

Analisis Kebutuhan Modul Ajar Interaktif Berbasis Kearifan Lokal Pesisir pada Materi Perubahan Iklim: Studi Pendahuluan

Dita Agustian^{1*}, Nissa Noor Annashr², Samuel Agus Triyanto³, Ryan Ardiansyah⁴, Setio Galih Marlyono⁵

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Siliwangi

²Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi

^{3,4}Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Siliwangi

⁵Jurusan Pendidikan Geografi FKIP, Universitas Siliwangi

ABSTRAK

Latar belakang penelitian berangkat dari urgensi pendidikan lingkungan yang kontekstual dan integratif dalam menghadapi isu global perubahan iklim, khususnya di wilayah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru dan siswa terhadap pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir pada materi perubahan iklim. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan instrumen berupa angket kebutuhan, wawancara, dan telaah kurikulum. Subjek penelitian melibatkan 6 orang guru biologi dan 60 siswa sekolah menengah atas di wilayah pesisir Pangandaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) guru membutuhkan sumber belajar yang interaktif, kontekstual, dan mudah diintegrasikan dalam pembelajaran berbasis Kurikulum Merdeka; (2) siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif, visual, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan pesisir; (3) kearifan lokal pesisir dipandang relevan sebagai konten pembelajaran adaptasi perubahan iklim, namun belum banyak dimanfaatkan dalam modul ajar konvensional. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir dipandang urgen untuk memperkuat literasi sains, kesadaran lingkungan, dan kemampuan adaptasi siswa terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: analisis kebutuhan, kearifan lokal pesisir, modul ajar interaktif, perubahan iklim

ABSTRACT

This study aims to analyze the needs of teachers and students for the development of interactive teaching modules based on coastal local wisdom on climate change. The research background stems from the urgency of contextual and integrative environmental education in addressing the global issue of climate change, particularly in coastal areas. The research method used a qualitative descriptive approach with instruments in the form of a needs questionnaire, interviews, and curriculum review. The research subjects involved six biology teachers and 60 high school students in the coastal area of Pangandaran. The results showed that: (1) teachers need learning resources that are interactive, contextual, and easily integrated into learning based on the Independent Curriculum; (2) students need learning media that is interactive, visual, and relevant to daily life in coastal environments; (3) coastal local wisdom is seen as relevant as learning content for climate change adaptation, but has not been widely utilized in conventional teaching modules. Thus, the development of interactive teaching modules based on coastal local wisdom is seen as urgent to strengthen scientific literacy, environmental awareness, and students' ability to adapt to climate change.

Keywords: needs analysis, coastal local wisdom, interactive teaching modules, climate change

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini.

Fenomena ini ditandai dengan meningkatnya suhu bumi, naiknya permukaan air laut, perubahan pola curah hujan, serta meningkatnya

frekuensi bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai tropis. Dampak perubahan iklim dirasakan secara nyata di kawasan pesisir, di mana masyarakatnya sangat bergantung pada sumber daya laut untuk mata pencaharian. Kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan iklim menjadikannya salah satu area prioritas dalam upaya mitigasi dan adaptasi (Amalia et al., 2023).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, yakni sekitar 108.000 km, serta dihuni oleh lebih dari 60% penduduk yang tinggal di wilayah pesisir. Kondisi ini menjadikan masyarakat pesisir berada di garis depan dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Naiknya permukaan laut berpotensi menenggelamkan pemukiman pesisir, abrasi merusak garis pantai, dan intrusi air laut mengancam sumber air bersih (Agustian et.al. 2023; Yanti et.al. 2025). Tidak hanya itu, perubahan musim juga memengaruhi produktivitas nelayan dan petani pesisir. Semua ini menunjukkan bahwa adaptasi perubahan iklim menjadi keharusan, khususnya melalui jalur pendidikan (Firnadi et al., 2023).

