



ANALISIS TINGKAT KEANEKARAGAMAN FAUNA MANGROVE UNTUK PENGEMBANGAN BAHAN AJAR GEOGRAFI MATERI PERSEBARAN FAUNA INDONESIA

Kadek Irayasa¹, Syukri Nyompa², Muhammad Yusuf³, Hasriyanti⁴, Muhammad Zulfi Al Ghani⁵

Pendidikan Geografi, Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar^{1,2,3,4,5}

e-mail: kadekirayasa@gmail.com¹, sukrinyompa@unm.ac.id², m.yusuf@unm.ac.id³,
hasriyanti@unm.ac.id⁴, zulfiialghani@unm.ac.id⁵

Diterima: 07/07/2026; Direvisi: 20/07/2026; Diterbitkan: 28/07/2026

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum terdokumentasikannya keanekaragaman fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, serta belum dimanfaatkannya sebagai sumber belajar kontekstual pada materi Persebaran Flora dan Fauna Indonesia di SMA. Penelitian bertujuan menganalisis keanekaragaman fauna mangrove, mengembangkan modul geografi berbasis fauna mangrove, serta menguji kelayakan dan efektivitasnya. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Analisis keanekaragaman dilakukan menggunakan indeks keanekaragaman, kemerataan, dominansi, dan kekayaan jenis, sedangkan kelayakan modul dinilai melalui validasi ahli materi, ahli bahasa, praktisi, dan uji coba peserta didik. Efektivitas modul diuji melalui desain *pretest-posttest* menggunakan uji normalitas, *paired sample t-test*, dan *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan ditemukan 555 individu yang terdiri atas 16 spesies fauna mangrove dengan nilai keanekaragaman sedang ($H' = 1,59$), kemerataan relatif merata ($E = 0,57$), dominansi rendah ($C = 0,25$), dan kekayaan jenis sedang ($R = 3,09$), yang mengindikasikan ekosistem mangrove berada dalam kondisi cukup stabil. Modul memperoleh kategori valid berdasarkan penilaian ahli materi (97,5%), ahli bahasa (88,64%), praktisi (84,41%), dan uji coba terbatas (86,51%). Uji coba skala besar menunjukkan peningkatan pemahaman peserta didik pada kategori sedang. Dengan demikian, modul berbasis fauna mangrove dinyatakan layak dan efektif digunakan sebagai bahan ajar geografi di SMA.

Kata Kunci: *Keanekaragaman Fauna Mangrove, Bahan Ajar Geografi, Mangrove Banua Pangka*

ABSTRACT

This study was motivated by the lack of documentation on the diversity of mangrove fauna in the Banua Pangka Ecotourism Area, Wotu District, East Luwu Regency, and its underutilization as a contextual learning resource for the topic of the Distribution of Indonesian Flora and Fauna in senior high schools. The study aimed to analyze the diversity of mangrove fauna, develop a geography module based on mangrove fauna, and evaluate its validity and effectiveness. This research employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which consists of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. Faunal diversity was analyzed using the diversity, evenness, dominance, and species richness indices. The module's feasibility was assessed through expert validation involving subject matter experts, language experts, practitioners, and student trials. Its effectiveness was evaluated using a pretest-posttest design with normality, paired sample t-test, and N-gain





analyses. The results identified 555 individuals representing 16 mangrove fauna species, with a moderate diversity index ($H' = 1.59$), relatively even distribution ($E = 0.57$), low dominance ($C = 0.25$), and moderate species richness ($R = 3.09$), indicating a relatively stable mangrove ecosystem. The module was rated as valid by subject matter experts (97.5%), language experts (88.64%), practitioners (84.41%), and students in the limited trial (86.51%). The large-scale implementation showed a moderate improvement in students' understanding. Therefore, the mangrove fauna-based geography module is considered valid and effective as a learning resource for senior high school geography.

Keywords: *Mangrove Fauna Diversity, Geography Teaching Module, Banua Pangka Mangrove Ecosystem.*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang dapat hidup di daerah tropis ataupun subtropis. Secara khusus ekosistem mangrove hidup di wilayah pesisir yang mengalami pasang surut serta kondisi yang berlumpur (Rusmayadi et al. 2024). Ekosistem mangrove memiliki fungsi fisik yang sangat penting dalam menjaga kawasan pesisir dari abrasi, tsunami, dan gelombang berkat sistem perakaran yang kuat dan rapat (Eyzaguirre et al., 2023). Ekosistem mangrove tidak hanya berfungsi sebagai pelindung kawasan pesisir dari abrasi, gelombang, dan intrusi air laut, tetapi juga menjadi habitat penting yang menopang keanekaragaman hayati berbagai jenis flora dan fauna serta mendukung keseimbangan ekosistem pesisir secara berkelanjutan (Schaduw et al., 2024). Peran mangrove secara ekologis sebagai habitat hidup untuk berbagai jenis organisme seperti mangrove berfungsi sebagai tempat pemijahan, mencari makan, tempat bersarang berbagai jenis burung dan biota lainnya. Perakaran mangrove yang rapat dan rumit seperti pada jenis mangrove rhizophora dan akar napas pada jenis avicennia menyediakan tempat hidup bagi hewan seperti kerang, tiram (Rahman et al. 2024).

Kesehatan ekosistem mangrove akan sangat menentukan keanekaragaman jenis biota yang hidup di dalamnya. Ekosistem ini memegang peran penting dalam mengajak dan melindungi biodiversitas fauna yang ada, degradasi ekosistem mangrove akan memberikan dampak kehilangan jaringan rantai makanan dan kepunahan organisme di dalamnya (Basyuni et al. 2022). Tingginya angka produktivitas ekosistem mangrove menyebabkan semakin tinggi pula tingkat keanekaragaman fauna yang mendiami ekosistem mangrove (Akram et al. 2023). Keberadaan fauna mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui proses dekomposisi, siklus nutrisi, serta interaksi trofik yang mendukung stabilitas lingkungan pesisir. Oleh karena itu, keanekaragaman fauna dapat digunakan sebagai indikator kondisi dan kesehatan ekosistem mangrove.

Kawasan ekowisata benua pangka di Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan merupakan Kawasan konservasi mangrove yang memiliki potensi ekonomi, ekologis dan edukasi (Auliansyah et al., 2020). Kawasan ekowisata ini selain memiliki fungsi sebagai objek wisata, juga dapat berperan sebagai pendidikan konservasi. Permasalahannya adalah keanekaragaman fauna yang hidup di ekosistem mangrove ini belum terdokumentasi dengan baik dan dimanfaatkan untuk tujuan pembelajaran dan pendidikan konservasi lingkungan (Auliansyah et al. 2020). Padahal, data keanekaragaman fauna lokal dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang kontekstual dan relevan dengan lingkungan peserta didik. Dalam pembelajaran Geografi SMA, khususnya materi Persebaran Flora dan Fauna Indonesia, penggunaan contoh yang berasal dari lingkungan sekitar peserta didik dapat



meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan belajar, serta kesadaran terhadap pelestarian lingkungan.

