

PENGEMBANGAN E-MODUL BIOLOGI BERBASIS *INDIGENOUS KNOWLEDGE* SUKU DAYAK KENYAH PADA MATERI INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI

**Muhammad Arya Nanda¹, Dora Dayu Rahma Turista^{2*}, Akhmad³,
& Zenia Lutfi Kurniawati⁴**

^{1,2,3,&4}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Mulawarman, Jalan Kuaro, Samarinda, Kalimantan Timur 75119,
Indonesia

*Email: doraturistaofficial@gmail.com

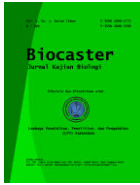
Submit: 11-07-2025; Revised: 20-07-2025; Accepted: 21-07-2025; Published: 31-07-2025

ABSTRAK: Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan telah mendorong inovasi bahan ajar, salah satunya pengembangan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* untuk menyelaraskan pengetahuan dengan budaya serta lingkungan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menilai kelayakan E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada materi Inovasi Teknologi Biologi di SMA IT Granada Samarinda. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) yang dalam penelitian ini dilaksanakan hingga tahap *Develop*. Subjek penelitian meliputi satu guru Biologi, 23 peserta didik kelas XA1 di SMA IT Granada Samarinda, dan lima informan budaya Dayak Kenyah di Desa Budaya Pampang. Instrumen pengumpulan data berupa wawancara, angket, dan lembar validasi yang dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil validasi menunjukkan kelayakan E-Modul dari aspek materi sebesar 91% dan media 82%. Respons siswa pada uji coba kelompok kecil dan kelompok besar masing-masing mencapai 80,50% dan 85,21% yang dikategorikan sangat layak. Temuan menunjukkan bahwa pengintegrasian *Indigenous Knowledge* ke dalam E-Modul mendukung pembelajaran Biologi yang lebih kontekstual dan menarik. Penelitian ini merekomendasikan eksplorasi lebih lanjut terhadap potensi pengetahuan lokal sebagai sumber inovatif dalam pengembangan media pembelajaran digital.

Kata Kunci: E-Modul, *Indigenous Knowledge*, Inovasi Teknologi Biologi, R&D, Suku Dayak Kenyah.

ABSTRACT: The use of technology in education has encouraged innovation in teaching materials, one of which is the development of *Indigenous Knowledge*-based E-Modules to align knowledge with the surrounding culture and environment. This study aims to develop and assess the feasibility of a Biology E-Module based on *Indigenous Knowledge* of the Dayak Kenyah Tribe on the subject of Biology Technology Innovation at SMA IT Granada Samarinda. The type of research used is *Research and Development* (R&D) with the 4D model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) which in this study was carried out up to the *Develop* stage. The research subjects included one Biology teacher, 23 students of class XA1 at SMA IT Granada Samarinda, and five Dayak Kenyah cultural informants in Pampang Cultural Village. Data collection instruments were in the form of interviews, questionnaires, and validation sheets which were analyzed qualitatively and quantitatively. The validation results showed the feasibility of the E-Module from the material aspect of 91% and media 82%. Student responses in small group and large group trials reached 80.50% and 85.21%, respectively, which were categorized as very feasible. The findings indicate that integrating *Indigenous Knowledge* into E-Modules supports more contextual and engaging Biology learning. This study recommends further exploration of the potential of local knowledge as an innovative resource in the development of digital learning media.

Keywords: E-Modules, *Indigenous Knowledge*, Biological Technology Innovation, R&D, Dayak Kenyah Tribe.



How to Cite: Nanda, M. A., Turista, D. D. R., Akhmad, A., & Kurniawati, Z. L. (2025). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada Materi Inovasi Teknologi Biologi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 5(3), 482-496. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v5i3.572>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

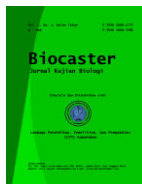
PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi dan ilmu pengetahuan pada era globalisasi telah memacu inovasi dalam dunia pendidikan, salah satunya adalah munculnya E-Modul sebagai alternatif bahan ajar yang lebih interaktif dibandingkan modul cetak konvensional. Taktik untuk meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap modul adalah dengan membuat modul dalam format digital yang berfungsi sebagai media interaktif. Namun, masih sedikit guru yang mengembangkan sumber belajar secara mandiri (Delita *et al.*, 2022; Safitri & Hamimi, 2023; Sukmayanti *et al.*, 2024).

E-Modul adalah buku digital yang dapat digunakan kapan saja oleh murid. Sebaiknya, di sekolah bahan ajar disesuaikan terhadap kemajuan teknologi saat ini dengan mengubahnya ke format digital. Hal ini membuat informasi lebih mudah diakses, tampilan lebih menarik, dan mengurangi penggunaan kertas dibandingkan bahan ajar dalam bentuk cetak (Aqil *et al.*, 2022). Sebagian besar peserta didik sekolah menengah sudah memiliki perangkat elektronik yang mendukung pembelajaran berbasis elektronik. Sebanyak 71,3% memiliki *smartphone*, 27,7% memiliki komputer atau tablet, dan hanya 1% yang tidak memiliki perangkat elektronik sama sekali. Dengan semakin banyaknya peserta didik yang memiliki perangkat ini, peluang untuk menggunakan E-Modul dalam pembelajaran menjadi semakin besar (Bahri *et al.*, 2021).