Dalam konteks pendidikan formal, perubahan iklim telah masuk dalam kurikulum IPA di tingkat SMP dan SMA. Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pembelajaran yang bersifat kontekstual, berbasis masalah, dan mendorong keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan literasi sains. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran mengenai perubahan iklim masih banyak dilakukan secara teoretis, berpusat pada guru, serta kurang menyentuh realitas kehidupan siswa, terutama di daerah pesisir (Rubini et al., 2023). Akibatnya, siswa sering kali kesulitan memahami konsep-konsep abstrak seperti efek rumah kaca, pemanasan global, atau perubahan pola cuaca, sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna.

Salah satu pendekatan yang dapat menjembatani kesenjangan antara sains dan realitas adalah integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran. Kearifan lokal pesisir mencakup berbagai pengetahuan, tradisi, dan praktik masyarakat yang diwariskan secara turun-temurun. Misalnya, tradisi menjaga ekosistem Mangrove untuk melindungi pantai dari abrasi, pemahaman nelayan terhadap pola pasang surut laut, serta kebiasaan masyarakat dalam menyesuaikan pola tanam dengan musim angin.

Pengetahuan lokal ini tidak hanya relevan dalam konteks ekologis, tetapi juga mengandung nilai-nilai sosial, budaya, dan spiritual yang dapat memperkaya pembelajaran sains (Agustian, 2022; Amalia et al., 2023).

Pengintegrasian kearifan lokal dalam pembelajaran perubahan iklim dapat memberikan banyak manfaat. Pertama, siswa akan lebih mudah memahami materi karena dikaitkan dengan pengalaman yang mereka lihat sehari-hari. Kedua, siswa menjadi lebih peduli terhadap lingkungan karena merasa pembelajaran menyentuh realitas hidup mereka. Ketiga, kearifan lokal dapat menjadi jembatan antara pengetahuan ilmiah modern dengan pengetahuan tradisional, sehingga siswa dapat melihat bagaimana ilmu pengetahuan berkembang dalam konteks masyarakat (Firnadi et al., 2023).

Untuk mendukung pembelajaran yang kontekstual, diperlukan media pembelajaran yang sesuai. Salah satu media yang potensial adalah modul ajar interaktif. Modul ajar interaktif berbeda dari modul cetak tradisional karena memanfaatkan teknologi digital untuk menyajikan materi secara lebih menarik. Modul ini biasanya memuat teks, gambar, animasi, simulasi, serta kuis interaktif yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri maupun kolaboratif. Herlina & Abidin (2024) menyatakan bahwa modul interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa karena mereka tidak hanya membaca, tetapi juga berinteraksi dengan materi pembelajaran melalui berbagai fitur digital. Pada era digitalisasi pendidikan, penggunaan modul interaktif menjadi semakin penting. Siswa generasi sekarang (generasi Z) terbiasa dengan perangkat digital dan visualisasi yang menarik. Oleh karena itu, pembelajaran yang hanya mengandalkan buku teks kurang efektif dalam menumbuhkan minat belajar. Modul interaktif dapat mengakomodasi gaya belajar visual, auditori, maupun kinestetik, sehingga lebih inklusif bagi berbagai tipe siswa (Pursitasari et al., 2023).

Namun, pengembangan modul interaktif tidak bisa dilakukan secara sembarangan. Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan nyata guru dan siswa, serta relevan dengan konteks kurikulum. Oleh karena itu, tahap awal yang sangat penting dalam penelitian pengembangan adalah analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan berfungsi untuk mengidentifikasi masalah, kesenjangan, serta

harapan pengguna (guru dan siswa) terhadap media pembelajaran yang akan dikembangkan (Susilawati et al., 2023). Data ini akan menjadi dasar yang kuat untuk merancang modul ajar interaktif yang benar-benar bermanfaat, bukan sekadar produk inovasi yang tidak digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya juga mendukung pentingnya analisis kebutuhan sebelum pengembangan media ajar. Rubini et al. (2023) menunjukkan bahwa guru IPA memerlukan media pembelajaran digital yang dapat membantu menyampaikan materi kompleks dengan cara yang lebih sederhana. Pursitasari et al. (2023) menemukan bahwa siswa lebih menyukai media pembelajaran interaktif karena mampu meningkatkan pemahaman konsep sains abstrak. Firnadi et al. (2023) menekankan pentingnya mengintegrasikan pengetahuan lokal dalam pendidikan lingkungan untuk meningkatkan literasi sains sekaligus kesadaran ekologis.

Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir pada materi perubahan iklim. Fokus analisis diarahkan pada kebutuhan guru biologi dan siswa SMA di daerah pesisir, dengan mempertimbangkan aspek kurikulum, preferensi belajar, serta potensi integrasi kearifan lokal. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar yang kuat untuk tahap selanjutnya, yaitu pengembangan modul ajar interaktif yang relevan, inovatif, dan kontekstual.

Dengan adanya modul interaktif berbasis kearifan lokal pesisir, pembelajaran perubahan iklim tidak hanya menjadi lebih mudah dipahami, tetapi juga lebih bermakna bagi siswa. Mereka akan melihat bahwa isu global yang sering mereka dengar di media bukanlah sesuatu yang jauh, melainkan dekat dengan kehidupan sehari-hari mereka. Selain itu, siswa dapat belajar bahwa pengetahuan modern dan tradisional tidak saling bertentangan, tetapi dapat saling melengkapi dalam membangun solusi adaptasi perubahan iklim yang berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan abad ke-21, yakni membentuk generasi yang memiliki literasi sains, kesadaran ekologis, serta tanggung jawab sosial sebagai bagian dari warga dunia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara keseluruhan, penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (RnD), namun pada artikel ini dibatasi pada analisis kebutuhan dalam pengembangan modul ajar interaktif pada materi perubahan iklim. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan metode survei untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir. Subjek penelitian melibatkan 6 guru biologi yang mengajar di tingkat SMA serta 60 siswa SMA yang tinggal di kawasan pesisir. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa mereka memiliki pengalaman langsung dalam pembelajaran materi perubahan iklim dan relevan dengan konteks kearifan lokal pesisir.

Instrumen penelitian berupa kuesioner tertutup dan terbuka. Kuesioner untuk guru mencakup aspek: (1) persepsi terhadap pembelajaran perubahan iklim saat ini, (2) kebutuhan terhadap media ajar, (3) harapan integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran, serta (4) kesiapan menggunakan modul digital interaktif. Kuesioner untuk siswa mencakup aspek: (1) kesulitan belajar perubahan iklim, (2) minat terhadap media pembelajaran, (3) preferensi gaya belajar, serta (4) pandangan mengenai kearifan lokal pesisir.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif persentase untuk mengetahui kecenderungan respon guru dan siswa. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperjelas interpretasi data. Analisis deskriptif ini bertujuan mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang ada dengan kebutuhan nyata di lapangan, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan modul ajar interaktif.

Dengan demikian, metodologi penelitian ini difokuskan pada penggalan kebutuhan pengguna (*user need analysis*) sebagai tahapan awal dalam model pengembangan media pembelajaran berbasis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 60 orang siswa SMA di daerah pesisir serta 6 orang guru biologi yang mengajar di tingkat SMA. Data diperoleh melalui kuesioner yang mencakup tiga aspek utama: (1) kebutuhan siswa, (2) kebutuhan guru,

dan (3) analisis kurikulum terkait pembelajaran perubahan iklim.