Kajian keanekaragaman fauna mangrove diperlukan sebagai dasar pengelolaan dan konservasi ekosistem pesisir. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya konversi hutan mangrove menjadi lahan tambak dan penggunaan lahan lainnya yang mengakibatkan degradasi habitat serta penurunan keanekaragaman organisme yang bergantung pada ekosistem mangrove (Mahmudin et al., 2022). Berdasarkan hasil observasi lapangan, kondisi tersebut juga terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Luwu Timur sehingga diperlukan upaya dokumentasi dan konservasi berbasis data ilmiah. Di sisi lain, pembelajaran Geografi pada materi Persebaran Flora dan Fauna Indonesia masih didominasi oleh contoh-contoh umum yang terdapat dalam buku ajar, sehingga belum sepenuhnya mengakomodasi potensi lokal di sekitar peserta didik (Zulhalifah et al., 2022). Padahal, pemanfaatan potensi lingkungan setempat sebagai sumber belajar dapat meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus menumbuhkan kesadaran konservasi terhadap fauna lokal (Adilah et al., 2022). Oleh karena itu, hasil penelitian keanekaragaman fauna mangrove di Ekowisata Banua Pangka dapat dijadikan dasar pengembangan modul pembelajaran Geografi yang kontekstual dan relevan dengan lingkungan peserta didik.

Berdasarkan pemikiran tersebut, penelitian ini dirancang dengan beberapa tujuan. Pertama, melakukan *biodiversity inventory* dan identifikasi untuk menganalisis Tingkat keanekaragaman fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka. Kedua, mengembangkan bahan ajar Geografi pada materi persebaran flora dan fauna Indonesia, dengan memanfaatkan hasil penelitian yang sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan siswa. Ketiga, menguji efektivitas bahan ajar dalam meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi persebaran flora dan fauna Indonesia serta menganalisis signifikansi peningkatan pemahaman peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan dan menguji efektivitas bahan ajar geografi berbasis studi kasus keanekaragaman fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka dalam bentuk modul ajar. Pengembangan produk dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena menyediakan prosedur pengembangan yang sistematis, terstruktur, dan bersifat iteratif sehingga efektif digunakan dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Safitri & Aziz, 2022). Pengembangan bahan ajar berbasis potensi lingkungan lokal juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis sekaligus membangun sikap peduli lingkungan peserta didik karena materi pembelajaran dikaitkan secara langsung dengan kondisi dan fenomena di sekitar peserta didik (Rahmi et al., 2023). Pada tahap inventarisasi, objek penelitian adalah seluruh fauna makro yang menghuni ekosistem mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, meliputi reptil, aves, mamalia kecil, dan crustacea. Kajian terhadap keanekaragaman biota pada ekosistem pesisir, termasuk organisme akuatik seperti Porifera, menunjukkan bahwa karakteristik ekologis suatu kawasan dapat dikaji melalui indeks keanekaragaman dan pola distribusi spesies, sehingga dapat menjadi sumber belajar kontekstual dalam memahami dinamika ekosistem pesisir (Sipayung et al., 2025). Hasil inventarisasi dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan modul geografi pada materi Persebaran Flora dan



Fauna di Indonesia sesuai Kurikulum Merdeka. Pada tahap validasi, produk dinilai oleh enam validator yang dipilih secara *purposive sampling*, terdiri atas satu ahli materi, satu ahli bahasa, dan empat praktisi (guru geografi). Selanjutnya, pada tahap uji efektivitas, subjek penelitian adalah peserta didik kelas XI SMA yang mempelajari materi Persebaran Flora dan Fauna di Indonesia, dengan sampel berupa kelas XI yang dipilih sebagai lokasi implementasi modul.

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Banua Pangka, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Data fauna mangrove dikumpulkan melalui observasi lapangan menggunakan metode *plot sampling*, *line transect*, *point count*, dan *visual encounter survey* untuk memperoleh data yang representatif terhadap kondisi fauna mangrove (Bismark, 2011). Pengamatan dilakukan melalui transek garis dengan plot berukuran 10 × 10 m yang disusun dari arah darat menuju laut, sedangkan pengamatan burung menggunakan metode *point count* pada setiap interval 50 m sepanjang transek. Instrumen penelitian meliputi lembar observasi, kamera dokumentasi, *Global Positioning System* (GPS), pedoman wawancara, dan lembar validasi bahan ajar. Data hasil inventarisasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Kemerataan Pielou (E), Indeks Dominansi Simpson (C), dan Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R). Analisis indeks ekologis tersebut penting dilakukan karena mampu memberikan gambaran mengenai struktur komunitas dan kondisi ekologis suatu habitat, sehingga hasil penelitian biodiversitas dapat diintegrasikan sebagai sumber belajar berbasis lingkungan. Hal ini sejalan dengan kajian Sipayung et al. (2025) yang menunjukkan bahwa analisis keanekaragaman dan distribusi organisme dapat menggambarkan karakteristik ekosistem pesisir secara lebih komprehensif. Hasil analisis keanekaragaman tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan modul ajar geografi berbasis fauna mangrove.

