly urgent to strengthen environmental awareness and support climate action aligned with SDG 13. This study investigates research trends on the relationship between critical thinking skills and environmental awareness within biology education in the context of climate change action. A bibliometric and literature review approach was applied to journal articles indexed in Scopus and Google Scholar. Data were collected using Publish or Perish 8 and analyzed through five phases: data collection, keyword identification, relationship-matrix construction, visualization, and interpretation. Bibliometric mapping was performed using VOSviewer. Publications from 2020–2025 show dominant themes including critical thinking, problem solving, climate change, climate action, sustainability, and education for sustainable development (ESD). The mapping indicates biology education as a major domain connecting critical thinking, environmental awareness, and climate action research related to SDG 13. The findings provide an overview of recent research directions and identify key thematic clusters that can inform future development of biology learning models to support climate action through strengthened critical thinking and environmental awareness.</i></p> <p>Keywords: <i>critical thinking skills, biology education, environmental awareness, climate change action, SDG 13, bibliometric analysis, systematic literature review</i></p>
Publisher	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi, Jambi- Indonesia	<p>Integrasi kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran biologi semakin mendesak untuk memperkuat kesadaran lingkungan dan mendukung aksi iklim sesuai SDGs 13. Penelitian ini menelaah tren riset mengenai keterkaitan kemampuan berpikir kritis dan kesadaran lingkungan dalam konteks pendidikan biologi yang berorientasi pada aksi perubahan iklim. Penelitian menggunakan pendekatan tinjauan literatur dan analisis bibliometrik terhadap artikel jurnal terindeks Scopus dan Google Scholar. Pengambilan data dilakukan dengan Publish or Perish 8, kemudian dianalisis melalui lima tahap yakni pengumpulan data, identifikasi kata kunci, penyusunan matriks keterkaitan, visualisasi, serta interpretasi. Pemetaan bibliometrik dilakukan menggunakan VOSviewer. Publikasi periode 2020–2025 didominasi tema berpikir kritis, pemecahan masalah, perubahan iklim, aksi iklim, keberlanjutan, dan education for sustainable development (ESD). Pemetaan menunjukkan pendidikan biologi sebagai domain utama yang menghubungkan riset berpikir kritis, kesadaran lingkungan, dan aksi iklim terkait SDGs 13. Temuan memberikan gambaran arah riset terkini dan klaster tema utama yang dapat menjadi dasar pengembangan model pembelajaran biologi untuk mendukung aksi iklim melalui penguatan berpikir kritis dan kesadaran lingkungan.</p> <p>Kata Kunci: <i>berpikir kritis, pendidikan biologi, kesadaran lingkungan, aksi penanganan perubahan iklim, SDG 13, bibliometric analysis, systematic literature review</i></p>



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Perhatian dunia semakin tertuju pada masalah lingkungan global, terutama perubahan iklim, seiring dengan meningkatnya kejadian cuaca ekstrem, kerusakan ekosistem, dan penurunan keanekaragaman hayati. Dalam pendidikan biologi, menumbuhkan kesadaran tentang perubahan iklim merupakan salah satu tujuan utama, karena bidang ini mengeksplorasi interaksi antara organisme hidup dan lingkungannya. Pengetahuan mendalam tentang konsep-konsep biologi dapat membantu siswa memahami bagaimana perubahan iklim memengaruhi kelangsungan hidup di planet ini, serta mendorong sikap bertanggung jawab terhadap lingkungan. Kesadaran lingkungan berperan penting dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan ekologi dunia. Namun, kesadaran ini tidak hanya diperoleh melalui penyampaian fakta, melainkan juga dengan melatih kemampuan siswa untuk berpikir kritis dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menyelesaikan masalah lingkungan yang rumit. Kemampuan berpikir kritis memungkinkan siswa memahami keterkaitan sebab-akibat dalam proses biologis dan lingkungan, serta mendorong mereka membuat pilihan yang berkelanjutan dan etis.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis memiliki dampak besar dalam membentuk kesadaran dan perilaku yang mendukung lingkungan, karena memungkinkan siswa meninjau masalah lingkungan dari sudut pandang berbeda dan memilih pendekatan penyelesaian yang paling tepat berdasarkan aspek ilmiah dan sosial (Wals et al., 2014). Dengan demikian, meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pendidikan biologi menjadi langkah krusial untuk memperkuat kesadaran lingkungan dan membantu tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan, terutama dalam mengatasi perubahan iklim (SDG 13). Mendorong kemampuan berpikir kritis siswa melalui pendekatan pembelajaran yang menekankan eksplorasi memungkinkan mereka mendapatkan pemahaman yang lebih luas tentang isu-isu lingkungan dan menunjukkan komitmen yang lebih tinggi terhadapnya (Ribeiro et al., 2017). Akibatnya, kemampuan berpikir kritis dapat memicu peningkatan kesadaran lingkungan pada siswa (Hungerford & Volk, 1990).

Diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk menelaah peran kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi terkait aksi penanganan perubahan iklim. Penelitian ini meninjau perkembangan publikasi ilmiah dengan kata kunci “kemampuan berpikir kritis,” “pembelajaran biologi,” dan “aksi penanganan perubahan iklim.” Analisis dilakukan secara bibliometrik terhadap artikel dari Scopus dan Google Scholar periode 2020–2025. Metode bibliometrik sebagai pendekatan kuantitatif dalam ilmu informasi digunakan untuk mengidentifikasi tren dan sumber penelitian yang relevan serta berkualitas (Tupan, 2018; Irianti, 2016).

Bibliometrik merupakan bidang ilmu yang menggunakan analisis kuantitatif dan matematis untuk menilai produktivitas penulis atau peneliti dalam periode tertentu (Haryani, Sudin, & Isrokatun, 2020). Disiplin ini juga digunakan untuk mengungkap kompetensi dan pola kolaborasi dalam suatu bidang melalui analisis penulis, kutipan, dan bibliometrik berbasis web (Nuryudi, 2016). Secara umum,

bibliometrik mempelajari karya ilmiah seperti buku dan artikel jurnal guna mengukur kontribusi serta produktivitas penulis berdasarkan jumlah publikasi yang dihasilkan.

Analisis bibliometrik digunakan untuk menilai secara kuantitatif kata kunci dan indikator penelitian dalam literatur terpublikasi guna memetakan perkembangan konsep dengan dukungan big data (Tupan, 2018). Melalui pendekatan ini, data artikel terdahulu dianalisis berdasarkan tahun publikasi, penulis, institusi, jurnal, dan bidang kajian. Basis data diperoleh menggunakan Publish or Perish 8, sedangkan visualisasi tren penelitian dilakukan dengan VOSviewer, yaitu perangkat lunak untuk memetakan dan menelusuri hubungan bibliometrik (Irianti, 2016). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tren publikasi mengenai kemampuan berpikir kritis dalam konteks penanganan perubahan iklim (SDGs 13) pada pembelajaran biologi melalui analisis bibliometrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama, yaitu analisis bibliometrik dan *Systematic Literature Review* (SLR). Kedua pendekatan ini dikombinasikan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan penelitian terkait kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran biologi yang dikaitkan dengan tindakan penanganan perubahan iklim (SDGs 13). Analisis bibliometrik digunakan untuk memetakan struktur pengetahuan, tren publikasi, dan pola keterkaitan antar konsep secara kuantitatif, sedangkan SLR digunakan untuk memperdalam pemahaman isi penelitian secara kualitatif melalui proses identifikasi, evaluasi, dan interpretasi literatur secara sistematis.