1. Respon Guru

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diberikan kepada guru, terdapat beberapa informasi yang didapatkan sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Kuesioner Guru Biologi

| No. | Aspek yang Ditanyakan | Ya (%) | Tidak (%) | Keterangan |
|-----|---|--------|-----------|---|
| 1 | Materi perubahan iklim masih bersifat teoritis | 83 | 17 | 5 guru menyatakan pembelajaran kurang kontekstual |
| 2 | Pernah mengintegrasikan kearifan lokal pesisir dalam pembelajaran | 17 | 83 | Hanya 1 guru yang pernah mencoba |
| 3 | Membutuhkan media ajar interaktif berbasis digital | 100 | 0 | Semua guru sepakat |
| 4 | Modul perlu memuat ilustrasi visual | 100 | 0 | Disarankan berupa gambar, grafik, atau animasi |
| 5 | Modul sebaiknya menyediakan aktivitas berbasis proyek | 83 | 17 | Agar siswa dapat eksplorasi lingkungan sekitar |

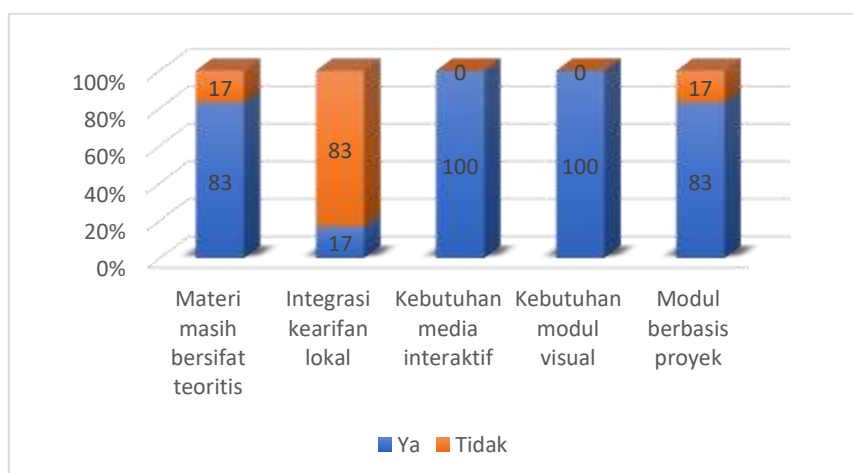
Dari 6 guru biologi, sebanyak 83% (5 guru) menyatakan bahwa materi perubahan iklim yang diajarkan selama ini masih bersifat teoretis dan belum terhubung dengan kehidupan sehari-hari siswa. Hanya 17% (1 guru) yang pernah mencoba mengaitkan materi perubahan iklim dengan kearifan lokal, misalnya tradisi menjaga hutan mangrove. Sebanyak 100% guru mengungkapkan perlunya media ajar interaktif untuk meningkatkan pemahaman siswa. Guru menekankan bahwa modul yang dikembangkan sebaiknya:

- memuat ilustrasi visual terkait fenomena iklim,
- mengintegrasikan kearifan lokal pesisir (misalnya pengetahuan pasang surut, pola

musim nelayan, dan sistem tanam pesisir), serta

- menyediakan aktivitas berbasis proyek agar siswa dapat melakukan eksplorasi langsung di lingkungan sekitar.

Hasil ini memperkuat pandangan bahwa guru membutuhkan media pembelajaran kontekstual dan inovatif yang mampu memfasilitasi pembelajaran sains dengan menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata (Rubini et al., 2023).



Gambar 1. Deskripsi analisis kebutuhan menurut guru

2. Respon Siswa

Dari 60 siswa, sebagian besar menyatakan mengalami kesulitan dalam memahami konsep perubahan iklim jika hanya disampaikan melalui buku teks. Sebanyak 72% siswa menyatakan bahwa pembelajaran perubahan iklim kurang menarik karena minim visualisasi, sedangkan 68% siswa merasa materi yang diajarkan tidak