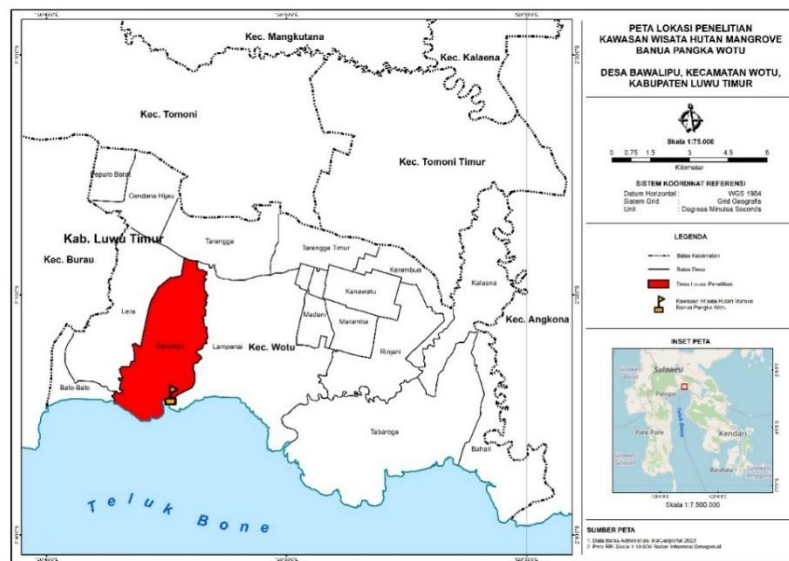
Kelayakan modul dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli bahasa, praktisi, dan respons peserta didik pada uji coba kelompok kecil. Setelah dinyatakan layak, modul diimplementasikan pada uji coba kelompok besar menggunakan desain *pretest-posttest* untuk mengukur efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran. Pemanfaatan bahan ajar berbasis potensi lokal dalam proses pembelajaran dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena peserta didik memperoleh kesempatan memahami konsep melalui objek nyata di lingkungan sekitar (Rahmi et al., 2023). Data hasil belajar peserta didik terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov sebagai prasyarat analisis. Selanjutnya, dilakukan *paired sample t-test* untuk menguji perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan modul. Peningkatan hasil belajar peserta didik dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk mengetahui tingkat efektivitas modul yang dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Banua Pangka yang terletak di Desa Bawalipu, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Kawasan ini merupakan kawasan ekowisata berbasis mangrove yang berada di wilayah pesisir dan berbatasan langsung dengan perairan Teluk Bone. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki ekosistem mangrove yang masih terjaga dan menjadi habitat berbagai jenis fauna mangrove yang mendukung pelaksanaan penelitian. Letak geografis lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, Kawasan Ekowisata Banua Pangka berada di kawasan pesisir Kabupaten Luwu Timur dengan tutupan vegetasi mangrove yang cukup luas. Karakteristik kawasan tersebut mendukung keberadaan berbagai kelompok fauna, seperti gastropoda, krustasea, ikan, reptil, aves, dan arachnida yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Kondisi lingkungan yang relatif alami menjadikan kawasan ini sesuai sebagai lokasi inventarisasi keanekaragaman fauna mangrove. Selain itu, potensi keanekaragaman hayati yang dimiliki kawasan ini dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan modul ajar geografi berbasis lingkungan lokal.

2. Fauna Mangrove Banua Pangka

Inventarisasi fauna mangrove dilakukan untuk mengidentifikasi jenis fauna yang menghuni Kawasan Ekowisata Banua Pangka serta mengetahui sebarannya pada setiap lokasi pengamatan. Pengamatan dilaksanakan pada empat titik yang mewakili karakteristik habitat mangrove di kawasan penelitian sehingga diperoleh data yang lebih komprehensif mengenai komposisi fauna. Setiap titik pengamatan menghasilkan data mengenai nama ilmiah, klasifikasi taksonomi, dan jumlah individu dari masing-masing spesies yang ditemukan. Hasil inventarisasi fauna pada titik pengamatan pertama disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Pengamatan Titik 1

No	Nama Ilmiah	Kelas	Ordo	Family	Jumlah
1	<i>Aratus pisonii</i>	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	32
2	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	34
3	<i>Terebralia sulcata</i>	Gastropoda	Cerithiida	Potamididae	25
4	<i>Cerithidea alata</i>	Gastropoda	Cerithiida	Potamididae	31
5	<i>Nerita articulata</i>	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	1
Total					123

Pada titik pengamatan 1 yang terletak pada koordinat 02° 37.211' LS dan 120° 47.457' BT, tercatat data keanekaragaman fauna yang meliputi klasifikasi taksonomi serta jumlah individu dari setiap spesies yang ditemukan. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat 123

individu yang berasal dari lima spesies berbeda yang termasuk dalam kelas Malacostraca, Actinopterygii, dan Gastropoda. Secara umum, komunitas fauna pada titik pengamatan ini didominasi oleh ikan gelodok dan kelompok krustasea, yang mencerminkan kondisi habitat pesisir dan ekosistem mangrove yang masih mendukung keberadaan fauna khas wilayah tersebut. Hasil inventarisasi pada titik pengamatan berikutnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Lokasi Pengamatan Titik 2

No	Nama Ilmiah	Kelas	Ordo	Family	Jumlah
1	<i>Littoraria melanostoma</i>	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	2
2	<i>Nerita articulata</i>	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	22
3	<i>Terebralia sulcata</i>	Gastropoda	Cerithiida	Potamididae	1
4	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	47
5	<i>Aratus pisonii</i>	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	44
6	<i>Cerithidea alata</i>	Gastropoda	Cerithiida	Potamididae	25
7	<i>Tetragnatha montana</i>	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	1
8	<i>Emoia atrocostata</i>	Reptilia	Squamata	Scincidae	2
Total					144

Pada titik pengamatan 2 yang berada pada koordinat 02° 37.205' LS dan 120° 47.477' BT, diperoleh data keanekaragaman fauna yang mencakup klasifikasi taksonomi serta jumlah individu dari setiap spesies yang ditemukan. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat 144 individu yang tergolong ke dalam delapan spesies berbeda yang berasal dari kelas Gastropoda, Actinopterygii, Malacostraca, Arachnida, dan Reptilia. Secara umum, komunitas fauna pada titik pengamatan ini masih didominasi oleh ikan gelodok dan krustasea, namun dengan komposisi spesies yang lebih beragam, yang menunjukkan kondisi ekosistem mangrove yang mampu mendukung keberadaan berbagai kelompok fauna. Hasil inventarisasi pada titik pengamatan selanjutnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Lokasi Pengamatan Titik 3

No	Nama Ilmiah	Kelas	Ordo	Family	Jumlah
1	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	32
2	<i>Aratus pisonii</i>	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	38
3	<i>Terebralia sulcata</i>	Gastropoda	Cerithiida	Potamididae	3
4	<i>Huntsman spider</i>	Arachnida	Araneae	Sparassidae	1
5	<i>Littoraria melanostoma</i>	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	2
6	<i>Tetragnatha montana</i>	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	1
7	<i>Nerita articulata</i>	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	7
Total					84

Pada titik pengamatan 3 yang terletak pada koordinat 02° 37.193' LS dan 120° 47.491' BT, diperoleh data keanekaragaman fauna yang mencakup klasifikasi taksonomi serta jumlah individu dari setiap spesies yang ditemukan. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat 84 individu yang tergolong ke dalam tujuh spesies berbeda yang berasal dari kelas Malacostraca, Actinopterygii, Gastropoda, dan Arachnida. Secara umum, komunitas fauna pada titik pengamatan ini didominasi oleh kepiting pemanjat dan ikan gelodok, dengan kontribusi yang

cukup besar terhadap total jumlah individu yang ditemukan. Keberadaan gastropoda dan laba-laba, meskipun dalam jumlah yang lebih sedikit, menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di lokasi ini masih mampu menyediakan habitat yang mendukung kehidupan berbagai kelompok fauna dengan karakteristik ekologis yang berbeda. Adapun hasil pengamatan fauna pada titik pengamatan 4 disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Lokasi Pengamatan Titik 4