Tahapan penelitian diawali dengan proses pengumpulan data bibliometrik melalui dua basis data utama, yaitu Scopus dan Google Scholar, yang ditelusuri menggunakan perangkat lunak Publish or Perish 8 (PoP 8). Scopus dipilih sebagai sumber data utama karena cakupan publikasi internasionalnya yang luas serta standar kualitasnya yang terjaga melalui pembaruan berkelanjutan, sedangkan Google Scholar digunakan sebagai sumber pendukung untuk memperluas cakupan artikel khususnya publikasi nasional terakreditasi. Penelusuran dilakukan pada rentang waktu 2020–2025 dengan kata kunci seperti “kemampuan berpikir kritis,” “critical thinking,” “biology education,” “climate change action,” dan “SDGs 13.” Berdasarkan hasil pencarian, diperoleh sebanyak 600 artikel, yang secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rincian Artikel yang Diperoleh pada Tahap Pengumpulan Data

No	Kata Kunci	Indeksasi	Jumlah
1	Critical thinking skills	Scopus	100
2	Climate Change Action	Scopus	100
3	Sustainable Development Goals	Scopus	100
4	Berpikir Kritis	Google Scholar	100
5	Pembelajaran Biologi	Google Scholar	100
6	Perubahan Iklim	Google Scholar	100

Selanjutnya, dari daftar referensi yang sudah dikumpulkan, dilakukan verifikasi ulang mengenai kategori referensi serta kecocokannya dengan kata kunci yang ditentukan. Perbandingan data metrik antara hasil pencarian awal dan setelah proses penyaringan ditampilkan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Penyaringan Artikel

Penyaringan Artikel	Jumlah Artikel
Tidak relevan dengan topik Pendidikan	93
Bukan topik tentang kemampuan berpikir kritis dan aksi penanganan perubahan iklim pembelajaran biologi	124

Tidak terdefinisi (hanya tautan kutipan)	31
Bukan Jurnal	52
Topik kemampuan berpikir kritis dan aksi penanganan perubahan iklim pembelajaran biologi	300
Total	600

Tabel 3 Comparison Matrix

Data Matrix	Initial Search	Refinement Search
<i>Keywords</i>	Kemampuan berpikir kritis, aksi penanganan perubahan iklim, pembelajaran biologi	Kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran biologi, aksi penanganan perubahan iklim pembelajaran biologi
Indeksasi artikel	Scopus dan Google Scholar	Scopus dan Google Scholar
Artikel	600	300
Kutipan	38835	5334
Kutipan per tahun	1284	189,78
Kutipan per artikel	168,65	18,18
Jumlah penulis setiap artikel	1,0	1,0

Proses penelitian dimulai dengan mengambil hasil pencarian literatur dan menyimpannya di PoP 8, lalu mengekspor metadata dalam format RIS. Kemudian, dilakukan analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer untuk menggambarkan hubungan antar literatur melalui visualisasi jaringan, overlay, dan densitas, yang selanjutnya diinterpretasikan guna mengamati tren penelitian. Langkah berikutnya adalah melakukan SLR berdasarkan pendekatan Triandini et al. (2019), yang melibatkan penyusunan pertanyaan riset, pencarian bahan bacaan, pemilihan artikel sesuai kriteria inklusi dan eksklusi, penilaian kualitas, pengumpulan data, serta analisisnya. Artikel diterima apabila berkaitan dengan pengajaran biologi, kemampuan berpikir kritis, dan topik perubahan iklim atau SDGs 13, sementara artikel ditolak jika tidak dalam lingkup pendidikan biologi (seperti di SMP, SMA, atau perguruan tinggi) atau tidak sesuai dengan fokus studi. Data dari SLR kemudian dianalisis secara deskriptif-kualitatif untuk menemukan pola riset, metode pengajaran, serta peran berpikir kritis dalam menangani perubahan iklim, dengan penyesuaian istilah atau kata kunci (*deviation from protocol*) jika ada perbedaan antar literatur agar semua artikel bisa dievaluasi dalam kerangka konsep yang seragam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

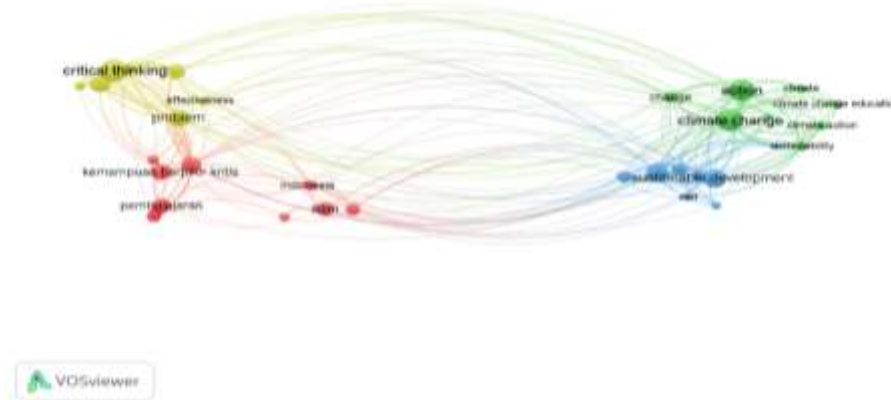
1. Hasil Analisis Bibliometri Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) pada Pembelajaran Biologi

Dalam studi bibliometrik ini, terungkap pola penelitian mengenai kemampuan berpikir kritis di bidang pendidikan biologi yang berkaitan dengan upaya mitigasi perubahan iklim. Temuan analisis mengindikasikan kenaikan signifikan dalam volume artikel akademik yang mengeksplorasi subjek ini antara tahun 2020 dan 2025, baik di platform Scopus maupun Google Scholar. Ini menggarisbawahi bahwa fokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa merupakan prioritas utama dalam pendidikan biologi, khususnya untuk mendorong langkah-langkah praktis melawan perubahan iklim yang selaras dengan target Sustainable Development Goals (SDGs) 13.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa sejumlah jurnal akademik terdepan yang sangat berpengaruh dalam literatur terkait keterampilan berpikir kritis meliputi "European Journal of Teacher Education", "Journal of Biological Education", serta "Education Sciences". Artikel yang diterbitkan di jurnal-jurnal ini menunjukkan indeks sitasi yang tinggi, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap

studi di bidang pendidikan Biologi. Hasil penelitian kami mengungkapkan bahwa sejumlah jurnal akademik terdepan yang sangat berpengaruh dalam literatur terkait keterampilan berpikir kritis meliputi "European Journal of Teacher Education", "Journal of Biological Education", serta "Education Sciences". Artikel yang diterbitkan di jurnal-jurnal ini menunjukkan indeks sitasi yang tinggi, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap studi di bidang pendidikan Biologi.

Untuk mengidentifikasi pola penelitian terkini mengenai dampak kemampuan berpikir kritis pada upaya Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13), kami melakukan analisis terhadap referensi dari basis data Scopus dan Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci seperti kemampuan berpikir kritis, aksi penanganan perubahan iklim, serta pembelajaran Biologi, dan hasilnya diproses menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Alat ini dimanfaatkan untuk membuat peta bibliometrik melalui tiga bentuk visualisasi yang berbeda, yakni visualisasi jaringan (network visualization), visualisasi hamparan (overlay visualization), dan visualisasi densitas (density visualization). Gambar 3.1 menampilkan representasi visual dari publikasi yang menunjukkan keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis dengan Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) dalam konteks Pembelajaran Biologi. Di samping itu, gambar tersebut juga menggambarkan interaksi antar kata kunci yang relevan dengan pembelajaran Biologi. Setelah itu, dilakukan pemilihan kata kunci untuk analisis lebih lanjut, yang akhirnya menghasilkan 16 kata kunci utama yang divisualisasikan dalam Gambar 1.

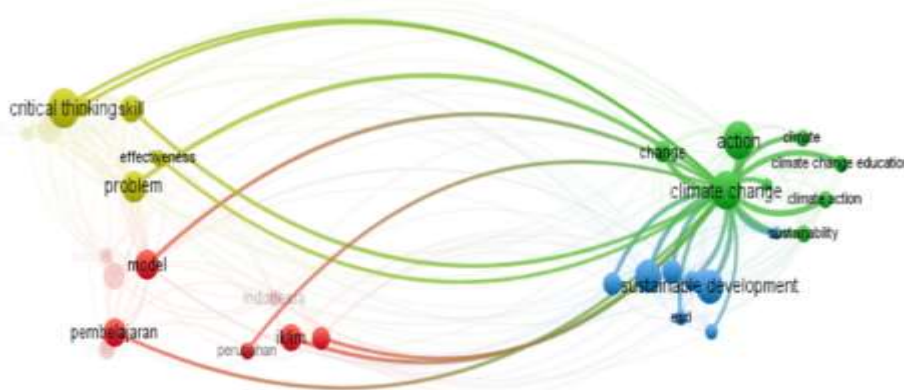


Gambar 1 Visualisasi Tren Penelitian Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) pada Pembelajaran Biologi