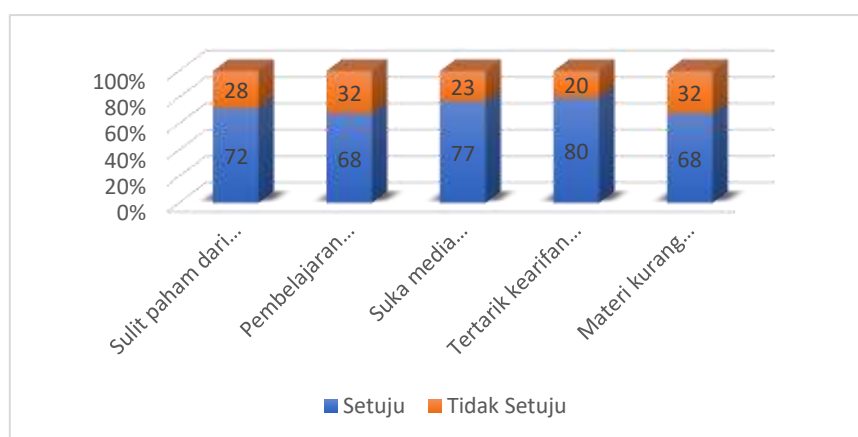
relevan dengan kehidupan mereka sehari-hari. Namun, ketika ditanya mengenai kearifan lokal, 80% siswa menunjukkan antusiasme untuk mempelajari perubahan iklim melalui pengalaman masyarakat pesisir, seperti pengetahuan tentang abrasi pantai, musim melaut, serta tradisi menjaga ekosistem mangrove. Data lebih lengkapnya disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Kuesioner Siswa

| No. | Aspek yang Ditanyakan | Setuju (%) | Tidak (%) | Keterangan |
|-----|--|------------|-----------|--|
| 1 | Materi perubahan iklim sulit dipahami jika hanya dari teks | 72 | 28 | 43 siswa merasa kesulitan |
| 2 | Pembelajaran perubahan iklim kurang menarik | 68 | 32 | 41 siswa menilai minim visualisasi |
| 3 | Lebih suka media interaktif berbasis digital | 77 | 23 | 46 siswa memilih animasi & simulasi |
| 4 | Tertarik belajar dengan kearifan lokal pesisir | 80 | 20 | 48 siswa antusias pada tradisi lokal |
| 5 | Merasa materi kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari | 68 | 32 | 41 siswa menganggap materi jauh dari konteks pesisir |

Selain itu, 77% siswa mengungkapkan lebih menyukai media pembelajaran yang interaktif dengan animasi, simulasi, dan kuis berbasis digital dibandingkan media cetak tradisional.

Hasil ini sejalan dengan temuan Pursitasari et al. (2023) bahwa siswa lebih mudah memahami sains melalui media visual yang interaktif dibandingkan pembelajaran konvensional.



Gambar 2. Deskripsi analisis kebutuhan menurut siswa

3. Telaah Kurikulum

Analisis dokumen kurikulum menunjukkan bahwa materi perubahan iklim terdapat pada capaian pembelajaran IPA SMA di Kurikulum

Merdeka, khususnya terkait sistem bumi, ekosistem, dan perubahan lingkungan. Guru menilai bahwa meskipun kompetensi dasar telah mencakup aspek perubahan iklim, masih ada ruang besar untuk mengintegrasikan kearifan

lokal pesisir dalam bentuk studi kasus, proyek lapangan, maupun simulasi berbasis teknologi. Hal ini sesuai dengan rekomendasi Firnadi et al. (2023) bahwa pembelajaran sains yang mengintegrasikan pengetahuan lokal dapat meningkatkan literasi sains sekaligus kesadaran lingkungan.

B. Pembahasan

1. Kebutuhan Guru terhadap Modul Interaktif

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa guru membutuhkan modul ajar yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga mendorong partisipasi aktif siswa. Guru menyadari pentingnya modul digital interaktif sebagai sumber belajar tambahan yang fleksibel dan mudah diakses. Herlina & Abidin (2024) menegaskan bahwa modul interaktif mendukung pendekatan saintifik karena dapat memfasilitasi kegiatan mengamati, bertanya, mencoba, dan menalar dengan cara yang lebih menarik. Selain itu, integrasi kearifan lokal pesisir menjadi kebutuhan mendesak. Guru menilai bahwa modul ajar konvensional kurang menekankan aspek kearifan lokal, padahal konteks ini sangat dekat dengan kehidupan siswa (Karmia et al. (2025). Dengan menghubungkan pembelajaran sains pada realitas pesisir, siswa tidak hanya memahami perubahan iklim secara konseptual, tetapi juga melihat dampak langsung dalam kehidupan masyarakat mereka (Amalia et al., 2023).