Pengetahuan lokal (*Indigenous Knowledge*) merupakan wawasan yang berasal dari lingkungan tempat peserta didik tinggal dan budaya. Mengintegrasikan *Indigenous Knowledge* (IK) ke dalam proses pembelajaran bertujuan untuk menjadikan materi lebih relevan dengan budaya serta kehidupan sehari-hari (Apsari & Novika, 2023). Indonesia dikenal sebagai negara dengan keragaman suku yang menjadi cerminan budaya bangsa. Masing-masing etnis memiliki keunikan dalam menjalani kehidupan sehari-hari (Nurislaminingsih *et al.*, 2022). Suku Dayak Kenyah merupakan salah satu suku yang masih menjaga prinsip-prinsip budaya lokal mereka, sehingga menjadi tantangan bagi pendidik di Kalimantan, khususnya Kalimantan Timur, untuk mengeksplorasi pengetahuan lokal (*Indigenous Knowledge*) dari suku tersebut yang dapat diimplementasikan dalam proses belajar Biologi. Namun, *Indigenous Knowledge* tidak semuanya dapat dihubungkan dengan Biologi, karena ada tradisi yang lebih relevan dengan bidang lain, dan sebagian di antaranya tidak bisa dijelaskan secara ilmiah. Sejalan dengan studi Muchsin *et al.* (2023), bahwa sains dan pengetahuan tidak sepenuhnya mampu menjelaskan setiap fenomena yang ada.

Pengembangan E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah dapat menjadi solusi pembelajaran yang inovatif di era digital saat



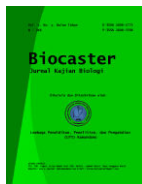
ini. Namun, penggunaan E-Modul jarang digunakan di sekolah, terutama dalam pembelajaran Biologi dikarenakan guru kesulitan mengimplementasikan E-Modul karena keterbatasan penguasaan teknologi (Kuncahyono & Aini, 2020). Oleh karena itu, guru harus mampu memanfaatkan E-Modul dalam proses pembelajaran agar dapat membuat siswa tertarik dan memiliki motivasi yang tinggi dalam pembelajaran. Salah satu mata pelajaran yang sangat cocok mengimplementasikan E-Modul dalam kegiatan belajar-mengajar adalah Biologi. Hal ini karena materinya sering kali bersifat abstrak, sehingga sulit dimengerti jika hanya menggunakan gambar diam atau teks. Dengan bantuan teknologi digital, E-Modul tidak hanya mengadopsi elemen dari modul cetak, tetapi juga menyajikan teks, gambar, model interaktif, video, hingga animasi yang memudahkan peserta didik memahami proses dan struktur biologis (Sofiana *et al.*, 2023; Usman, 2024; Zinnurain, 2021). Hal ini dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran serta menjawab tantangan pendidikan di era transformasi digital. Transformasi ini merupakan kemajuan dalam metode *e-learning* yang saat ini sering digunakan (Yazid *et al.*, 2023).

Observasi awal yang dilakukan peneliti di SMA IT Granada Samarinda menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih mengandalkan buku teks konvensional, dengan minimnya pemanfaatan E-Modul dan belum adanya integrasi *Indigenous Knowledge* dalam materi Biologi. Siswa mengalami kendala dalam memahami konsep abstrak, karena keterbatasan media yang tersedia. Oleh karena itu, diperlukan inovasi bahan ajar berupa E-Modul Biologi terintegrasi *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah, khususnya pada materi Inovasi Teknologi Biologi yang dapat menjembatani kesenjangan antara materi ajar dengan realitas sosial-budaya siswa.

Berdasarkan kajian literatur, pengembangan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* dari Suku Dayak Kenyah pada materi ini masih jarang dikaji, sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam bidang pengembangan bahan ajar berbasis pengetahuan lokal dan teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan E-Modul Biologi terintegrasi *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah melalui validasi materi, media, serta respons peserta didik terhadap implementasi E-Modul dalam pembelajaran.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan model 4D yang bertujuan menciptakan suatu produk dan kemudian menguji seberapa efektif produk tersebut (Salsabila *et al.*, 2023). Proses yang dilakukan meliputi *Define*, *Design*, dan *Develop*. Namun, tahap *Disseminate* tidak dilakukan disebabkan tujuan penelitian sudah tercapai, yaitu telah dinilai kelayakannya untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Sampel masyarakat Suku Dayak Kenyah berjumlah 5 orang dan siswa kelas XA1 sebagai responden uji coba terbatas berjumlah 23 orang. Teknik pengambilan sampel yaitu metode *Purposive Sampling* yang dipilih berdasarkan pertimbangan umur yang berkisar antara 50-80 tahun dan pemahaman mengenai kebudayaan yang dimiliki oleh Suku Dayak Kenyah, sedangkan untuk kelas XA1 dipilih dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut



merupakan kelas X semester genap dan telah menerima materi Inovasi Teknologi Biologi (Lenaini, 2021). Teknik pengumpulan data, yaitu wawancara, lembar validasi, dan angket respons. Instrumen penelitian, yaitu angket analisis peserta didik, lembar validasi ahli materi/media, dan angket respons peserta didik. Prosedur penelitian pengembangan model 4D menurut Thiagarajan *et al.* (1974) dalam Saputri *et al.* (2020) yang disesuaikan dengan penelitian pengembangan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah adalah sebagai berikut:

Pendefinisian (*Define*)

Menelaah permasalahan yang dapat dijadikan latar belakang penelitian yang terdiri atas: 1) analisis awal-akhir, dilaksanakan dengan wawancara tidak terstruktur dengan guru Biologi terkait proses dan sumber belajar Biologi serta kendala dalam proses belajar; 2) analisis peserta didik, diberikan dalam bentuk *Google Form* dengan 37 pernyataan untuk mengetahui karakteristik peserta didik agar E-Modul sesuai dengan yang diharapkan; dan 3) analisis konsep, dilaksanakan dengan wawancara tidak terstruktur kepada masyarakat Suku Dayak Kenyah di Desa Budaya Pampang terkait *Indigenous Knowledge* tentang makanan fermentasi, dan kepada guru biologi untuk menentukan konsep utama yang akan diajarkan, mengaturnya secara terstruktur, serta memilih submateri yang relevan.