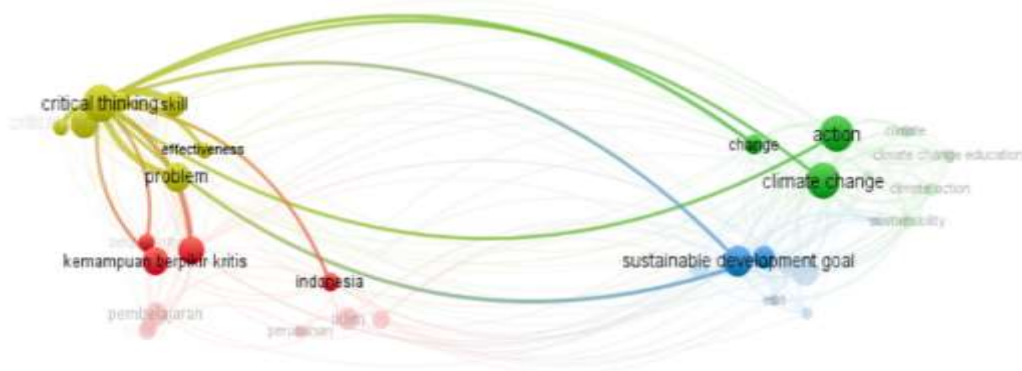
Selected	Term	Occurrences	Relevance
<input checked="" type="checkbox"/>	ability	31	1.09
<input checked="" type="checkbox"/>	berpikir kritis	23	1.08
<input checked="" type="checkbox"/>	kemampuan berpikir kritis	67	1.06
<input checked="" type="checkbox"/>	climate action	20	1.05
<input checked="" type="checkbox"/>	climate	18	1.02
<input type="checkbox"/>	sustainable development goals	15	0.96
<input type="checkbox"/>	sdg	73	0.96
<input checked="" type="checkbox"/>	sustainability	19	0.94
<input checked="" type="checkbox"/>	action	113	0.93
<input checked="" type="checkbox"/>	esd	18	0.87
<input checked="" type="checkbox"/>	climate change	118	0.83
<input checked="" type="checkbox"/>	urgent action	12	0.81
<input checked="" type="checkbox"/>	sdg	27	0.80
<input checked="" type="checkbox"/>	skill	55	0.79
<input checked="" type="checkbox"/>	sustainable development	90	0.71
<input checked="" type="checkbox"/>	goal	40	0.66
<input type="checkbox"/>	sustainable development goal	85	0.66
<input type="checkbox"/>	nigeria	16	0.66
<input checked="" type="checkbox"/>	focus	10	0.64
<input checked="" type="checkbox"/>	sdgs	40	0.61
<input checked="" type="checkbox"/>	change	33	0.59

Gambar 2 Tema Terpilih yang Dianalisis dengan VOSviewer

Selanjutnya, analisis dilakukan pada kata kunci yang ditampilkan dalam Gambar 2 untuk memvisualisasikan keterkaitan antara penelitian dan publikasi yang membahas kesadaran akan kemampuan berpikir kritis serta aksi dalam penanganan perubahan iklim pada pembelajaran biologi. Berdasarkan kata-kata kunci tersebut, hubungan antar kata kunci divisualisasikan dan disajikan dalam Gambar 3.3 dan 3.4. Gambar 3.3 memperlihatkan hubungan antara keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan tindakan terkait perubahan iklim yang berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan. Dari gambaran tersebut, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah memegang peranan penting dalam membangun kesadaran serta mendorong tindakan konkret terhadap perubahan iklim melalui proses pembelajaran yang berkelanjutan. Penelitian di bidang ini tidak hanya bermanfaat bagi siswa di tingkat sekolah tetapi juga bagi mahasiswa di perguruan tinggi dalam mengembangkan kesadaran lingkungan serta tanggung jawab terhadap keberlanjutan masa depan.



Gambar 3 Visualisasi terhadap Kata Kunci Terpilih tentang Penanganan Perubahan Iklim (SDGS 13) Menggunakan



VOSViewer

Gambar 4 Visualisasi terhadap Kata Kunci Terpilih tentang Kemampuan Berpikir Kritis Menggunakan VOSViewer

Gambar 4 menggambarkan potensi penelitian yang mengaitkan kemampuan berpikir kritis dengan keterampilan pemecahan masalah, efektivitas pembelajaran, serta isu perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan. Hubungan ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis memegang peran kunci dalam membentuk kompetensi siswa dalam memahami dan merespons tantangan

lingkungan global. Keterkaitan antara berpikir kritis, pemecahan masalah, dan perubahan iklim menandakan bahwa pembelajaran yang berfokus pada lingkungan dapat menjadi media efektif untuk melatih siswa berpikir secara analitis dan reflektif. Dengan demikian, temuan ini membuka jalan bagi pengembangan model pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan berpikir kritis dengan kesadaran lingkungan serta tujuan pembangunan berkelanjutan.

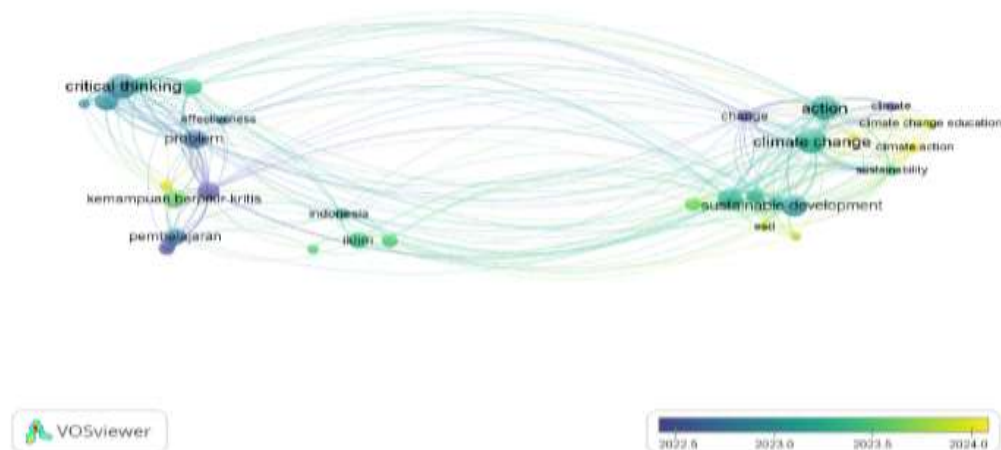
Penelitian di berbagai negara, termasuk Indonesia, menunjukkan keterkaitan erat antara kemampuan berpikir kritis dan aksi penanganan perubahan iklim dalam pembelajaran Biologi. Berdasarkan analisis artikel terindeks Scopus dan Google Scholar periode 2020–2025, topik seperti *critical thinking skill*, *problem solving*, *climate change*, dan *sustainable development goal* sering muncul dan saling terhubung kuat. Fokus penelitian tidak hanya pada pengembangan kognitif siswa, tetapi juga penerapan berpikir kritis dalam konteks isu lingkungan global. Kemunculan kata kunci “Indonesia” menandakan perhatian besar pada isu ini di pendidikan nasional. Integrasi kedua aspek tersebut diharapkan melahirkan peserta didik yang reflektif, bijak dalam mengambil keputusan, serta berperan aktif menghadapi perubahan iklim dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan VOSViewer, tampak adanya pembagian kelompok atau cluster dalam tren penelitian tersebut. Cluster merupakan teknik multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik serupa (Eliswati et al., 2019). Dalam penelitian ini, data terbagi menjadi empat cluster yang relevan dengan tema pengaruh kemampuan berpikir kritis terhadap penanganan perubahan iklim dalam pembelajaran Biologi, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Cluster Kemampuan Berpikir Kritis dan penanganan perubahan iklim dalam pembelajaran Biologi.