No	Nama Ilmiah	Kelas	Ordo	Family	Jumlah
1	<i>Littoraria scabra</i>	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	2
2	<i>Aratus pisonii</i>	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	30
3	<i>Littoraria melanostoma</i>	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	2
4	<i>Tetragnatha montana</i>	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	7
5	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>	Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	9
6	<i>Austruca annulipes</i> (Uca annulipes)	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	30
7	<i>Cerithideopsis alata</i> (Cerithidea alata)	Gastropoda	Caenogastropoda	Potamididae	25
8	<i>Tubuca crassipes</i> (Uca crassipes)	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	35
9	<i>Anthreptes malacensis</i>	Aves	Passeriformes	Nectariniidae	3
10	<i>Sparassidae</i> (Huntsman spider)	Arachnida	Araneae	Sparassidae	1
11	<i>Tubuca dussumieri</i>	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	6
12	<i>Treron fulvicollis</i>	Aves	Columbiformes	Columbidae	2
13	<i>Metasesarma aubryi</i>	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	27
14	<i>Nerita articulata</i>	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	25
15	<i>Tubuca crassipes</i> (Uca crassipes)	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	35
Total					204

Pada titik pengamatan 4 yang terletak pada koordinat 02° 37.161' LS dan 120° 47.535' BT, ditemukan tingkat keanekaragaman fauna tertinggi dibandingkan titik pengamatan lainnya. Hasil pengamatan mencatat sebanyak 204 individu yang terdiri atas 15 spesies dari kelas Malacostraca, Gastropoda, Arachnida, Actinopterygii, dan Aves. Secara umum, komunitas fauna pada titik ini didominasi oleh kepiting dan gastropoda, yang menunjukkan kondisi ekosistem mangrove yang kaya dan mendukung keberadaan berbagai jenis fauna.

3. Tingkat Keanekaragaman Fauna Mangrove Banua Pangka

Indeks ekologi seperti indeks keanekaragaman, kemerataan, dominasi, dan kekayaan jenis digunakan untuk melihat bagaimana sebaran individu, keseimbangan antarspesies, serta tingkat dominasi dalam suatu ekosistem. Melalui analisis indeks tersebut, kondisi struktur komunitas fauna dapat digambarkan secara lebih komprehensif. Dengan indeks-indeks ini, dapat menilai apakah ekosistem mangrove di Banua Pangka berada dalam kondisi stabil atau mengalami gangguan. Indeks keanekaragaman fauna tersebut disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Indeks Keanekaragaman (Ekologi) Fauna Mangrove Benua Pangka

Indeks Ekologi	Titik 1	Ket	Titik 2	Ket	Titik 3	Ket	Titik 4	Ket	Rata-Rata	Ket
Keanekaragaman (H')	1,42	Sedang	1,45	Sedang	1,25	Sedang	2,23	Sedang	1,59	Sedang
Kemerataan (E)	0,51	Cukup merata	0,52	Cukup merata	0,45	Tidak merata	0,80	Sangat merata	0,57	Cukup merata
Dominasi (C)	0,25	Tidak ada spesies dominan	0,25	Tidak ada spesies dominan	0,36	Tidak ada spesies dominan	0,12	Tidak ada spesies dominan	0,25	Tidak ada spesies dominan
Kekayaan Jenis (R)	3,12	Sedang	3,02	Sedang	3,39	Sedang	2,82	Sedang	3,09	Sedang

Berdasarkan Tabel 5, indeks ekologi fauna mangrove pada empat titik pengamatan menunjukkan kondisi ekosistem yang relatif stabil dengan tingkat keanekaragaman sedang. Nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 1,25–2,23 dengan rata-rata 1,59, sedangkan indeks kemerataan (E) berkisar 0,45–0,80 dengan rata-rata 0,57 yang menunjukkan distribusi individu antarspesies relatif merata. Indeks dominasi (C) memiliki nilai rendah, yaitu 0,12–0,36 dengan rata-rata 0,25, mengindikasikan tidak adanya spesies yang mendominasi secara signifikan. Sementara itu, indeks kekayaan jenis (R) berkisar antara 2,82–3,39 dengan rata-rata 3,09 yang termasuk kategori sedang. Secara keseluruhan, ekosistem mangrove di Banua Pangka memiliki tingkat keanekaragaman dan kekayaan jenis sedang, distribusi individu yang cukup merata, serta struktur komunitas yang relatif stabil.

4. Kelayakan Pengembangan Modul Ajar

a. Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan melalui analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis potensi lingkungan sebagai dasar pengembangan modul ajar berbasis fauna mangrove. Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran materi Persebaran Flora dan Fauna Indonesia di kelas XI masih didominasi penggunaan buku teks sehingga peserta didik belum memperoleh sumber belajar yang mengaitkan materi dengan potensi lingkungan lokal. Analisis kurikulum mengidentifikasi kesesuaian hasil penelitian dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) pada Kurikulum Merdeka, khususnya materi Persebaran Flora dan Fauna Indonesia yang menekankan pemahaman karakteristik keanekaragaman hayati dan hubungan antara kondisi lingkungan dengan persebaran organisme. Sementara itu, hasil analisis potensi lingkungan menunjukkan bahwa Kawasan Ekowisata Banua Pangka memiliki keanekaragaman fauna mangrove yang terdiri atas 555 individu dari 16 spesies dengan tingkat keanekaragaman sedang ($H' = 1,59$), sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dikembangkan modul ajar yang mengintegrasikan data hasil penelitian, dokumentasi lapangan, dan aktivitas pembelajaran berbasis lingkungan lokal agar peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna.

b. Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun kerangka modul berdasarkan hasil inventarisasi dan analisis keanekaragaman fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka. Penyusunan modul mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan

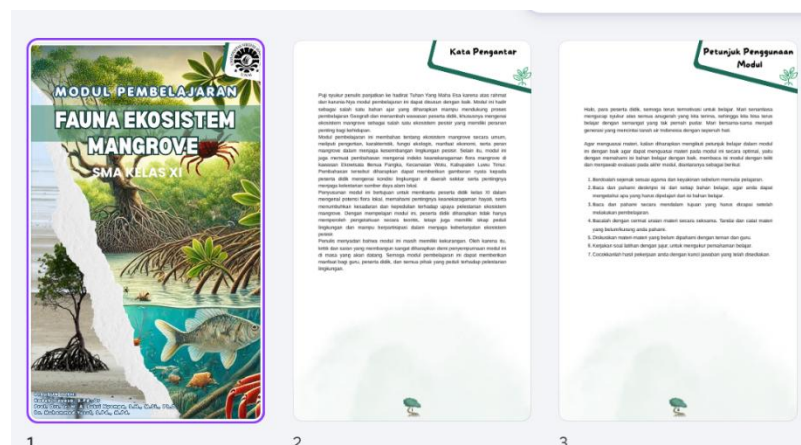
Pembelajaran (TP), serta Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) pada materi Persebaran Flora dan Fauna di Indonesia sesuai Kurikulum Merdeka. Materi disusun secara sistematis yang meliputi peta konsep, tujuan pembelajaran, uraian materi, aktivitas pembelajaran, lembar kerja peserta didik, evaluasi, refleksi, serta dokumentasi hasil penelitian untuk mendukung pembelajaran kontekstual. Pada tahap ini juga dirancang instrumen validasi yang digunakan untuk menilai kelayakan modul dari aspek isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan sebelum diimplementasikan pada peserta didik.

c. Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan, rancangan modul direalisasikan menjadi produk awal yang disusun berdasarkan hasil analisis dan perancangan. Pengembangan materi mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran Geografi fase F Kurikulum Merdeka, khususnya materi Persebaran Flora dan Fauna di Indonesia, dengan indikator pembelajaran meliputi kemampuan peserta didik mengidentifikasi karakteristik fauna mangrove, menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi persebaran fauna, serta menjelaskan keterkaitan antara kondisi ekosistem mangrove dengan persebaran fauna di Indonesia. Modul kemudian didesain secara menarik dengan memadukan materi, hasil penelitian, dokumentasi lapangan, gambar, dan aktivitas pembelajaran berbasis lingkungan sehingga mendukung pembelajaran yang kontekstual. Selanjutnya, produk divalidasi oleh ahli materi, ahli bahasa, dan praktisi pendidikan untuk menilai aspek isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan sebelum direvisi dan diujicobakan kepada peserta didik.

1) Pengembangan Modul Ajar

Tahap pengembangan dilakukan dengan menyusun draf I modul ajar menggunakan Canva berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Modul mengintegrasikan hasil penelitian keanekaragaman fauna mangrove di Ekowisata Banua Pangka ke dalam materi pembelajaran yang mencakup ekosistem mangrove, karakteristik fauna mangrove, data hasil penelitian, dokumentasi lapangan, dan aktivitas pembelajaran. Selanjutnya, draf I divalidasi oleh ahli materi, ahli bahasa, dan praktisi pendidikan untuk menilai kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar revisi sehingga menghasilkan draf II yang layak untuk diujicobakan kepada peserta didik. Pada gambar 1. dibawah ditampilkan proses akhir media yang disusun dimana peneliti telah menggabungkan semua komponen.



Gambar 2. Tampilan Modul Ajar



2) Validasi oleh Ahli Materi

Ahli materi dalam proses validasi materi pada modul pembelajaran Fauna Ekosistem Mangrove dilakukan oleh satu orang ahli materi, yaitu Amal, S.P., M.Si., Ph.D., dosen Universitas Negeri Makassar. Pemilihan beliau sebagai validator didasarkan pada keahlian dan pengalaman penelitiannya yang berfokus pada ekosistem mangrove, sehingga dinilai memiliki kompetensi yang sesuai untuk menilai kualitas materi yang disajikan dalam modul. Terdapat dua hal yang dinilai oleh ahli materi yaitu bagian kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Berdasarkan hasil penilaian ahli materi, diperoleh skor sebesar 78 dari skor maksimum 80 atau setara dengan persentase sebesar 97,5%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa modul berada pada kriteria valid dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ini mengindikasikan bahwa materi yang disajikan telah memenuhi aspek kelayakan isi dan penyajian sesuai dengan tujuan pengembangan modul. Oleh karena itu, modul dinyatakan layak untuk diujicobakan kepada peserta didik tanpa memerlukan revisi.

3) Validasi oleh Ahli Bahasa

Ahli Bahasa dalam proses validasi materi pada modul pembelajaran Fauna Ekosistem Mangrove dilakukan oleh satu orang ahli materi, yaitu Dedi Gunawan Saputra, S.Pd., M.M., M.Pd dosen Bahasa Indonesia di Universitas Negeri Makassar. Pemilihan beliau sebagai validator didasarkan pada keahlian dan pengalaman penelitiannya yang berfokus pada aspek kebahasaan sehingga dinilai memiliki kompetensi yang sesuai untuk menilai penggunaan bahasa Indonesia sesuai kaidah penulisan yang disajikan dalam modul. Penilaian ahli berfokus pada penyajian. Berdasarkan hasil penilaian ahli bahasa, diperoleh skor sebesar 39 dari skor maksimum 44 atau setara dengan persentase sebesar 88,64%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa modul berada pada kriteria valid dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ini mengindikasikan bahwa penggunaan bahasa dalam modul telah memenuhi aspek kebahasaan, baik dari segi ketepatan, kejelasan, maupun keterbacaan. Oleh karena itu, modul dinyatakan layak untuk diujicobakan kepada peserta didik tanpa memerlukan revisi.

4) Validasi oleh Praktisi Lapangan

Praktisi lapangan dalam proses validasi oleh praktisi pada modul pembelajaran Fauna Ekosistem Mangrove dilakukan oleh 4 orang, yaitu Abbas Hasmada, S.Pd, guru Geografi di SMAN 1 Bantaeng, Rahman, S.Pd.,Gr guru Geografi di SMAN 2 Polewali. La Opo La Udin, S.Pd.,Gr guru Geografi di SMAN 1 Pakue, dan Dian Frida Irdyanti, S.Pd., M.Pd.,Gr guru Geografi di SMAN 1 Pakue. Pemilihan keempat validator didasarkan pada keahlian dan pengalaman mengajar serta Lokasi sekolah yang dekat dengan daerah pesisir. Terdapat tiga hal yang dinilai oleh praktisi lapangan yaitu bagian kelayakan isi, kelayakan penyajian dan bahasa. Berdasarkan hasil penilaian praktisi lapangan, diperoleh skor sebesar 165 dari skor maksimum 176 atau setara dengan persentase sebesar 93,75%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa modul berada pada kriteria valid dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa modul telah memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan sehingga dinilai sesuai untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, modul dinyatakan layak untuk diujicobakan kepada peserta didik tanpa memerlukan revisi.

d. Tahap Implementasi (Uji coba kelompok kecil)

Tahapan ini dinilai sebagai tahapan evaluasi dengan tujuan untuk mendapatkan penilaian dari para pengguna yang selanjutnya akan direvisi. Uji coba terbatas dilakukan pada 15 peserta didik SMAS Golden Gate School. Bentuk evaluasi yang dilakukan adalah dengan melihat bagaimana respon pengguna terhadap modul yang telah dikembangkan. Hasil penilaian peserta didik dilihat melalui sebaran angket setelah mereka menggunakan modul tersebut. Setelah dikonversikan dengan nilai masing-masing peserta didik, diperoleh skor yang berkisar antara 41 hingga 43 dari skor maksimal 44. Total skor yang diperoleh dari seluruh peserta didik adalah 627 dari skor maksimal 660, sehingga diperoleh persentase rata-rata sebesar 95,0%. Persentase penilaian peserta didik secara individu berada pada rentang 93% hingga 98%. Masuk dalam kategori sangat layak dan dapat digunakan tanpa revisi maka sudah bisa diuji coba skala besar.