Perancangan (*Design*)

Dilakukan proses penyusunan E-Modul Biologi yang mengintegrasikan pengetahuan lokal dari Suku Dayak Kenyah ke dalam materi, sehingga menghasilkan sebuah prototipe produk.

Pengembangan (*Development*)

Dilakukan validasi oleh ahli untuk memberikan masukan menggunakan lembar validasi, serta uji coba terbatas untuk mengetahui respons pengguna terhadap produk yang dibuat. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa hasil observasi dan wawancara dari masyarakat Suku Dayak Kenyah dan guru Biologi, serta hasil validasi E-Modul, masukan dari validator, serta tanggapan peserta didik. Sementara itu, analisis kuantitatif digunakan untuk menjelaskan hasil pengembangan produk. Hasil angket analisis peserta didik dianalisis dengan menghitung skor penilaian yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert untuk Angket Analisis Peserta Didik.

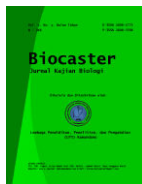
Kriteria	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

(Sumber: Kartika *et al.*, 2022).

Hasil angket analisis peserta didik dianalisis menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ Interpretasi skor} = \frac{\sum \text{ skor perolehan}}{\sum \text{ skor maksimum}} \times 100\%$$

(Sumber: Kartika *et al.*, 2022).



Setelah diperoleh persentase skor, langkah selanjutnya adalah mengukur interpretasi skor. Hasil angket analisis peserta didik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skala Likert Angket Analisis Peserta Didik.

Persentase (%)	Skor
80-100	Sangat Setuju
66-79	Setuju
56-65	Kurang Setuju
0-55	Tidak Setuju

(Sumber: Kartika *et al.*, 2022).

Hasil validasi oleh ahli dan angket respon peserta didik dianalisis dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Skala Likert untuk Validasi E-Modul.

Kriteria	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

(Sumber: Arikunto, 2018).

Setelah memperoleh presentase skor dengan rumus yang sama pada angket analisis peserta didik. Hasil validasi E-Modul oleh validator dan respon siswa dikategorikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi Skala Likert Validasi E-Modul dan Respon Siswa.

Persentase (%)	Interpretasi
80-100	Sangat Layak
66-79	Layak
56-65	Kurang Layak
0-55	Tidak Layak

(Sumber: Kartika *et al.*, 2022).

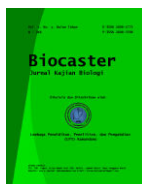
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa E-Modul pada materi Inovasi Teknologi Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah untuk Tingkat SMA/MA kelas X dengan menggunakan model pengembangan 4D. Hasil dari tiap tahapan dalam model 4D dijabarkan sebagai berikut:

Pendefinisian (*Define*)

Analisis Awal-Akhir

Hasil wawancara dengan guru Biologi di SMA IT Granada Samarinda menunjukkan bahwa kurikulum yang digunakan untuk kelas X adalah Kurikulum Merdeka, sementara kelas XI dan XII masih menggunakan Kurikulum 2013. Guru mengungkapkan bahwa tidak semua peserta didik mampu menghubungkan materi Biologi dengan kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku cetak, dan belum tersedia E-Modul yang terintegrasi dengan *Indigenous Knowledge*. Temuan ini menunjukkan perlunya pengembangan E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* sebagai variasi



bahan ajar yang lebih kontekstual dan bermakna. Ketika materi Biologi dikaitkan dengan lingkungan sekitar, seperti pemanfaatan makanan fermentasi oleh masyarakat Suku Dayak Kenyah, peserta didik akan lebih mudah memahami konsep biologis secara konkret. Lubis & Sapitri (2025) menyatakan bahwa, integrasi budaya lokal dalam pembelajaran Biologi merupakan salah satu pendekatan kontekstual yang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi, sekaligus berperan dalam pelestarian kearifan lokal. Pengembangan E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* juga sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran bermakna, relevan dengan konteks peserta didik, serta mendukung pembentukan Profil Pelajar Pancasila (Ekaputri *et al.*, 2024). Dengan demikian, E-Modul Biologi terintegrasi *Indigenous Knowledge* tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana pelestarian budaya dan penguatan identitas lokal dalam sistem pendidikan.

Analisis Peserta Didik

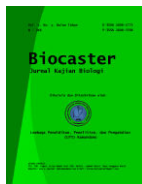
Tabel 5. Hasil Angket Analisis Peserta Didik.

No.	Indikator	Persentase	Kategori
1	Kurikulum yang digunakan sekolah	91%	Sangat Setuju
2	Proses pembelajaran Biologi	76%	Setuju
3	Motivasi, pemahaman, ataupun kendala dalam pembelajaran Biologi	75%	Setuju
4	Penggunaan bahan ajar utama atau tambahan yang disediakan oleh sekolah	69%	Setuju
5	Penggunaan bahan ajar elektronik	72%	Setuju
6	Kebutuhan bahan ajar	84%	Sangat Setuju
7	Bahan ajar berbasis <i>Indigenous Knowledge</i>	67%	Setuju
8	Penggunaan teknologi internet	89%	Sangat Setuju
9	Penggunaan media sosial	87%	Sangat Setuju
10	Materi inovasi teknologi biologi	72%	Setuju
Total Keseluruhan		78%	Setuju

Hasil angket yang ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata skor persentase mencapai 78%, dengan kategori peserta didik setuju bahwa E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada materi Inovasi Teknologi Biologi dibutuhkan, sehingga perlu untuk dikembangkan. Menurut Lastri (2023), modul elektronik diharapkan menjadi sumber belajar yang baru dan membantu peserta didik dalam memahami konsep secara lebih mudah.