2. Kebutuhan Siswa terhadap Modul Interaktif

Respon siswa memperlihatkan bahwa mayoritas membutuhkan media pembelajaran yang mampu mengonkretkan konsep abstrak. Perubahan iklim sebagai fenomena global sulit dipahami hanya melalui penjelasan verbal atau teks, sehingga diperlukan media interaktif dengan visualisasi grafis dan animasi. Hal ini sejalan dengan temuan Pursitasari et al. (2023) bahwa media berbasis visual dapat meningkatkan pemahaman konsep sains dan motivasi belajar siswa. Selain itu, siswa juga menekankan pentingnya kontekstualisasi materi. Mereka merasa lebih tertarik mempelajari perubahan iklim jika dikaitkan dengan kearifan lokal yang mereka kenal, seperti pola musim nelayan atau tradisi menjaga hutan mangrove. Temuan ini memperkuat pandangan Katmie et

al. (2023) bahwa pembelajaran berbasis kearifan lokal mampu meningkatkan relevansi materi dan membangun keterikatan emosional siswa dengan lingkungan sekitarnya.

3. Sinergi antara Guru, Siswa, dan Kurikulum

Hasil penelitian memperlihatkan adanya sinergi antara kebutuhan guru, siswa, dan kurikulum. Guru menekankan kebutuhan modul interaktif untuk mempermudah pengajaran, sementara siswa menekankan aspek visualisasi dan keterhubungan dengan pengalaman nyata. Kurikulum Merdeka sendiri menyediakan ruang fleksibel bagi pengembangan pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir merupakan jawaban yang relevan untuk menjembatani kebutuhan tersebut. Menurut Susilawati et al. (2023), analisis kebutuhan merupakan tahap krusial dalam pengembangan media pembelajaran agar produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Data dari 60 siswa dan 6 guru dalam penelitian ini memperkuat urgensi tersebut: tanpa modul interaktif berbasis lokal, pembelajaran perubahan iklim akan tetap bersifat abstrak dan kurang bermakna.

4. Implikasi bagi Pendidikan Adaptasi Perubahan Iklim

Integrasi kearifan lokal pesisir dalam modul interaktif memiliki implikasi strategis bagi pendidikan adaptasi perubahan iklim. Pertama, modul dapat menjadi sarana transfer pengetahuan tradisional ke generasi muda sehingga kearifan lokal tidak hilang tergerus modernisasi. Kedua, modul interaktif mampu membekali siswa dengan literasi sains sekaligus keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Ketiga, modul ini dapat meningkatkan kesadaran adaptasi iklim dengan menjadikan siswa agen perubahan dalam menjaga ekosistem pesisir (Ainurrohman & Sudarti, 2022). Hasil penelitian ini sejalan dengan pandangan Amalia et al. (2023) bahwa kearifan lokal merupakan bagian penting dari upaya adaptasi masyarakat pesisir terhadap perubahan iklim. Melalui pengintegrasian kearifan lokal ini dalam modul pembelajaran, sekolah dapat berperan aktif membangun masyarakat yang tangguh dalam menghadapi perubahan iklim. Selain itu, peserta

didik dapat memperoleh pemahaman yang lebih kontekstual mengenai lingkungan sekitarnya, sehingga mampu menerapkan strategi adaptasi berbasis budaya yang telah terbukti efektif dilakukan secara turun-temurun.