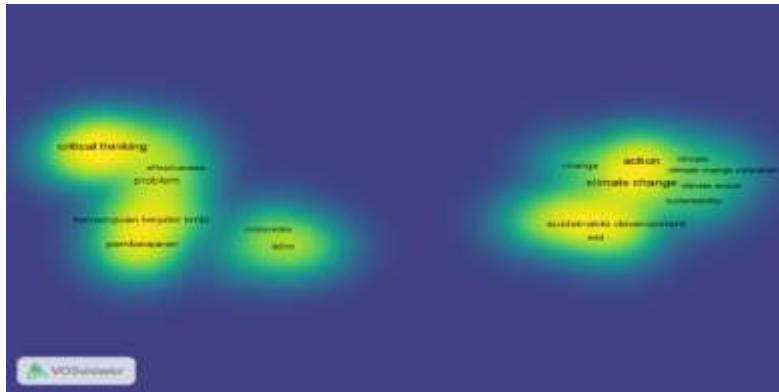
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
<i>Berpikir Kritis</i>	<i>Action</i>	<i>ESD</i>	<i>Critical Thinking Skill</i>
<i>Pembelajaran Biologi</i>	<i>Focus</i>	<i>SDGs</i>	<i>Efektiveness</i>
<i>Perubahan Iklim</i>	<i>Climate Change</i>	<i>Urgent Action</i>	<i>Problem</i>
<i>Model</i>	<i>Climate Change</i>	<i>Goal</i>	
	<i>Education</i>		
<i>Indonesia</i>	<i>Sustainability</i>		

Keempat cluster yang ditampilkan di Tabel 3.1 mencerminkan keterkaitan antar penelitian yang telah dilakukan selama lima tahun terakhir (2020–2025). Hubungan antar cluster ini mengindikasikan bahwa tema penelitian mengenai kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, perubahan iklim, dan pembangunan berkelanjutan saling terhubung dan berkembang secara bersamaan. Keterkaitan tersebut membantu para peneliti dalam menemukan gagasan baru, khususnya yang berkaitan dengan pengaruh kemampuan berpikir kritis terhadap aksi penanganan perubahan iklim dalam pembelajaran Biologi, berdasarkan artikel-artikel yang terindeks di Scopus dan Google Scholar. Untuk mengetahui tren dan arah perkembangan dalam tema penelitian tersebut, digunakan output visualisasi overlay yang menampilkan hubungan antara kata kunci berdasarkan waktu publikasi. Hasil visualisasi tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Visualisasi Tren Penelitian Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Penanganan Perubahan Iklim pada Pembelajaran Biologi

Berdasarkan Gambar 5, perbedaan warna pada hubungan antar kata kunci mencerminkan variasi waktu publikasi penelitian antara tahun 2020 hingga 2025. Warna biru keunguan menunjukkan penelitian yang dilakukan pada tahun-tahun awal, sementara warna hijau hingga kuning menandakan kajian yang lebih baru. Dari visualisasi overlay tersebut, terlihat bahwa penelitian terkini banyak menitikberatkan pada tema perubahan iklim, aksi iklim, keberlanjutan, dan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD). Sebaliknya, topik seperti kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pembelajaran muncul lebih dulu dan menjadi landasan bagi pengembangan penelitian selanjutnya. Temuan ini menggambarkan bahwa dalam lima tahun terakhir, perkembangan penelitian di bidang pendidikan Biologi beralih fokus dari kajian konseptual mengenai kemampuan berpikir kritis ke penerapannya dalam masalah lingkungan dan pembangunan yang berkelanjutan. Artikel-artikel yang terindeks di Scopus dan Google Scholar menunjukkan bahwa pembelajaran Biologi memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan mendorong aksi terhadap perubahan iklim melalui pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan dan keberlanjutan. Visualisasi overlay ini juga membantu mengidentifikasi arah perkembangan penelitian serta potensi kekurangan dalam kajian sebelumnya. Oleh sebab itu, hasil analisis ini membuka peluang bagi penelitian masa depan untuk mengembangkan model pembelajaran Biologi yang dapat mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis, kesadaran lingkungan, dan tindakan nyata dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.



Gambar 6 Visualisasi Densitas Tren Penelitian Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Penanganan Perubahan Iklim pada Pembelajaran Biologi

Berdasarkan hasil analisis, terlihat bahwa banyak penelitian yang meneliti hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan isu lingkungan, khususnya yang mengaitkan keterampilan berpikir kritis dengan tindakan terhadap perubahan iklim serta pembangunan berkelanjutan. Kata kunci seperti pembelajaran, kemampuan berpikir kritis, dan iklim menunjukkan fokus utama dalam bidang pendidikan biologi yang menekankan integrasi antara aspek kognitif dan kesadaran terhadap lingkungan. Temuan ini menegaskan bahwa pengembangan pembelajaran biologi memiliki peran penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekaligus menumbuhkan kepedulian terhadap isu lingkungan dan keberlanjutan.

2. Hasil Analisis *Systematic Review* Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) pada Pembelajaran Biologi

Hasil penelusuran literatur melalui database Scopus dan Google Scholar pada rentang tahun 2020–2025 dengan kata kunci “critical thinking,” “biology education,” “climate change action,” dan “SDGs 13” menghasilkan 600 artikel pada tahap identifikasi awal. Artikel-artikel tersebut kemudian melalui proses seleksi sesuai kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan dalam penelitian, yang seluruhnya disaring mengikuti alur PRISMA Flow Diagram. Tahapan ini meliputi proses identifikasi, penyaringan duplikasi, evaluasi kelayakan melalui peninjauan abstrak dan isi artikel, hingga penetapan artikel akhir yang dianggap relevan dengan fokus penelitian. Setelah melewati seluruh tahapan tersebut, hanya artikel yang memenuhi kualifikasi yang dimasukkan dalam analisis bibliometrik dan *Systematic Literature Review* (SLR). Artikel terpilih kemudian dirangkum dalam tabel 5 untuk dianalisis lebih lanjut berdasarkan kriteria yang ditetapkan sebelumnya.

Tabel 5 Hasil Penelitian terkait Kemampuan Berpikir Kritis dalam Konteks Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13) pada Pembelajaran Biologi

Penulis	Judul	Nama Jurnal	Hasil Penelitian
Kopnina (2020)	Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals.	<i>The Journal of Environmental Education</i>	Penelitian mengungkapkan bahwa sistem pendidikan berkelanjutan yang diterapkan saat ini belum berhasil mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang penting untuk langkah-langkah mengatasi perubahan iklim sesuai dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 13, dikarenakan masih terfokus pada peningkatan ekonomi, bersifat berpusat pada manusia, serta gagal mendorong siswa untuk mengkaji faktor-faktor mendasar krisis iklim seperti pola konsumsi berlebihan dan pemanfaatan sumber daya secara

berlebihan. Pendidikan seperti ini menyebabkan peserta didik hanya memahami masalah lingkungan secara dangkal, tanpa memiliki keterampilan analitis untuk menilai strategi kebijakan iklim, menantang konsep "pertumbuhan hijau," atau memahami hubungan sistemik antara tindakan manusia dan peningkatan emisi karbon. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan bahwa pendidikan di masa mendatang perlu bergeser ke arah metode yang lebih berorientasi pada ekosistem, reflektif, dan kritis, misalnya ecopedagogy, pembelajaran adat, serta pendidikan yang didasarkan pada batas-batas planet karena pendekatan tersebut lebih sukses dalam membina kemampuan penilaian, argumentasi, dan pembuatan keputusan yang diperlukan.