Analisis Konsep

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat Suku Dayak Kenyah di Desa Budaya Pampang, diperoleh informasi bahwa *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah terkait pembuatan makanan fermentasi berupa *kasam* dan *wadi* merupakan bentuk tradisional dari pengawetan daging hewan. Proses ini, meskipun dilakukan secara turun-temurun tanpa landasan ilmiah modern, sejatinya telah menerapkan prinsip dasar bioteknologi konvensional. Pengolahan dan pengawetan daging menjadi *kasam* dan *wadi* merupakan bagian dari *Indigenous Knowledge* (pengetahuan lokal) yang diwariskan dari generasi ke generasi. Pengetahuan ini bertujuan untuk menjaga daya tahan daging hasil buruan agar tidak cepat membusuk, sekaligus sebagai strategi bertahan

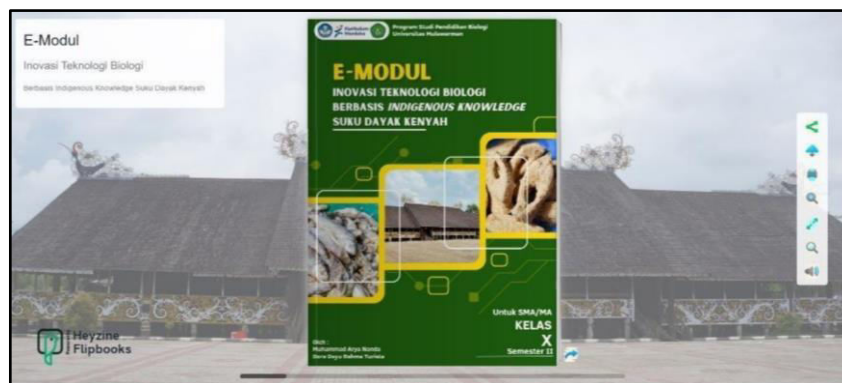


menghadapi musim paceklik. Tradisi ini menunjukkan kearifan lokal masyarakat Suku Dayak Kenyah dalam memanfaatkan mikroorganisme secara alami dalam proses fermentasi. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Jessen *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa *Indigenous Knowledge* merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan pengetahuan lokal yang berkembang secara turun-temurun dalam suatu komunitas budaya tertentu. Pengetahuan ini mencerminkan adaptasi masyarakat terhadap lingkungan dan kebutuhan hidupnya.

Selain itu, hasil wawancara dengan guru Biologi kelas X di SMAT IT Granada Samarinda menunjukkan bahwa pada materi Inovasi Teknologi Biologi terdapat tiga submateri utama, yaitu: 1) pengertian bioteknologi; 2) bioteknologi konvensional dan modern; serta 3) penggunaan mikroorganisme dalam bioteknologi. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antara praktik lokal masyarakat Dayak Kenyah dengan konsep bioteknologi yang diajarkan dalam kurikulum Biologi, khususnya pada submateri bioteknologi konvensional yang memanfaatkan mikroorganisme dalam pengolahan makanan fermentasi.

Perancangan (Design)

E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah disusun dan didesain menggunakan aplikasi Canva. Aplikasi ini dipilih karena menyediakan beragam pilihan *template*, tersedia dalam bentuk situs *web* maupun aplikasi, serta memiliki fitur *drag and drop* yang memudahkan proses penyuntingan (Taufan *et al.*, 2023). Desain E-Modul kemudian disimpan dalam format PDF dan diunggah ke platform *Heyzine Flipbook* untuk menambahkan fitur interaktif, seperti *hyperlink* ke video YouTube dan media lainnya, sehingga *file* PDF dapat dikonversi menjadi *flipbook* digital. E-Modul ini mudah diakses oleh peserta didik melalui tautan yang disediakan, dan dapat diunduh secara gratis. Platform *Heyzine Flipbook* memiliki sejumlah keunggulan, antara lain bersifat interaktif, mudah digunakan, serta mendukung penambahan audio, video animasi, dan gambar secara langsung (Ashari & Puspasari, 2024). E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* ini memuat materi tentang Inovasi Teknologi Biologi yang dilengkapi dengan contoh-contoh makanan fermentasi khas Suku Dayak Kenyah di Desa Budaya Pampang. Modul dirancang dengan tampilan visual yang menarik, bertujuan untuk mengurangi kebosanan peserta didik selama proses pembelajaran (Winatha, 2018). Tampilan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tampilan Cover E-Modul.



Gambar 2. Tampilan Materi *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah.

Dalam pengembangan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah, peneliti mempertimbangkan berbagai aspek desain, seperti latar belakang (*background*), pemilihan warna, jenis huruf, serta elemen multimedia seperti musik, video, dan gambar. Seluruh elemen tersebut disesuaikan dengan karakteristik pengguna utama, yaitu siswa kelas X SMA/MA agar media pembelajaran ini dapat diterima dan dimanfaatkan secara optimal. Pada aspek desain latar belakang, peneliti menambahkan gambar Rumah Adat Suku Dayak Kenyah sebagai upaya memperkenalkan budaya lokal kepada peserta didik. Sementara itu, untuk bagian penjelasan materi, digunakan latar belakang yang lebih sederhana agar siswa dapat lebih fokus dalam membaca isi E-Modul.