IV. KESIMPULAN

Analisis kebutuhan melalui kuesioner kepada 6 guru dan 60 siswa menunjukkan bahwa: (1) guru membutuhkan modul interaktif yang mudah digunakan, kontekstual, dan sesuai kurikulum, (2) siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif, visual, serta terhubung dengan kehidupan nyata di pesisir, dan (3) kurikulum memberi peluang untuk mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembelajaran perubahan iklim. Dengan demikian, pengembangan modul ajar interaktif berbasis kearifan lokal pesisir bukan hanya relevan, tetapi juga mendesak untuk meningkatkan kualitas pembelajaran perubahan iklim di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Siliwangi yang telah memfasilitasi tim peneliti melalui pendanaan hibah internal pada skema Penelitian Unggulan Unsil (PUU), MGMP Guru Biologi Kabupaten Pangandaran dan pengurus Koperasi dan seluruh nelayan yang telah membantu tim dalam pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustian, D., Sudargo, F., & Surakusumah, W. (2017). Efektifitas Pembelajaran Berbasis Masalah dalam Meningkatkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa (Studi Kasus pada Permasalahan Lingkungan Global). *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*. 2(1), 43-48. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/372/612>

Agustian, D. (2022). *Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Perikanan Melalui Pendekatan EAFM (Studi Kasus Di PPN Palabuhanratu Sukabumi Jawa Barat)* [Disertasi]. Universitas Padjadjaran.

Agustian, D., Megantara, N., Ihsan, Y. N., & Cahyandito, M. F. (2023). Sustainability of Social, Economic, and Institutional Aspects on Fisheries Management: Case Study at Palabuhanratu Nusantara Fishing Port, West Java. *Eccsofim: Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*, 11(01), 15–27. <https://doi.org/10.21776/ub.eccsofim.2023.011.01.02>.

Ainurrohman, S. & Sudarti, S. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. 8(1), 1-10.

Amalia, V., Sanjoto, T. B., & Hardati, U. (2023). Environmental care character education based on local wisdom for marine resource management. *Jambura Geo Education Journal*, 4(2), 107–120. <https://doi.org/10.34312/jgej.v4i2.21920>

Firnadi, A., et al. (2023). Integrating local wisdom into climate literacy: Cultural practices and climate resilience in Indonesia. *Journal of Geographical Sciences and Education*, 3(1), 45–58. <https://journal.pubsains.com/index.php/jgs/article/view/225>

Herlina, E., & Abidin, Z. (2024). Development of interactive e-modules to improve students' scientific literacy abilities: A literature review. *Jurnal Mangifera Edu*, 8(2), 150–160. <https://jurnal.biounwir.ac.id/article/view/181>

Karmia, P.P., Ibrahim, Y., & Rosamsi, S. (2025). Peningkatan berpikir kritis melalui e-Modul Sistem Saraf Berbasis Exe Learning Untuk Pendidikan Berkelanjutan. *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*. 10(1), 122-129. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/35257/18239>

Katmie, K., et al. (2023). The development of a climate change mitigation and adaptation teaching module utilizing EzGCM for local content subjects in senior high schools (SMA/MA). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 14(1), 88–100. <https://chem->

- upr.education/ojs/index.php/JIKT/article/view/397
- Pursitasari, I. D., Rubini, B., Suriansyah, M. I., Samsia, S., & Puspita, N. (2023). Climate change interactive teaching materials to enhance students' critical thinking skills and science attitude. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 9(5), 2332–2341.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3196>
- Rubini, B., Pursitasari, I. D., Suriansyah, M. I., Ramadhanti, G. N., & Rachman, I. (2023). Improving students' eco-literacy through the development of electronic interactive teaching materials on climate change. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 9(1), 38–51.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPI/article/view/20051>
- Susilawati, S. A., Ibrahim, M. H., Isa, N. K. M., Musiyam, M., & Noviani, R. (2023). Teachers' need analysis: Development of the Urban Heat Island module based on a contextual approach. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 28(2), 110–125.
<https://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/article/view/26654>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Rajawali Pers.
- Yanti, A.F., Hernawati, D., Agustian, D., Badriah, L. (2025). Profil Literasi Digital Siswa SMP Pada Materi Perubahan Lingkungan. *BIOSFER, Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*. 10(1), 103-111.
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/20973/13829>.