Navarro, <i>et al</i> (2023)	Evaluation of higher education students' critical thinking skills on sustainability	<i>International Journal of Engineering Education</i>	Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis mahasiswa dalam konteks keberlanjutan masih rendah, terutama terkait konsistensi penilaian, pemahaman keterkaitan faktor lingkungan–sosial–ekonomi, serta kemampuan mengevaluasi alternatif solusi secara sistematis. Kondisi ini berimplikasi langsung pada kesiapan mereka dalam aksi mitigasi perubahan iklim (SDG 13), karena mitigasi membutuhkan kecakapan menimbang bukti ilmiah, mempertimbangkan dampak jangka panjang, dan mengambil keputusan berbasis analisis multidimensi. Mahasiswa cenderung lebih memahami aspek lingkungan, namun lemah dalam aspek sosial dan ekonomi, padahal mitigasi iklim bersifat holistik dan menuntut system thinking yang kuat. Temuan ini menekankan pentingnya pendidikan yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui pendekatan seperti case-based learning dan penggunaan alat analitis seperti AHP, agar peserta didik dapat memahami kompleksitas kebijakan iklim, menilai trade-off, serta merumuskan solusi yang komprehensif dan berbasis bukti. Dengan demikian, pendidikan perlu dirancang untuk benar-benar melatih kemampuan analitis, evaluatif, dan reflektif agar generasi muda mampu berperan efektif dalam penanganan perubahan iklim sesuai tujuan SDG 13.
Islamah, <i>et al</i> (2025)	Integration of Environmental Sustainability Learning and Critical Thinking: Educational Strategies to Foster Awareness and Solutions for Global Sustainable Development.	<i>Journal of Innovation and Research in Primary Education</i>	Temuan dalam artikel ini mengindikasikan bahwa penggabungan pembelajaran berkelanjutan dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis mulai dari tingkat kelas awal dapat membangun dasar kuat untuk langkah-langkah mengatasi perubahan iklim sesuai dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 13. Dengan menggunakan metode eksploratif seperti diagram KWL, pengamatan lingkungan, kajian masalah lokal hingga global, serta kunjungan ke lapangan siswa tidak hanya memperoleh pemahaman tentang sumber daya dan tantangan ekologi, tetapi juga diasah untuk mendeteksi faktor penyebab kerusakan lingkungan, menimbang opsi penyelesaian, serta membuat pilihan berdasarkan data empiris. Pendekatan pembelajaran yang mengharuskan siswa merancang permasalahan, mengkaji keterkaitan sebab-akibat, dan merencanakan inisiatif aksi 3R membina kemampuan berpikir kritis yang sesuai untuk upaya mitigasi iklim, sebab mereka belajar menaksir pengaruh kebiasaan harian terhadap emisi, sampah, dan keseimbangan ekosistem. Bukti bahwa lebih dari 80% siswa berhasil mengajukan solusi yang logis dan mengimplementasikannya dalam praktik nyata menegaskan bahwa pendidikan berkelanjutan yang disesuaikan dengan konteks serta berfokus pada tindakan mampu menanamkan kesadaran tentang iklim sejak usia dini—mendorong terbentuknya pola berpikir reflektif, kapasitas analitis, serta rasa tanggung jawab ekologis yang menjadi fondasi bagi keterlibatan aktif dalam strategi mitigasi perubahan iklim di masa mendatang.

Sunarya & Suwarna (2024)	The Development of Teaching Learning Application in Education for Sustainable Development (ESD) to Improve Students Critical Thinking and Sustainability Awareness in Biodiversity.	<i>Journal of Environment and Sustainability Education</i>	Hasil studi mengungkapkan bahwa implementasi pendidikan berkelanjutan yang berfokus pada proyek dan penjelajahan lingkungan secara langsung memfasilitasi pertumbuhan kemampuan berpikir kritis pada siswa, khususnya melalui aktivitas pengamatan, evaluasi tantangan riil, dialog penilaian, serta penyusunan jawaban yang didasarkan pada data empiris. Proses belajar yang mencakup pemantauan kondisi sekitar sekolah, penentuan asal-usul limbah, analisis pola konsumsi, dan penyusunan langkah-langkah pencegahan serta pengurangan dampak ekologis telah membentuk kapasitas siswa untuk menganalisis keterkaitan antara penyebab dan akibat, serta menaksir konsekuensi jangka Panjang yang merupakan elemen fundamental dalam upaya mitigasi perubahan iklim (SDG 13). Penelitian juga mengindikasikan bahwa partisipasi siswa dalam penyelesaian masalah yang autentik, seperti penanganan sampah, penghematan energi, dan pengurangan pemakaian plastik, tidak hanya memperdalam pemahaman konseptual tentang isu lingkungan, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengevaluasi ulang pola perilaku manusia yang berkontribusi pada degradasi iklim. Pengalaman praktis ini memperkuat kecakapan mereka dalam mengenali berbagai alternatif solusi, membandingkan keefektifan strategi mitigasi, serta memilih langkah yang paling rasional dan lestari. Dengan kata lain, penelitian ini menegaskan bahwa model pendidikan yang mengutamakan pengalaman langsung dan keterlibatan aktif dapat menciptakan fondasi berpikir kritis yang krusial bagi generasi muda, sehingga mereka mampu berkontribusi secara reflektif, analitis, dan transformatif dalam inisiatif penanggulangan perubahan iklim sesuai dengan target SDG 13.
Romero & Estepa (2024)	Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change	<i>European Journal of Teacher Education</i>	Temuan dalam artikel ini mengungkapkan bahwa intervensi pembelajaran yang menggabungkan argumentasi saintifik dan analisis grafik terkait perubahan iklim secara signifikan memperbaiki kemampuan berpikir kritis pada peserta didik, terutama calon pendidik, yang berperan sentral dalam menyebarkan pengetahuan tentang iklim di masa mendatang. Perbaikan ini terlihat dari kapasitas mereka untuk menemukan data ilmiah yang relevan, menilai pernyataan yang salah, menginterpretasikan pola pemanasan bumi secara rasional, serta menyusun argumen yang didukung oleh fakta. Kemampuan ini krusial dalam rangka upaya mengatasi perubahan iklim sesuai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 13, karena mitigasi iklim memerlukan kajian yang berdasarkan bukti, pemahaman tentang distorsi informasi, serta evaluasi kritis terhadap berbagai cerita yang memengaruhi kebijakan publik. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dengan menggunakan perubahan iklim sebagai tema pembelajaran, peserta didik tidak hanya meningkatkan kemampuan intelektual, tetapi juga membangun kesadaran tentang mitigasi serta pemahaman akan tanggung jawab mereka dalam mendidik masyarakat mengenai masalah iklim. Secara umum, studi ini menegaskan bahwa pendidikan yang difokuskan pada latihan interpretasi data, pembentukan argumen, dan penilaian bukti menjadi dasar utama untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang dibutuhkan dalam merancang solusi dan langkah-langkah mitigasi perubahan iklim sesuai dengan target SDG 13.
Aliyu., et al (2023)	Problem-based learning in remote learning scenario utilizing climate change virtual reality video in	<i>International Journal of Essential Competencies in Education</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan video VR bertema perubahan iklim mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis secara signifikan, terutama dalam menganalisis penyebab kerusakan lingkungan, mengevaluasi bukti ilmiah, menarik inferensi yang akurat, dan menentukan solusi mitigasi yang paling efektif. Paparan visual yang imersif membuat siswa lebih memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dan

	mobile application to train critical thinking.		dampak iklim, sehingga memunculkan urgensi dan kesadaran analitis terhadap isu ekologis. PBL kemudian memperkuat proses tersebut melalui aktivitas investigatif, diskusi berbasis data, dan pemecahan masalah nyata, sehingga siswa tidak hanya memahami informasi, tetapi juga mengolah dan menilainya secara kritis. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi VR dan PBL menjadi strategi pendidikan yang mampu membangun kompetensi berpikir kritis yang secara langsung mendukung aksi mitigasi perubahan iklim dalam SDG 13, karena siswa dilatih untuk menilai bukti, mempertimbangkan konsekuensi, dan merumuskan tindakan yang solutif dan bertanggung jawab terhadap permasalahan iklim.
Young., et al (2023)	Critical thinking activities in Florida undergraduate biology classes improves comprehension of climate change.	<i>Journal of Biological Education,</i>	Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan latihan pemikiran kritis di ruang kelas biologi secara substansial memperbaiki tingkat pemahaman mahasiswa mengenai prinsip-prinsip perubahan iklim, khususnya melalui proses penalaran saintifik, pemeriksaan data empiris, serta penyelesaian tantangan berdasarkan situasi ilmiah. Pendekatan pembelajaran yang meminta mahasiswa untuk mengaitkan informasi iklim dengan konsep biologi fundamental memungkinkan mereka mengembangkan wawasan kausal yang lebih mendalam terkait dampak aktivitas manusia terhadap perubahan iklim, sehingga merangsang refleksi mendalam tentang alternatif mitigasi. Penguatan pengetahuan saintifik ini berfungsi sebagai dasar bagi upaya penanggulangan perubahan iklim sesuai dengan SDG 13, sebab kemampuan literasi ilmiah yang solid memfasilitasi mahasiswa untuk menilai pernyataan iklim secara objektif, mengukur keberhasilan taktik mitigasi, serta membedakan antara fakta ilmiah dan informasi yang menyesatkan. Walaupun penelitian ini tidak secara eksplisit mengukur tindakan mitigatif, hasilnya menunjukkan bahwa latihan pemikiran kritis dapat meningkatkan kemampuan kognitif yang esensial untuk membuat pilihan yang didukung oleh bukti dalam skenario perubahan iklim. Oleh karena itu, temuan studi ini menegaskan bahwa penggabungan kompetensi pemikiran kritis ke dalam kurikulum sains merupakan strategi penting untuk membina generasi yang lebih kompeten dalam melakukan analisis, penyampaian informasi, dan resolusi masalah yang berkaitan dengan mitigasi perubahan iklim sesuai dengan persyaratan SDG 13.
Lüdtke, et al (2025)	Can Education for Sustainable Development Support Climate Change Adaptation Effectively? A Delphi Study of Germany's Non-Formal Education Sector	<i>European Journal of Education,</i>	Hasil mengindikasikan bahwa Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) memainkan peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang diperlukan untuk memahami dan menanggapi perubahan iklim, khususnya melalui kapasitas menilai data empiris, menaksir bahaya, mengambil pilihan, serta memahami hubungan sistematis antara manusia dan ekosistem. Walaupun artikel ini utamanya menekankan pada adaptasi iklim, diskusi menegaskan bahwa proses analitis yang diasah melalui ESD—seperti penalaran yang didasarkan pada data, pemahaman kausalitas, dan refleksi tentang dampak jangka panjang—dapat secara langsung diterapkan pada skenario mitigasi perubahan iklim. Pengembangan kemampuan berpikir kritis dalam ESD memungkinkan peserta didik untuk lebih efektif mengevaluasi keefektifan berbagai pendekatan mitigasi, memahami kompromi dalam kebijakan iklim, serta mengenali opsi tindakan yang paling sesuai dan lestari. Dengan kata lain, ESD tidak hanya memperkuat persiapan untuk adaptasi, tetapi juga menciptakan dasar kognitif yang krusial untuk upaya mitigasi sesuai dengan SDG 13, karena siswa dilengkapi dengan kompetensi untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mengambil keputusan yang didasarkan pada informasi saat menghadapi tantangan perubahan iklim.