Warna-warna yang digunakan dalam E-Modul meliputi putih, hijau, dan kuning. Pemilihan warna tersebut merujuk pada warna-warna khas budaya Suku Dayak Kenyah, dimana setiap warna memiliki makna simbolik tersendiri. Warna kuning melambangkan kemuliaan dan kesakralan, putih mencerminkan keyakinan serta kesucian kepada Sang Pencipta, dan hijau menggambarkan inti dari alam semesta beserta segala isinya (Marlina, 2019). Junia & Sujana (2023) menyatakan bahwa pemilihan warna yang sesuai sangat penting dalam perancangan E-Modul, karena dapat meningkatkan daya tarik visual dan keterpahaman materi.

Jenis huruf (*font*) yang digunakan dalam E-Modul juga disesuaikan dengan latar belakang dan elemen visual sekitarnya. Peneliti menggunakan dua jenis huruf, yaitu “*Sunborn*” dan “*Clear Sans*”. Efek huruf seperti *bold*, *italic*, dan *underline* digunakan sesuai dengan kebutuhan penekanan informasi. Ukuran huruf yang digunakan disesuaikan untuk setiap bagian, yakni ukuran 15 untuk isi teks, 16 untuk subjudul, 18 untuk judul, dan 12 untuk referensi gambar. Konsistensi dalam tata letak, spasi, serta pemilihan jenis huruf menjadi aspek penting dalam penyusunan bahan ajar agar informasi dapat tersampaikan dengan jelas (Magdalena *et al.*, 2020; Meldrawati *et al.*, 2023).

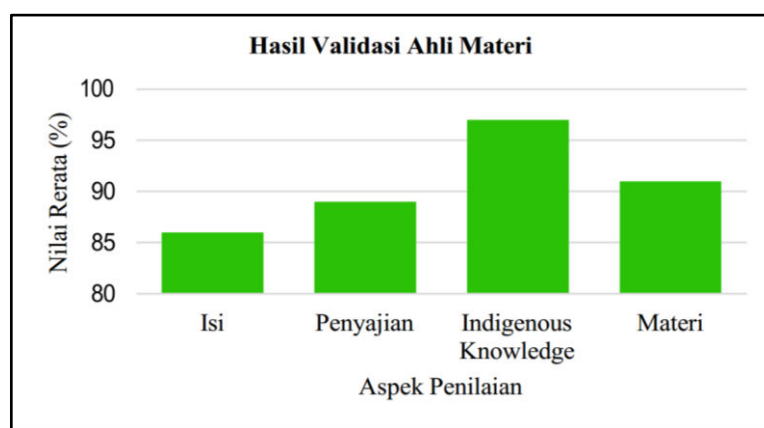
E-Modul ini juga dilengkapi dengan tautan video pembelajaran dari YouTube serta gambar-gambar yang relevan untuk membantu siswa memahami inti materi dan mengamati contoh kasus secara langsung. Menurut Nurdin *et al.* (2019), penggunaan video pembelajaran dapat memberikan berbagai keuntungan, seperti meningkatkan motivasi belajar, memberikan penjelasan yang ringkas dan menarik, serta memungkinkan siswa untuk menonton ulang video sesuai kebutuhan. Video dalam E-Modul dapat diputar langsung, dan siswa dapat

mengatur kecepatan pemutaran video sesuai preferensi, sehingga pembelajaran menjadi lebih fleksibel dan personal.

Pengembangan (Development)

Validasi Ahli Materi

Proses validasi dilakukan oleh dua orang validator, yaitu seorang dosen dari Program Studi Biologi FMIPA, Universitas Mulawarman yang memiliki spesialisasi di bidang Bioteknologi, serta seorang guru Biologi dari SMA IT Granada Samarinda. Validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian yang mencakup tiga aspek, yaitu isi, penyajian, dan *Indigenous Knowledge* dengan total 25 butir pernyataan penilaian. Hasil validasi ditampilkan pada Gambar 3.

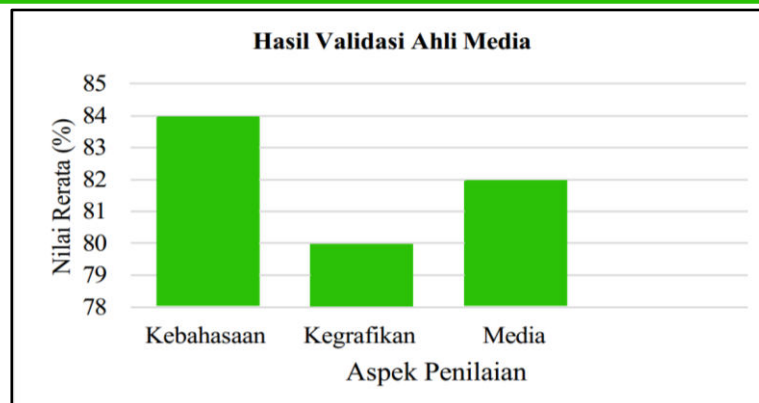


Gambar 3. Grafik Hasil Validasi Ahli Materi.