5. Efektivitas Materi Pembelajaran (Uji coba kelompok besar)

Pelaksanaan uji kelompok besar dilakukan untuk mengetahui efektivitas materi pembelajaran yang telah dikembangkan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Kegiatan uji coba ini dilaksanakan di SMAS Golden Gate School dengan melibatkan peserta didik sebagai subjek penelitian. Data yang diperoleh dari pelaksanaan pre-test dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kemampuan awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan berupa penggunaan materi pembelajaran yang dikembangkan. Hasil pengolahan data deskriptif pre-test disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengolahan data deskriptif pre-test

No	Kriteria Data	Pre-Test
1	Jumlah Data	32,00
2	Mean	72,31
3	Modus	68,00
4	Median	73,00
5	Standar Deviasi	12,81
6	Nilai Tertinggi	93,00
7	Nilai Terendah	40,00

(Sumber: Hasil olah data SPSS Ver. 25)

Berdasarkan Tabel 6, hasil pre-test terhadap 32 peserta didik menunjukkan nilai rata-rata sebesar 72,31 dengan rentang nilai 40,00–93,00. Nilai median dan modus masing-masing sebesar 73,00 dan 68,00, sedangkan standar deviasi sebesar 12,81 menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik sebelum menggunakan modul fauna ekosistem mangrove cukup beragam. Perbedaan nilai yang cukup lebar mengindikasikan adanya variasi tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi sebelum pembelajaran menggunakan modul dilakukan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian peserta didik telah memiliki pengetahuan awal yang baik, sementara sebagian lainnya masih memerlukan penguatan konsep terkait fauna ekosistem mangrove.

Tabel 7. Hasil pengolahan data deskriptif pre-test

No	Kriteria Data	Post-Test
1	Jumlah Data	32,00

2	Mean	83,96
3	Modus	80,00
4	Median	85,00
5	Standar Deviasi	6,70
6	Nilai Tertinggi	97,00
7	Nilai Terendah	72,00

(Sumber: Hasil olah data SPSS Ver. 25)

Berdasarkan Tabel 7, hasil post-test menunjukkan peningkatan kemampuan peserta didik setelah menggunakan modul fauna ekosistem mangrove. Nilai rata-rata mencapai 83,96 dengan rentang nilai 72,00–97,00, sedangkan nilai median sebesar 85,00 dan modus 80,00 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik memperoleh nilai di atas 80. Standar deviasi sebesar 6,70 mengindikasikan bahwa hasil belajar peserta didik relatif merata dan berada pada kategori baik setelah penggunaan modul pembelajaran. Untuk memastikan bahwa data hasil belajar memenuhi asumsi statistik sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut, dilakukan analisis uji normalitas yang hasilnya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis uji normalitas

Tests of Normality			
Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.
PreTes	,958	32	,244
PostTes	,943	32	,092

(Sumber: Hasil olah data SPSS ver. 25)

Berdasarkan Tabel 8, nilai signifikansi data pre-test sebesar 0,244 dan post-test sebesar 0,092, sehingga kedua data dinyatakan terdistribusi normal karena memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi normalitas sehingga layak digunakan untuk analisis statistik parametrik. Oleh karena itu, dilakukan uji paired sample t-test untuk mengetahui perbedaan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan modul fauna ekosistem mangrove. Hasil analisis paired sample t-test disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil analisis paired sample test (t-test)

Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
PreTes	-	8,05469	1,42388	-	-	-	31	,000
PostTes	11,65625			14,56028	8,75222	8,186		

(Sumber: Hasil olah data SPSS ver. 25)

Hasil uji paired sample t-test pada Tabel 9 menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 ($<0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test peserta didik. Rata-rata nilai meningkat sebesar 11,66 poin setelah penggunaan modul Fauna Ekosistem Mangrove, dengan nilai t hitung sebesar -8,186 yang menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa

penggunaan modul yang dikembangkan memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi fauna ekosistem mangrove. Untuk mengetahui tingkat efektivitas peningkatan hasil belajar secara lebih rinci, dilakukan analisis nilai gain yang hasilnya disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Gain

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Skor	32	0,00	,75	,3914	,16378
Ngain_Persen	32	0,00	75,00	39,1395	16,37822
Valid N (listwise)	32				

(Sumber: Hasil olah data SPSS ver. 25)

Berdasarkan tabel 10. N-Gain score 0,39, mengacu pada kriteria N-Gain, nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang karena berada pada rentang $0,30 < \text{N-Gain} < 0,70$. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan modul Fauna Ekosistem Mangrove mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan tingkat efektivitas yang cukup baik. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa modul yang dikembangkan dapat mendukung proses pembelajaran secara lebih optimal serta membantu peserta didik memahami materi Persebaran Flora dan Fauna di Indonesia melalui pendekatan yang kontekstual berbasis lingkungan lokal.

Pembahasan

1. Indeks keanekaragaman fauna di Banua Pangka

Berdasarkan hasil penelitian di Kawasan Ekowisata Banua Pangka, ditemukan sebanyak 555 individu yang terdiri atas 16 spesies yang tergolong ke dalam enam kelas fauna, yaitu *Malacostraca*, *Gastropoda*, *Actinopterygii*, *Arachnida*, *Aves*, dan *Reptilia*. Secara spasial, jumlah individu dan kekayaan spesies menunjukkan variasi pada setiap titik pengamatan. Titik pengamatan 4 memiliki kelimpahan fauna tertinggi dengan 204 individu yang terdiri atas 15 spesies, sedangkan titik pengamatan 3 memiliki kelimpahan terendah, yaitu 84 individu yang terdiri atas 7 spesies. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kondisi habitat pada setiap titik pengamatan memberikan pengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Banua Pangka. Tingginya kelimpahan pada Titik 4 diduga berkaitan dengan tingginya keragaman vegetasi mangrove, termasuk keberadaan nipah serta struktur habitat yang lebih kompleks yang mendukung ketersediaan pakan dan tempat hidup fauna. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa karakteristik vegetasi mangrove berpengaruh terhadap kepadatan dan keanekaragaman fauna (Sipayung & Poedjirahajoe, 2021; Abubakar et al., 2021).