Yuan., et al (2022)	Sustainable development goals (SDGs) priorities of senior high school students and global public: Recommendations for implementing education for sustainable development (ESD)	<i>Education Research International</i>	Hasil analisis dalam artikel ini mengungkapkan bahwa meskipun peserta didik menunjukkan capaian pembelajaran yang memadai pada materi SDG 13, pengetahuan mereka tentang konsep perubahan iklim masih terbatas pada tingkat permukaan dan belum berkembang menjadi kemampuan berpikir analitis yang esensial untuk mengevaluasi serta merancang langkah-langkah pengurangan dampak. Perbedaan antara penguasaan materi dan keterampilan kognitif lanjutan tampak dari kurangnya perhatian siswa terhadap masalah iklim serta keterbatasan mereka dalam mengaitkan fakta ilmiah dengan implikasi sosial-ekologis. Pelaksanaan ESD yang kurang maksimal, sedikitnya pengintegrasian topik iklim ke dalam berbagai bidang studi, serta kecenderungan bergantung pada informasi media tanpa kemampuan literasi mendalam menyebabkan siswa kesulitan mengkaji data, membedakan antara bukti empiris dan pandangan subjektif, atau menilai keberhasilan strategi pengurangan risiko. Tulisan ini menekankan bahwa untuk mendukung upaya mitigasi perubahan iklim sesuai SDG 13, sistem pendidikan harus mendorong partisipasi siswa dalam kajian studi kasus praktis, penafsiran informasi, pembangunan argumen berdasarkan fakta, dan kontemplasi terhadap dampak jangka panjang. Secara umum, penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis adalah syarat utama agar pendidikan berkelanjutan dapat secara efektif membekali siswa sebagai pelaku yang mampu memahami, menilai, dan berkontribusi dalam upaya mitigasi perubahan iklim.
Ruston & Walshe (2022)	Climate change, sustainability and the environment: the continued importance of biological education	<i>Journal of Biological Education</i>	Hasil penelitian mengungkapkan bahwa pembelajaran biologi memainkan peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir analitis yang diperlukan untuk memahami dan menanggapi tantangan perubahan iklim, terutama dalam upaya mitigasi sesuai dengan SDG 13. Tulisan ini menekankan perlunya melatih peserta didik agar mampu mengenali dan meneliti isu-isu lingkungan secara mendalam, menilai data empiris, mengkaji penyajian informasi iklim, serta mengevaluasi opsi solusi lingkungan dari sudut pandang interdisipliner. Selain itu, pembahasan ini menyoroti urgensi membangun koneksi siswa dengan lingkungan alam serta membina <i>eco-capabilities</i> seperti empati terhadap ekosistem, kontemplasi nilai-nilai, dan visi tentang masa depan semuanya sebagai dasar untuk membuat keputusan mitigasi yang lebih bijak. Lebih lanjut, kritik terhadap strategi pendidikan dan penggabungan literasi sains dengan literasi kebijakan memperluas ruang lingkup berpikir kritis menuju penilaian struktur sistemik dan tanggapan sosial terhadap perubahan iklim. Pada intinya, tulisan ini menunjukkan bahwa pendidikan biologi tidak sekadar menyampaikan pengetahuan teoritis, melainkan juga membangun fondasi berpikir kritis yang memungkinkan siswa menelaah sumber masalah iklim, menimbang keefektifan langkah-langkah mitigasi, dan meningkatkan kemampuan reflektif untuk berperan aktif dalam tindakan penanggulangan perubahan iklim sesuai dengan persyaratan SDG 13.
Ekamilasari, et al (2021)	Critical thinking skills and sustainability awareness for the implementation of education for sustainable development	<i>Journal of Science Education Research</i>	Analisis mengungkapkan bahwa kurangnya kemampuan berpikir analitis pada siswa merupakan penghalang utama bagi mereka dalam memahami dan merancang langkah-langkah pengurangan dampak perubahan iklim sesuai dengan SDG 13. Dengan tingkat berpikir kritis yang tergolong rendah, khususnya dalam hal pemanfaatan data empiris, penyimpulan logis, dan penyusunan pendekatan penyelesaian masalah, peserta didik belum memiliki kapasitas evaluasi yang cukup untuk menilai informasi ilmiah, memahami keterkaitan kausal dalam sistem iklim, atau mengevaluasi keberhasilan berbagai strategi mitigasi. Walaupun siswa menunjukkan tingkat keprihatinan emosional yang tinggi terhadap

			lingkungan, rendahnya implementasi praktik berkelanjutan menandai adanya jurang antara sikap dan tindakan yang tidak dapat diatasi tanpa penguatan kemampuan berpikir kritis yang solid. Pendidikan ESD yang diterapkan saat ini belum sepenuhnya membekali analisis berdasarkan fakta dan pengambilan keputusan yang reflektif, sehingga kesadaran tentang keberlanjutan belum bertransformasi menjadi upaya mitigasi yang konkret. Pada intinya, tulisan ini menegaskan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis adalah landasan esensial untuk membangun kompetensi dalam mitigasi perubahan iklim, sebab hanya melalui penalaran yang matang siswa dapat memahami kompleksitas krisis iklim dan merumuskan tindakan yang tepat serta berkelanjutan sesuai dengan persyaratan SDG 13.
Felix (2023)	Critical thinking (dis) positions in education for sustainable development—A positioning theory perspective	<i>Education Sciences</i>	Artikel ini menguraikan bahwa pendidikan terkait perubahan iklim memerlukan peningkatan kemampuan berpikir kritis sebagai landasan pokok untuk tindakan mitigasi yang selaras dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan nomor 13. Tulisan ini menyatakan bahwa sifat rumit dari masalah iklim mengharuskan adanya keterampilan analitis yang mendalam, tetapi calon pendidik sering kali memiliki pengetahuan yang kurang memadai serta rasa percaya diri yang minim dalam menyampaikannya, sehingga kesempatan bagi peserta didik untuk berlatih penalaran kritis menjadi terbatas. Pendidikan Perubahan Iklim (CCE) digambarkan sebagai lingkungan pembelajaran yang secara inheren mendorong penilaian bukti, pemecahan masalah, pengolahan data, dan pembentukan argumen—semua elemen krusial dalam mengevaluasi pendekatan mitigasi, memahami keterkaitan antara penyebab dan dampak emisi, serta mengkaji kebijakan terkait iklim. Pembahasan selanjutnya menyoroti bahwa perubahan iklim, sebagai masalah kompleks yang sulit diatasi, membutuhkan kurikulum lintas disiplin yang memfasilitasi diskusi reflektif, eksplorasi ilmiah, dan keputusan yang didasarkan pada fakta. Secara umum, artikel ini menegaskan bahwa efektivitas upaya mitigasi di lingkungan sekolah sangat bergantung pada kapasitas guru untuk merancang proses belajar yang membina kemampuan berpikir kritis, sehingga siswa dapat menggali kedalaman tantangan krisis iklim dan turut serta dalam langkah-langkah mitigasi yang lebih berbasis informasi, logis, dan lestari sesuai dengan persyaratan SDG 13.
Ardiansyah, et al (2024)	Investigating Problem-Based Learning Model's Impact on High School Student's Critical Thinking Skills in Environmental Conservation Context	<i>Jambura Geo Education Journal</i>	Artikel ini mengungkapkan bahwa Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) secara efektif membangun kemampuan berpikir kritis siswa dengan cara mengatasi tantangan lingkungan dunia nyata yang rumit, termasuk pemanasan global, pencemaran air, dan degradasi ekosistem, yang secara fundamental merupakan elemen kunci dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Melalui partisipasi dalam situasi masalah yang tidak terstruktur, peserta didik dilatih untuk menelaah keterkaitan antara penyebab dan akibat, mengkaji informasi lingkungan, serta mempertimbangkan berbagai opsi penyelesaian, yang menjadi landasan penting untuk mengevaluasi keberhasilan langkah-langkah mitigasi sesuai dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan nomor 13. Peningkatan yang nyata dalam kemampuan berpikir kritis, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian, menegaskan bahwa PBL tidak hanya memperkuat kapasitas analisis siswa, tetapi juga mengembangkan kompetensi Pendidikan Pembangunan Berkelanjutan (ESD) seperti pemikiran sistemik dan pemikiran antisipatif, yang memungkinkan siswa memahami dinamika krisis iklim serta merancang strategi mitigasi jangka panjang. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran berbasis masalah berperan sebagai metode pedagogis yang dapat mengubah wawasan lingkungan menjadi kemampuan berpikir kritis yang vital bagi generasi muda