Gambar 3 menunjukkan bahwa E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada materi Inovasi Teknologi Biologi memperoleh persentase kelayakan sebesar 91%, sehingga dikategorikan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Masukan dari para validator antara lain: 1) kalimat pada bagian pengertian bioteknologi perlu disesuaikan agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik; 2) perlu penambahan informasi mengenai kandungan gizi ikan sebelum difermentasi, selain kandungan gizi setelah difermentasi menjadi *wadi* dan *kasam*; dan 3) konsistensi dalam penggunaan istilah harus dijaga. Ketidaktepatan dalam penyampaian konsep materi dalam bahan ajar dapat menyebabkan kesalahpahaman yang berdampak pada kegagalan belajar peserta didik.

Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh dua orang validator, yaitu dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman yang memiliki spesialisasi dalam bidang pengembangan bahan ajar, serta guru Biologi di SMA IT Granada Samarinda. Lembar validasi yang digunakan oleh ahli media mencakup aspek kebahasaan dan kegrafikan dengan total 25 butir penilaian. Masing-masing butir penilaian pada lembar validasi menggunakan skala Likert dengan empat tingkat penilaian, yaitu sangat baik, baik, cukup, dan kurang. Validator diminta untuk memberikan penilaian terhadap setiap butir berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Hasil validasi ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Validasi Ahli Media.

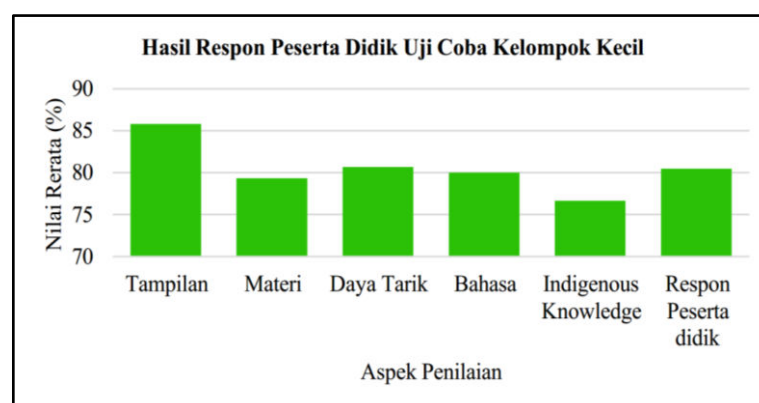
Gambar 4 menunjukkan bahwa E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada materi Inovasi Teknologi Biologi sangat layak dengan presentase 82%. Tidak ada perbaikan atau revisi dari ahli media/desain mengenai pengembangan E-Modul berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah materi Inovasi Teknologi Biologi, karena produk sudah sesuai dengan yang diharapkan validator.

Uji Coba Produk

E-Modul yang dinyatakan layak, dilakukan uji coba terbatas untuk mengetahui tanggapan peserta didik kelas XA1 SMA IT Granada Samarinda.

1) Uji Coba Kelompok Kecil

Penilaian terhadap daya tarik produk dilakukan dengan melibatkan 14 peserta didik kelas XAI SMA IT Granada Samarinda. Instrumen angket yang digunakan mencakup aspek tampilan, materi, daya tarik, kebahasaan, dan muatan *Indigenous Knowledge* dengan total 21 butir pernyataan. Hasil angket respon siswa disajikan pada Gambar 5.

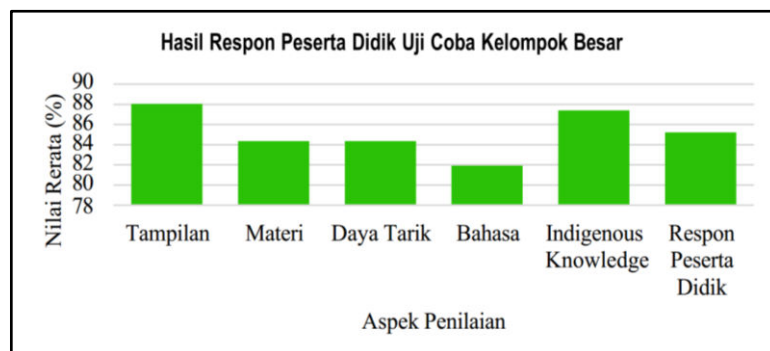


Gambar 5. Grafik Hasil Respon Peserta Didik Uji Coba Kelompok Kecil.

Gambar 5 menunjukkan indikator tampilan 85,83%, materi 79,33%, daya tarik 80,67%, bahasa 80% dan *Indigenous Knowledge* 76,67%, sehingga rata-ratanya yaitu 80,50% dengan kategori sangat layak (Kartika *et al.*, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki kualitas yang sangat baik dan dapat digunakan dalam pembelajaran dengan sedikit perbaikan.

2) Uji Coba Kelompok Besar

Untuk memperkuat data, dilakukan penyebaran angket kepada 23 peserta didik kelas XAI SMA IT Granada Samarinda. Hasil angket tersebut disajikan pada Gambar 6.



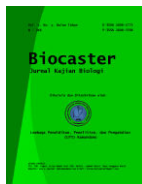
Gambar 6. Grafik Hasil Respon Peserta Didik Uji Coba Kelompok Besar.

Gambar 6 menunjukkan bahwa indikator tampilan memperoleh persentase sebesar 88,04%, materi sebesar 84,35%, daya tarik sebesar 84,35%, bahasa sebesar 81,91%, dan *Indigenous Knowledge* sebesar 87,39%, sehingga rata-rata keseluruhan mencapai 85,21% dengan kategori sangat layak (Kartika *et al.*, 2022). Indikator dengan persentase tertinggi adalah tampilan, yang mengindikasikan bahwa E-Modul yang dikembangkan efektif dalam menarik perhatian dan minat belajar peserta didik. Tampilan E-Modul dirancang agar selaras dengan konsep Inovasi Teknologi Biologi dan dilengkapi dengan fitur *flipbook*, sehingga memberikan pengalaman visual yang menyerupai membaca buku secara nyata bagi peserta didik saat mengakses E-Modul.