Kelompok fauna yang paling dominan adalah *Malacostraca*, terutama kepiting *Aratus pisonii* dengan total 144 individu, yang menunjukkan bahwa substrat mangrove Benua Pangka kaya akan bahan organik yang mendukung kehidupan fauna bentik. Selain itu, *Gastropoda* juga ditemukan cukup melimpah, seperti *Cerithidea alata*, *Nerita articulata*, dan *Terebralia sulcata*, yang umumnya hidup pada substrat berlumpur kaya bahan organik dan sering digunakan sebagai indikator kualitas habitat mangrove yang baik (Abubakar et al., 2021; Soi et al., 2025). Ikan gelodok (*Periophthalmus argentilineatus*) juga ditemukan dalam jumlah tinggi (122 individu), yang mengindikasikan kondisi ekosistem masih baik karena spesies ini sensitif



terhadap perubahan lingkungan dan mencerminkan kualitas habitat mangrove yang relatif stabil (Amalia & Budijastuti, 2022).

Hasil analisis indeks ekologis menunjukkan nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 1,59 yang termasuk kategori sedang, dengan kemerataan (E) sebesar 0,57 dan dominasi (C) sebesar 0,25 yang menunjukkan komunitas relatif stabil tanpa dominasi spesies tertentu (Sipayung, et al., 2025). Indeks kekayaan jenis (R) sebesar 3,09 juga menunjukkan tingkat kekayaan spesies yang sedang. Kondisi ini didukung oleh keberagaman vegetasi mangrove seperti *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia marina*, dan *Nypa fruticans* yang menyediakan habitat dan sumber pakan bagi berbagai fauna (Rofi'i, et al, 2021). Namun demikian, nilai keanekaragaman yang berada pada kategori sedang juga dapat dipengaruhi oleh adanya tekanan lingkungan seperti keberadaan sampah dan limbah rumah tangga di lokasi penelitian (Annisa et al., 2025).

2. Kelayakan Pengembangan Modul Ajar

Pengembangan modul ajar fauna ekosistem mangrove menggunakan model ADDIE yang terdiri atas tahap analisis (analysis), perancangan (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan evaluasi (evaluation). Model ini dipilih karena bersifat sistematis dan memungkinkan revisi bertahap sehingga menghasilkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Modul yang dikembangkan mengintegrasikan hasil penelitian keanekaragaman fauna mangrove di Kawasan Ekowisata Benua Pangka sebagai sumber belajar kontekstual yang memperkuat relevansi materi dengan lingkungan sekitar (Andira et al., 2021).

Hasil validasi ahli materi menunjukkan skor 78 dari 80 dengan persentase 97,5% (kategori sangat layak), setelah melalui dua kali revisi terutama pada aspek keakuratan konsep, fakta, dan data penelitian. Validator menilai bahwa materi telah sesuai capaian pembelajaran serta didukung data ilmiah yang valid. Validasi ahli bahasa juga memperoleh persentase 88,64% (sangat layak), yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa sudah sesuai kaidah, komunikatif, dan mudah dipahami. Perbaikan dilakukan melalui penyederhanaan kalimat, pengurangan diksi berlebihan, serta penambahan kata penghubung agar alur materi lebih runtut.

Penilaian praktisi lapangan yang melibatkan empat guru geografi menunjukkan hasil sangat layak, dengan persentase 95,63% pada aspek materi dan penyajian serta 93,75% pada aspek bahasa. Uji coba kelompok kecil terhadap 15 peserta didik juga memperoleh respons sangat baik dengan persentase 95,0%, di mana modul dinilai mudah dipahami, menarik, dan membantu pemahaman melalui visualisasi data lapangan. Aktivitas pembelajaran dalam modul turut meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam menganalisis lingkungan sekitar. Secara keseluruhan, hasil validasi ahli, praktisi, dan peserta didik menunjukkan bahwa modul sangat layak digunakan serta mampu menciptakan pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan pesisir (Nisa et al., 2025)

3. Efektivitas Materi Pembelajaran

Pengujian efektivitas modul pembelajaran fauna ekosistem mangrove dilakukan dengan membandingkan hasil belajar sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) pada 32 peserta didik. Hasil analisis deskriptif menunjukkan rata-rata pre-test sebesar 72,31 dan meningkat menjadi 83,96 pada post-test, dengan selisih peningkatan 11,65 poin. Nilai terendah juga meningkat dari 40 menjadi 72, yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada peserta didik dengan kemampuan awal rendah. Selain itu, standar deviasi menurun dari 12,81 menjadi 6,70 yang menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik menjadi lebih merata setelah pembelajaran



menggunakan modul. Hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi 0,244 (pre-test) dan 0,092 (post-test), sehingga memenuhi syarat untuk uji parametrik. Selanjutnya, uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara hasil pre-test dan post-test, sehingga penggunaan modul terbukti berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahmi et al., 2023) yang menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis potensi lokal memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis dan sikap peduli lingkungan peserta didik, dengan hasil uji statistik t hitung sebesar 9,708 yang menandakan adanya perbedaan nyata setelah pembelajaran. Penelitian lain oleh (Nisa et al., 2025) juga menyatakan bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal mampu meningkatkan partisipasi, motivasi, serta pemahaman peserta didik karena materi lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari, sekaligus menumbuhkan rasa bangga terhadap lingkungan dan kearifan lokal. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga memperkuat keterlibatan dan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitarnya.

Hasil uji N-Gain menunjukkan nilai rata-rata 0,39 yang berada pada kategori sedang, menandakan bahwa modul memiliki efektivitas yang cukup baik dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Capaian ini dipengaruhi oleh kemampuan awal peserta didik yang sudah cukup tinggi, terlihat dari rata-rata pre-test sebesar 72,31, sehingga ruang peningkatan menjadi lebih terbatas. Selain itu, durasi penggunaan modul yang relatif singkat juga dapat memengaruhi besarnya peningkatan hasil belajar. Meskipun demikian, nilai N-Gain tersebut tetap menunjukkan bahwa modul mampu memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran fauna ekosistem mangrove efektif digunakan dalam proses pembelajaran, yang dibuktikan oleh peningkatan hasil belajar, perbedaan signifikan pada uji t, serta nilai N-Gain kategori sedang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kawasan Ekowisata Banua Pangka memiliki potensi keanekaragaman fauna mangrove yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar geografi berbasis lingkungan lokal. Ekosistem mangrove di kawasan tersebut memiliki tingkat keanekaragaman fauna pada kategori sedang yang mencerminkan kondisi ekologi yang relatif stabil dan masih mendukung keberadaan berbagai kelompok fauna. Berdasarkan hasil pengembangan, modul ajar berbasis fauna mangrove dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar geografi karena memenuhi kriteria valid berdasarkan penilaian ahli, praktisi, dan respons peserta didik. Selain itu, penggunaan modul dalam pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik, sehingga menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis potensi lokal dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna.