untuk berperan sebagai pelaku aktif dalam mitigasi perubahan iklim.

Fadilah, <i>et al</i> (2024)	Critical Thinking: Designing Problem-Based Learning Student Worksheet on Environmental Change Topic	<i>Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)</i>	Artikel ini mengungkapkan bahwa penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) pada materi perubahan lingkungan dapat membentuk dasar kemampuan berpikir kritis yang krusial untuk upaya mitigasi perubahan iklim. Dengan kegiatan penelaahan sebab dan akibat perubahan lingkungan, penilaian data berbasis fakta, serta pengembangan solusi efektif terhadap masalah lingkungan, peserta didik dibimbing untuk membangun penalaran saintifik, penyelesaian masalah, dan argumentasi yang didasarkan pada bukti, yang merupakan elemen kunci berpikir kritis dalam kerangka Tujuan Pembangunan Berkelanjutan nomor 13. Walaupun studi ini masih dalam fase pengembangan dan verifikasi oleh pakar tanpa pengujian langsung efektivitasnya pada siswa, kerangka PBL yang digunakan menunjukkan potensi besar dalam memfasilitasi proses berpikir tingkat lanjut yang dibutuhkan guna memahami dinamika krisis iklim dan mengevaluasi langkah mitigasi. Oleh karena itu, LKPD berbasis PBL yang dirancang dalam artikel ini berfungsi sebagai alat pedagogis strategis yang mampu memperkuat literasi terkait iklim, meningkatkan kemampuan analitis, dan mendorong pembentukan pola pikir reflektif yang dibutuhkan oleh generasi muda dalam membuat keputusan mitigasi dengan tanggung jawab dan didasarkan pada bukti.
Kustantia, <i>et al</i> (2023)	Enhancing Student Conceptual Understanding and Critical Thinking through SETS-Based Digital Modules on Environmental Changes.	<i>Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)</i>	Hasil temuan dalam artikel mengungkapkan bahwa penerapan modul digital yang berbasis pada SETS secara substansial meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis melalui kegiatan yang memerlukan pemeriksaan mendalam terhadap transformasi lingkungan, pemahaman interaksi antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan masyarakat, serta penilaian alternatif penyelesaian yang didukung oleh data empiris. Peningkatan yang signifikan ini, yang tercermin dalam perbedaan skor sebelum dan sesudah tes serta nilai N-Gain yang kuat, menunjukkan efektivitas modul dalam mengembangkan kompetensi inti untuk memahami kompleksitas perubahan iklim dan merancang langkah-langkah pencegahan. Metode SETS memungkinkan siswa mengenali hubungan antara tindakan manusia, inovasi teknologi, dan degradasi lingkungan, sehingga mereka dapat mengevaluasi faktor penyebab dan konsekuensi perubahan lingkungan dengan lebih menyeluruh. Kompetensi ini menjadi dasar penting untuk upaya mitigasi perubahan iklim dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan nomor 13, khususnya dalam hal peningkatan pengetahuan ilmiah, kemampuan analitis, dan keterampilan pengambilan keputusan yang berdasarkan fakta. Oleh karena itu, artikel ini menyimpulkan bahwa modul digital berbasis SETS tidak hanya memperkuat pemikiran kritis tetapi juga berperan sebagai alat pedagogik yang efisien dalam membina kesadaran dan persiapan siswa untuk terlibat dalam tindakan mitigasi perubahan iklim.

3. Implikasi Tren Penelitian terhadap Penguatan Sikap Peduli Lingkungan

Pengaruh kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran Biologi terhadap sikap peduli lingkungan menjadi fokus penting dalam usaha mengembangkan pendidikan yang berorientasi pada keberlanjutan. Kemampuan berpikir kritis mencakup keterampilan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasikan berbagai fenomena alam secara ilmiah sehingga siswa dapat memahami keterkaitan antara konsep-konsep Biologi dengan kondisi lingkungan nyata (Smith, 2020). Melalui keterampilan ini, siswa tidak hanya dapat menilai informasi secara objektif, tetapi juga mengenali dampak

aktivitas manusia terhadap keseimbangan ekosistem dan kualitas lingkungan hidup. Penelitian menunjukkan bahwa penguatan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran Biologi berkontribusi positif terhadap peningkatan kesadaran dan sikap peduli terhadap lingkungan (Smith, 2020). Siswa yang terbiasa mengaplikasikan berpikir kritis lebih mudah memahami hubungan antara perilaku manusia, perubahan iklim, keanekaragaman hayati, serta permasalahan lingkungan lainnya. Seiring dengan bertambahnya pemahaman ini, siswa juga lebih cenderung menunjukkan tanggung jawab yang tinggi dalam upaya pelestarian lingkungan melalui tindakan nyata. Dengan demikian, penerapan pembelajaran Biologi yang menekankan pengembangan kemampuan berpikir kritis tidak hanya memperdalam pemahaman ilmiah siswa, tetapi juga membentuk karakter yang peduli serta berorientasi pada keberlanjutan lingkungan.

Pembelajaran Biologi yang menitikberatkan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis mampu menciptakan lingkungan belajar yang mendalam terkait pemahaman isu lingkungan dan keberlanjutan (Garcia, 2019). Melalui keterampilan berpikir kritis, siswa diajak untuk menganalisis hubungan antara aktivitas manusia dan perubahan ekosistem, mengevaluasi dampak lingkungan yang timbul, serta mengidentifikasi solusi ilmiah untuk mengatasi berbagai persoalan tersebut. Dengan demikian, pembelajaran Biologi yang menekankan penguatan kemampuan berpikir kritis tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga menumbuhkan sikap peduli serta tanggung jawab terhadap pelestarian lingkungan. Selain itu, integrasi pembelajaran Biologi dengan disiplin ilmu lain seperti Kimia dan Fisika memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami keterkaitan konsep-konsep ilmiah dalam menjelaskan fenomena lingkungan (Chen, 2021). Pendekatan ini memudahkan siswa menghubungkan berbagai aspek ilmiah guna memecahkan masalah kompleks seperti perubahan iklim, keberlanjutan sumber daya alam, dan pembangunan berkelanjutan. Melalui penggabungan disiplin tersebut, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan ilmiah, tetapi juga mengembangkan kesadaran ekologis serta keterampilan berpikir kritis yang diperlukan untuk menghadapi tantangan lingkungan secara berkelanjutan.