Perbedaan hasil antara uji coba kelompok kecil dan kelompok besar disebabkan oleh kendala teknis yang dialami sebagian peserta didik selama uji coba kelompok kecil. Gangguan koneksi internet yang tidak stabil menyebabkan beberapa elemen media, seperti gambar dan video dalam E-Modul tidak dapat ditampilkan secara optimal. Kondisi ini berdampak pada kurang maksimalnya proses pembelajaran yang dialami oleh peserta didik selama uji coba tersebut. Auwaliah *et al.* (2023) menambahkan bahwa pemanfaatan E-Modul membutuhkan koneksi internet yang stabil, sehingga pengguna di daerah dengan jaringan lemah cenderung mengalami hambatan akses. Selain itu, sebagian masyarakat Indonesia masih menganggap biaya penggunaan internet cukup mahal. Berdasarkan hasil validasi oleh para ahli dan tanggapan dari peserta didik, E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* Suku Dayak Kenyah pada materi Inovasi Teknologi Biologi dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan E-Modul Biologi berbasis *Indigenous Knowledge* dinyatakan sangat layak digunakan dalam pembelajaran, dengan hasil validasi materi sebesar 91% dan media sebesar 82%. Uji coba kepada peserta didik juga menghasilkan respon positif dengan rata-rata skor 80,50% pada uji



coba kelompok kecil, dan 85,21% pada kelompok besar. Hal ini membuktikan pengembangan E-Modul tidak hanya layak secara materi dan media, tetapi juga mampu meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran Biologi. Produk ini berpotensi menjadi alternatif bahan ajar kontekstual yang mendukung integrasi budaya lokal dalam pembelajaran sains di era digital.

SARAN

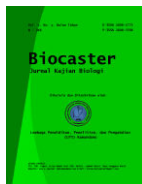
Penelitian ini hanya sampai pada tahap *Development*, sehingga efektivitas E-Modul belum dapat dievaluasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk dilanjutkan ke tahap *Disseminate* guna menguji efektivitas E-Modul dalam proses pembelajaran nyata, baik dari segi pemahaman peserta didik, motivasi belajar, maupun hasil belajar. Penelitian ini membuka peluang dalam pengembangan E-Modul untuk pembelajaran Biologi, khususnya yang terintegrasi dengan *Indigenous Knowledge* yang ada di Indonesia, terutama di Kalimantan Timur. Jika dieksplorasi lebih lanjut, masih banyak pengetahuan dan kebudayaan lokal yang berpotensi untuk diangkat sebagai sumber belajar. Hal ini penting agar kekayaan budaya lokal tidak tergerus oleh kemajuan teknologi modern dan pengaruh kebudayaan asing.

UCAPAN TERIMA KASIH

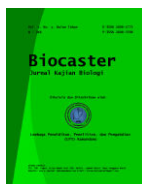
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Masyarakat Suku Dayak Kenyah yang telah membantu penelitian ini, dan SMA IT Granada Samarinda yang bersedia menjadi tempat penelitian uji coba terbatas.

DAFTAR RUJUKAN

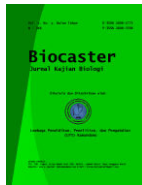
- Apsari, N., & Novika, L. (2023). Modul Kimia Asam Basa Berbasis *Indigenous Knowledge* pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(3), 776-778. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1167>
- Aqil, D. I., Indrawati, R., Astra, I. M., & Baga, S. (2022). Analisis Kebutuhan E-Modul Materi Perubahan Lingkungan sebagai Bahan Ajar di SMAN 5 Kota Depok. *Research and Development Journal of Education*, 8(2), 890-900. <https://doi.org/10.30998/rdje.v8i2.15518>
- Arikunto, S. (2018). *Evaluasi Program Pendidikan: Pedoman Teoretis Praktis bagi Mahasiswa dan Praktisi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Ashari, L. S., & Puspasari, D. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis *Heyzine Flipbook* pada Mata Pelajaran Otomatisasi Humas dan Keprotokolan di SMKN 2 Buduran Sidoarjo. *Innovative : Journal of Social Science Research*, 4(1), 2571-2579. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i1.8126>
- Auwaliyah, H. M., Sahrina, A., Soekamto, H., & Masruroh, H. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis *Heyzine Flipbook* Materi Mitigasi Bencana untuk Siswa Kelas XI IPS SMAN 1 Singosari. *Jurnal Geografi*, 12(1), 50-63. <https://doi.org/10.24036/geografi/vol12-iss1/3423>
- Bahri, A., Arifin, N., & Abrar, A. (2021). Pengembangan E-Modul Biologi untuk Siswa SMA Kelas XII. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian* (pp. 1227-1227). Padang, Indonesia: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Negeri Padang.