Penelitian ini memberikan implikasi bahwa integrasi hasil penelitian keanekaragaman hayati lokal ke dalam bahan ajar dapat mendukung pembelajaran geografi yang lebih relevan dengan lingkungan sekitar peserta didik. Modul berbasis fauna mangrove dapat menjadi alternatif sumber belajar untuk memperkuat pemahaman konsep, literasi lingkungan, dan kesadaran konservasi peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan bahan ajar berbasis potensi lokal pada materi geografi lainnya serta menguji implementasinya pada cakupan sekolah dan karakteristik peserta didik yang lebih beragam. Selain itu, pengembangan modul yang terintegrasi dengan kegiatan observasi lapangan maupun teknologi



digital dapat menjadi peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran geografi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S., Abdul Kadir, M., Pertiwi, R. T. A., Rina, Subur, R., Sunarti, Yuyun Abubakar, Susanto, A. N., & Fadel, A. H. (2021). Fauna biodiversity as indicator of mangrove forest health on Moti Island, Moti District, Ternate City. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 974–982. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i3.3009>
- Adilah, N. A., Hardiansyah, H & Amintarti, S. (2022). Pengembangan E-Modul Konsep Keanekaragaman Hayati Tentang Sonneratia Caseolaris Kawasan Mangrove Rambai Center. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(5):7029–41. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i5.3504>
- Akram, H., Hussain, S., Mazumdar, P., Chua, K. O., Butt, T. E., & Harikrishna, J. A. (2023). Mangrove health: A review of functions, threats, and challenges associated with mangrove management practices. *Forests*, 14(9), 1698. <https://doi.org/10.3390/f14091698>
- Amalia, P. R., & Budjiastuti, W. (2022). Morphometry of Mudskipper Fish (Family Gobiidae) in Mangrove Wonorejo Surabaya. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 457–472. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/17395>
- Andira, N., Noorhidayati, N., & Riefani, M. K. (2021). Kelayakan buku panduan lapangan “keanekaragaman pohon di lingkungan kampus Universitas Lambung Mangkurat” sebagai sumber belajar mandiri konsep keanekaragaman hayati. *Wahana-Bio: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 13(1), 19–30. <https://dx.doi.org/10.20527/wb.v13i1.11318>
- Annisa, E., Anjani, A., Nurhasanah, N., Setiyowati, R. P., Cantika, A., Jannah, A. N., Yoga, I. K. A. D., Putri, M. K., Priadi, M. A., & Priyambodo, P. (2025). Indeks dominansi, keanekaragaman, dan pemerataan makrofauna di Bukit Umbul Kunci, Pesawaran, Lampung. *Haumeni Journal of Education*, 5(3), 197–212. <https://doi.org/10.35508/haumeni.v5i3.26327>
- Auliansyah, Kusumastanto, T., Sadelie, A., Aprianti, Y., Sulindrana, A., & Nurfadillah. (2020). Valuasi ekonomi dan penilaian kerusakan kawasan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar. *Inovasi*, 16(1), 72–83. <https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/INOVASI/article/view/7331/993>
- Basyuni, M., Sasmito, S. D., Analuddin, K., Ulqodry, T. Z., Saragi-Sasmito, M. F., Eddy, S., & Milantara, N. (2022). Mangrove biodiversity, conservation and roles for livelihoods in Indonesia. In S. C. Das, Pullaiah, & E. C. Ashton (Eds.), *Mangroves: Biodiversity, livelihoods and conservation* (pp. 397–445). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_16
- Bismark, M. (2011). *Prosedur operasi standar (SOP) untuk survei keragaman jenis pada kawasan konservasi* (Laporan Teknis No. 13). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan, bekerja sama dengan International Tropical Timber Organization (ITTO).
- Eyzaguirre, I. A., Iwama, A. Y., & Fernandes, M. E. (2023). Integrating a conceptual framework for the sustainable development goals in the mangrove ecosystem: A systematic review. *Environmental Development*, 47, 100895.



- <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100895>
- Nisa, K., Viani, A., Zainuri, A., & Zahra, F. F. (2025). Konsep kearifan lokal dan ilmu pengetahuan penggunaan materi berbasis lokal kurikulum berbasis cinta pada madrasah ibtidaiyah. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(6), 4552–4561. <http://indojournal.com/index.php/jejakdigital/article/view/1326>
- Schaduw, J. N. W., Tallei, T. E., & Sumilat, D. A. (2024). Mangrove health index, community structure and canopy cover in small islands of Bunaken National Park, Indonesia: Insights into dominant mangrove species and overall mangrove condition. *Tropical Life Sciences Research*, 35(2). <https://doi.org/10.21315/tlsr2024.35.2.9>
- Rahman, Lokollo, F. F., Manuputty, G. D., Hukubun, R. D., Krisye, Maryono, ... & Wardiatno, Y. (2024). A review on the biodiversity and conservation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity and Conservation*, 33(3), 875-903. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02767-9>
- Rahmi, M., Nurhidayati, S., & Samsuri, T. (2023). Pengaruh bahan ajar berbasis potensi lokal terhadap kemampuan berpikir kritis dan sikap peduli lingkungan siswa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 685–695. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.7692>
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., & Marsono, D. (2021). Keanekaragaman dan Pola Sebaran Jenis Mangrove di SPTN Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(3), 210–222. <https://doi.org/10.21107/jk.v14i3.9293>
- Rusmayadi, G., Zulfikhar, R., Sutiharni, S., & Tuhumena, V. (2024). Analysis of mangrove ecosystems and number of plants on air pollution reduction by mangrove plants. *West Science Agro*, 2(1), 1–9. <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/34558>
- Sipayung, P. P., Afu, L. O. A., & Rahmadani, R. (2025). Ecological index and distribution of sponges (Porifera) in the waters of Labuan Beropa Village, South Konawe. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(3). <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i3.9950>
- Sipayung, R. H., & Poedjirahajoe, E. (2021) Pengaruh Karakteristik Habitat Mangrove terhadap Kepadatan Kepiting (*Scylla Serrata*) di Pantai Utara Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Tambora*, 5 (2): 21-30. <https://doi.org/10.36761/jt.v5i2.1113>
- Soi, R., Utina, R., & Hamidun, M. S. (2025). Analisis habitat kepiting berdasarkan tegakan mangrove di Desa Dudepo, Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 7(1), 16–21. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/edubiosfer/article/view/27585>
- Safitri, M., & Aziz, M. R. (2022). ADDIE, sebuah model untuk pengembangan multimedia learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(2), 51–59. <https://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jpd/article/view/2237>
- Mahmudin, M., Sakaria, F. S., & Veranika, V. (2022). Dampak perluasan lahan tambak terhadap keanekaragaman makrozoobenthos di ekosistem mangrove. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 546–552. <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.546-552>
- Zulhalifah, Z., Idrus, A. A. ., & Syukur, A. . (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Ekosistem Mangrove Sebagai Media Pembelajaran di Wilayah Pesisir Selatan Lombok Timur. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 928–934. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.689>