Keterlibatan aktif siswa dalam diskusi dan debat mengenai berbagai isu lingkungan terkini memiliki peranan penting dalam memperkuat kemampuan berpikir kritis sekaligus meningkatkan kesadaran mereka akan pentingnya pelestarian lingkungan (Kim, 2021). Melalui aktivitas tersebut, siswa dilatih untuk mengkaji permasalahan lingkungan dari berbagai perspektif, menilai argumen secara logis, serta mengembangkan solusi berdasarkan pemikiran ilmiah. Dalam konteks pembelajaran Biologi, diskusi dan debat tentang tema seperti perubahan iklim, kerusakan ekosistem, atau keberlanjutan sumber daya alam membantu siswa mengaitkan konsep ilmiah dengan kondisi nyata yang mereka temui sehari-hari. Proses tersebut tidak hanya mengasah keterampilan berpikir kritis siswa, tetapi juga menumbuhkan empati ekologis serta rasa tanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan mempertimbangkan beragam sudut pandang dan data ilmiah, siswa belajar membuat keputusan yang bijaksana dan mengembangkan sikap reflektif terhadap dampak aktivitas manusia pada lingkungan. Oleh karena itu, pembelajaran Biologi yang melibatkan diskusi dan debat mengenai isu-isu lingkungan dapat menjadi metode yang efektif untuk membentuk generasi yang kritis, peduli, dan berkomitmen terhadap keberlanjutan lingkungan (Kim, 2021).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa tren penelitian mengenai hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan kesadaran lingkungan dalam pembelajaran biologi pada

rentang waktu 2020–2025 menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan. Analisis bibliometrik berdasarkan database Scopus dan Google Scholar memperlihatkan bahwa penelitian dalam lima tahun terakhir banyak berfokus pada kata kunci critical thinking, problem solving, climate change, sustainability, dan education for sustainable development (ESD). Hal ini menunjukkan pergeseran arah penelitian dari kajian konseptual menuju penerapan kemampuan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran biologi yang berorientasi pada penguatan kesadaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Pembelajaran biologi berperan penting dalam mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis dengan pendidikan berkelanjutan yang mendorong peserta didik untuk berpikir analitis, reflektif, dan mampu memecahkan masalah lingkungan secara ilmiah. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas kajian mengenai hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan kesadaran lingkungan di berbagai jenjang pendidikan serta mengembangkan model pembelajaran biologi yang mengintegrasikan isu-isu global seperti perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan. Upaya penguatan kurikulum dan strategi pembelajaran biologi yang menekankan kemampuan berpikir kritis juga diperlukan agar siswa tidak hanya memahami konsep ilmiah, tetapi juga mampu menerapkannya dalam tindakan nyata untuk menjaga kelestarian lingkungan.

RUJUKAN

- Aliyu, H., Ebikabowei, M., & Kola, A. J. (2023). Problem-based learning in remote learning scenario utilizing climate change virtual reality video in mobile application to train critical thinking. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 2(2), 144–159.
- Ardiansyah, A. I., Putra, A. K., & Nikitina, N. (2024). Investigating problem-based learning model's impact on students' critical thinking skills in environmental conservation context. *Jambura Geo Education Journal*, 5(2), 87–103.
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019
- Chen, L. (2021). Interdisciplinary approaches in science education for environmental understanding. *Science Education*, 56(4), 421–437.
- Chen, X., Chen, J., Wu, D., Xie, Y., & Li, J. (2016). Mapping the research trends by co-word analysis based on keywords from funded project. *Procedia Computer Science*, 91, 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.140>
- Ekamilasari, E., Permanasari, A., & Pursitasari, I. D. (2021). Critical thinking skills and sustainability awareness for the implementation of education for sustainable development. *Journal of Science Education Research*, 5(1), 46–53.
- Fadilah, N., Suhartini, S., & Aloysius, S. (2024). Fostering critical thinking: Designing problem-based learning student worksheet on environmental change topic. *Journal of Biological Education Indonesia*, 10(1), 291–298.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 162, 101–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- Felix, S. M. (2023). Critical thinking (dis)positions in education for sustainable development: A positioning theory perspective. *Education Sciences*, 13(7), 666. <https://doi.org/10.3390/educsci13070666>

- Garcia, A. (2019). Fostering environmental awareness through critical thinking in science education. *Environmental Education Research*, 28(2), 123–139.
- Haryani, C. S., Sudin, A., & Isrokatun, I. (2020). Analisis bibliometrik tren publikasi dan tingkat kolaborasi pada model situation-based learning. *Jurnal Pena Ilmiah*, 3(2), 131–140.
- Heersmink, R., van den Hoven, J., van Eck, N. J., & van den Berg, J. d. (2011). Bibliometric mapping of computer and information ethics. *Ethics and Information Technology*, 13(3), 241–249. <https://doi.org/10.1007/s10676-011-9273-7>
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21.
- Irianti, P. (2016). Studi bibliometrik media komunikasi ilmiah berkala ilmu perpustakaan dan informasi. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Informasi*, 18(1), 69–80.
- Islamah, D., Suprpto, N., Suryanti, S., & Julianto, J. (2025). Integration of environmental sustainability learning and critical thinking: Educational strategies to foster awareness and solutions for global sustainable development. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(2), 241–249.
- Kim, S. (2021). Enhancing environmental concern through classroom discussions in science education. *Environmental Education Research*, 35(1), 58–74.
- Kopnina, H. (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), 280–291.
- Kustantia, E., Miarsyah, M., & Sigit, D. V. (2023). Enhancing student conceptual understanding and critical thinking through SETS-based digital modules on environmental changes. *Journal of Biological Education Indonesia*, 9(3), 359–370.
- Lüdtke, K. A., Thapa, P. P., & Zerbe, S. (2025). Can education for sustainable development support climate change adaptation effectively? A Delphi study of Germany's non-formal education sector. *European Journal of Education*, 60(1), e12797. <https://doi.org/10.1111/ejed.12797>
- Navarro, I. J., Martí, J. V., & Yepes, V. (2023). Evaluation of higher education students' critical thinking skills on sustainability. *International Journal of Engineering Education*, 39(3), 592–603.
- Nuryudi. (2016). Analisis bibliometrika Islam: Studi kasus dokumentasi publikasi ilmiah di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Al-Maktabah: Jurnal Komunikasi dan Informasi Perpustakaan*, 15(1), 41–55.
- Ribeiro, M. T., Pereira, A., & Pocas, M. L. (2017). Critical thinking, education for sustainable development, and democratic citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 19(2), 78–91.
- Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A., & Estepa Castro, A. (2024). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: Argumentation and graph interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 47(1), 41–59.
- Rushton, E. A., & Walshe, N. (2022). Climate change, sustainability and the environment: The continued importance of biological education. *Journal of Biological Education*, 56(3), 243–244.
- Setianingrum, D. A., Jumadi, J., Suyanta, S., Nurohman, S., & Astuti, S. R. (2023). Bibliometric analysis: Trends research on local wisdom in science learning and its implications for strengthening love of local culture. *Journal of Science and Science Education*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.29303/jossed.v4i1.3530>

- Smith, J. (2020). The role of critical thinking in shaping environmental awareness. *Journal of Environmental Education*, 45(3), 321–345.
- Sunarya, E. N., & Suwama, I. R. (2024). The development of teaching-learning application in education for sustainable development (ESD) to improve students' critical thinking and sustainability awareness in biodiversity. *Sustainability Education*, 1(1), 241–260.
- Tupan. (2018). Analisis bibliometrik perkembangan penelitian bidang ilmu instrumentasi. *Baca: Jurnal Dokumentasi dan Informasi*, 39(2), 135–149.
- Wals, A. E., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science Education*, 98(6), 975–989.
- Yuan, X., Yu, L., Wu, H., She, H., Luo, J., & Li, X. (2022). Sustainable development goals (SDGs) priorities of senior high school students and the global public: Recommendations for implementing education for sustainable development (ESD). *Education Research International*, 2022, Article 2555168. <https://doi.org/10.1155/2022/2555168>
- Young, S. A., Newton, A. R., Fowler, S. R., & Park, J. (2023). Critical thinking activities in Florida undergraduate biology classes improve comprehension of climate change. *Journal of Biological Education*, 57(1), 184–195.