- Delita, F., Berutu, N., & Nofrion, N. (2022). Online Learning: The Effects of Using E-Modules on Self-Efficacy, Motivation and Learning Outcomes. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(4), 94-102. <https://doi.org/10.17718/tojde.1182760>
- Ekaputri, M., Febriosa, S., Amelia, N., & Zora, F. (2024). Menggali Peran Filsafat Pendidikan dalam Membentuk Karakter Peserta Didik pada Kurikulum Merdeka Tahun 2024. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic*, 8(3), 1-8. <https://doi.org/10.36057/jips.v8i3.691>
- Jessen, T. D., Ban, N. C., Claxton, N. X. E. M. O. L. T. W., & Darimont, C. T. (2022). Contributions of Indigenous Knowledge to Ecological and Evolutionary Understanding. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20(2), 93-101. <https://doi.org/10.1002/fee.2435>
- Junia, N. M. I., & Sujana, I. W. (2023). E-Modul Interaktif Berbasis Profil Pelajar Pancasila pada Mata Pelajaran IPAS Materi Kekayaan Budaya Indonesia bagi Siswa Kelas IV SD. *Mimbar PGSD Undiksha*, 11(1), 130-139. <https://doi.org/10.23887/jipgsd.v11i1.60243>
- Kartika, A. C., Sutarno, S., & Purwanto, A. (2022). Pengembangan E-Modul Berorientasi Model *Curious Note* Program untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Gelombang. *Diksains : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 2(2), 62-73. <https://doi.org/10.33369/diksains.2.2.62-73>
- Kuncahyono, K., & Aini, D. F. N. (2020). Pengembangan Pedoman E-Modul Berorientasi *Student Active Learning* sebagai Pendukung Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 5(2), 292-304. <https://doi.org/10.29407/jpdn.v5i2.13999>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139-1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Lenaini, I. (2021). Purposive Sampling Techniques and Snowball Sampling. *Journal of Historical Studies, Research & Education*, 6(1), 33-39. <https://doi.org/10.31764/historis.v6i1.4075>
- Lubis, R. E., & Sapitri, A. (2025). Integrasi Budaya dan Keanekaragaman Hayati Kawasan Danau Toba dalam Pembelajaran Biologi untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Toga Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 2(1), 36-47. <https://doi.org/10.56211/toga.v2i1.1054>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, N., & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311-326. <https://doi.org/10.36088/nusantara.v2i2.828>
- Marlina, H. (2019). Kajian Semiotik Motif Pakaian Adat Dayak Kenyah di Desa Pampang Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Seni Rupa & Desain*, 22(1), 50-59. <https://doi.org/10.24821/ars.v22i1.2524>
- Meldrawati, M., Amri, E., & Rosba, E. (2023). Validitas E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMA/MA. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 268-279. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.7326>
- Muchsin, A., Sriyati, S., & Solihat, R. (2023). Identifikasi *Indigenous Knowledge*



- Suku Sasak sebagai Upaya Pengembangan Pembelajaran Biologi untuk Mendukung Konsep Merdeka Belajar. *Jurnal Paedagogy*, 10(2), 330-341. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i2.6875>
- Nurdin, E., Ma'aruf, A., Amir, Z., Risnawati, R., Noviarni, N., & Azmi, M. P. (2019). Pemanfaatan Video Pembelajaran Berbasis *Geogebra* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMK. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 93-105. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.18421>
- Nurislaminingih, R., Komariah, N., & Yudha, E. P. (2022). Pemetaan Pengetahuan Lokal Sunda di Kampung Naga-Tasikmalaya. *Anuva : Jurnal Kajian Budaya, Perpustakaan, dan Informasi*, 6(2), 217-230. <https://doi.org/10.14710/anuva.6.2.217-230>
- Safitri, A., & Hamimi, E. (2023). Analisis Kebutuhan E-Modul sebagai Bahan Ajar pada Materi Zat Aditif dan Adiktif di SMP Negeri 1 Pakisaji, Kabupaten Malang. In *Seminar Nasional Pendidikan IPA dan Matematika* (pp. 32-38). Malang, Indonesia: Universitas Negeri Malang.
- Salsabila, A. H., Iriani, T., & Handoyo, S. (2023). Penerapan Model 4D dalam Pengembangan Video Pembelajaran pada Keterampilan Mengelola Kelas. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(8), 495-505. <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i08.553>
- Saputri, N., Azizah, I. N., & Hernisawati, H. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Modul dengan Pendekatan *Discovery Learning* pada Materi Himpunan. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 1(2), 48-58. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v1i2.5594>
- Sofiana, L., Nofisulastri, N., & Safnowandi, S. (2023). Pola Distribusi Siput Air (Gastropoda) sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Sungai Unus Kota Mataram dalam Upaya Pengembangan Modul Ekologi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(3), 133-158. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v3i3.191>
- Sukmayanti, S., Ramdani, A., & Handayani, B. S. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Eduwisata pada Konsep Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X. *Journal of Classroom Action Research*, 6(2), 379-390. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i2.7698>
- Taufan, A., Salamah, U., Hidayatullah, R., & Fahrurrozi, M. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Aplikasi Canva pada Materi Pengelolaan Sumber Daya Alam Indonesia Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 11(2), 135-142. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v11i2.61947>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Indiana University.
- Usman, N. F. (2024). *Literature Review*: Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar E-Modul dalam Pembelajaran Biologi di SMA. In *Seminar Nasional Biologi dan Sains (SemBioSis)* (pp. 88-92). Gorontalo, Indonesia: Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo.
- Winatha, K. R. (2018). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Proyek Mata



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi

E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598

Volume 5, Issue 3, July 2025; Page, 482-496

Email: biocasterjournal@gmail.com

-
- Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(2), 188-199. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14021>
- Yazid, M. T. M., Sulong, W. M. W., Mustapha, N. F., & Jabar, M. A. A. (2023). Potensi E-Modul dalam Pembelajaran Bahasa Arab pada Era Globalisasi. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.11113/itlj.v7.97>
- Zinnurain, Z. (2021). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Interaktif Berbasis *Flip Pdf Corporate Edition* pada Mata Kuliah Manajemen Diklat. *Academia : Jurnal Inovasi Riset Akademik*, 1(1), 133-143. <https://doi.org/10.51878/academia.v1i1.546>