

PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI SMA BERBASIS POTENSI LOKAL: KEANEKARAGAMAN PHANEROGAMAE DI LABORATORIUM PERTANIAN TERPADU JAGAN SUKOHARJO

DEVELOPMENT OF A HIGH SCHOOL BIOLOGY MODULE BASED ON LOCAL POTENTIAL: THE DIVERSITY OF PHANEROGAMAE IN THE INTEGRATED AGRICULTURAL LABORATORY OF JAGAN, SUKOHARJO

Dewi Safitri¹⁾, Anwari Adi Nugroho^{2*)}

^{1,2*)}Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jawa Tengah, Indonesia, email: ¹⁾dhewifitri4@gmail.com, ^{2*)}anwaribio@gmail.com (penulis korespondensi).

Diterima: Mei 2025; Disetujui: September 2025; Diterbitkan: September 2025

Abstrak

Salah satu tantangan utama dalam pembelajaran adalah pemilihan materi ajar yang tepat agar siswa mencapai kompetensi yang diharapkan. Kurikulum hanya mencantumkan materi pokok secara garis besar, sehingga guru bertanggung jawab menyusun bahan ajar yang lebih lengkap dan terstruktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kelayakan modul biologi SMA berbasis potensi lokal keanekaragaman Phanerogamae di Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan, Sukoharjo, bagi siswa Sekolah Menengah Atas (SMA). Pengembangan modul menggunakan metode R&D mengikuti model Borg & Gall yang telah disesuaikan menjadi tujuh tahapan: riset awal, perencanaan, pengembangan produk awal, uji coba, revisi, uji lapangan terbatas, dan revisi akhir. Penelitian ini berlangsung dari Januari hingga Maret 2025. Hasil validasi untuk uji kelayakan dari ahli materi sebesar 94,48%, ahli modul 93,98%, dan uji validasi kepraktisan dari guru sebesar 89,76%. Uji validasi kepraktisan pada guru merupakan tahap validasi kepraktisan awal untuk memastikan modul telah sesuai secara substansi dan pedagogis sebelum diimplementasikan lebih luas pada peserta didik dalam penelitian tahap berikutnya. Dengan demikian, secara keseluruhan modul dinyatakan sangat layak untuk digunakan. Modul *Phanerogamae* yang telah layak diharapkan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran biologi di SMA untuk mendorong kemandirian siswa dan memperkuat pemahaman ekologi.

Kata kunci: modul pembelajaran, phanerogamae, potensi lokal.

Abstract

One of the main challenges in learning is selecting appropriate teaching materials to help students achieve the expected competencies. The curriculum only outlines the main material, leaving teachers responsible for developing more comprehensive and structured teaching materials. This study aims to develop and evaluate the feasibility of a high school biology module based on the local potential of Phanerogamae diversity at the Jagan Integrated Agricultural Laboratory, Sukoharjo, for senior high school students. The module development used the R&D method following the Borg & Gall model, which has been adjusted into seven stages: initial research, planning, initial product development, testing, revision, limited field testing, and final revision. This study took place from January to March 2025. The validation results for the feasibility test from material experts were 94.48%, module experts 93.98%, and the practicality validation test from teachers was 89.76%. The practicality validation test on teachers is an initial practicality validation stage to ensure the module is substantively and pedagogically appropriate before being implemented more widely with students in the next stage of research. Thus, overall, the module is declared very suitable for use. It is hoped that the Phanerogamae module, which has been approved, can be implemented in biology learning in high schools to encourage student independence and strengthen ecological understanding.

Keywords: learning module, phanerogamae, local potential.

Pendahuluan

Pendidikan biologi di jenjang sekolah menengah memiliki peran penting dalam membekali siswa dengan pengetahuan, keterampilan berpikir ilmiah, dan kesadaran terhadap keanekaragaman hayati. Salah satu tujuan pembelajaran biologi adalah membantu siswa memahami konsep dasar tentang keanekaragaman makhluk hidup, termasuk keanekaragaman tumbuhan (Phanerogamae) yang menjadi bagian fundamental dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Untuk mencapai tujuan tersebut, keberhasilan pembelajaran sangat ditentukan oleh kualitas bahan ajar yang digunakan dalam proses belajar mengajar.

Pada konteks pembelajaran biologi abad ke-21, pendekatan pembelajaran yang hanya berorientasi pada hafalan tidak lagi memadai untuk membekali siswa menghadapi tantangan global. Pengalaman belajar yang dibutuhkan adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*), yaitu proses belajar yang mendorong siswa untuk memahami konsep secara menyeluruh, mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, serta mampu menerapkannya dalam situasi nyata (Fullan et al., 2017).

Kebutuhan akan pembelajaran mendalam sejalan dengan arah kurikulum merdeka yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran (*student-centered learning*). Siswa dituntut aktif, kreatif, dan mandiri dalam membangun pengetahuan. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, bahan ajar tidak cukup hanya menyajikan informasi teoretis, melainkan harus mampu memfasilitasi proses belajar yang menempatkan siswa sebagai penemu pengetahuan melalui pengalaman langsung. Dalam konteks inilah, modul berbasis potensi lokal menjadi sarana yang paling relevan, karena tidak hanya menyampaikan konsep, tetapi juga merancang aktivitas ilmiah yang mendorong siswa berpikir seperti ilmuwan. Aktivitas ini dimulai dari merumuskan pertanyaan, melakukan observasi lapangan, mengumpulkan dan menganalisis data, hingga menarik kesimpulan berdasarkan bukti.

Berbeda dengan modul konvensional yang bersifat informatif dan berpusat pada guru, modul berbasis potensi lokal memberikan pengalaman belajar otentik yang menuntut keterlibatan kognitif mendalam. Ketika siswa dilibatkan dalam kegiatan eksploratif seperti identifikasi spesies atau analisis data ekologi, mereka tidak hanya memahami konten secara konseptual, tetapi juga mengembangkan cara berpikir ilmiah yang esensial dalam pembelajaran biologi (Keiler, 2018). Dengan demikian, modul biologi SMA berbasis potensi lokal secara langsung menjembatani tujuan *deep learning* dan implementasi *Kurikulum Merdeka*, sekaligus mengatasi kelemahan modul konvensional yang tidak menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Ndari & Mahmudah, 2023; Aji et al., 2023).

Salah satu tantangan utama yang dihadapi pendidik dalam kegiatan belajar mengajar adalah merancang materi pembelajaran yang tepat agar siswa mampu mencapai kompetensi yang ditargetkan. Hal ini disebabkan oleh kurikulum yang hanya mencantumkan materi secara umum dalam bentuk materi inti, sehingga pendidik perlu mengembangkannya menjadi bahan ajar yang lebih terstruktur dan komprehensif. Selain itu, tantangan lain berkaitan dengan penggunaan bahan ajar yang kurang variatif, baik dari sisi metode pengajaran guru maupun strategi belajar siswa (Hadad et al., 2025; Suarman et al., 2018).

Kondisi tersebut teridentifikasi melalui hasil observasi dan wawancara dalam kegiatan Program Asistensi Mengajar di salah satu sekolah swasta di Sukoharjo. Dari wawancara dengan lima guru biologi, diketahui bahwa 86% pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah, sedangkan pendekatan berbasis hasil penelitian potensi lokal belum diintegrasikan secara optimal. Selain itu, hasil angket yang diisi oleh 50 siswa menunjukkan bahwa 72% merasa kesulitan memahami materi karena bahan ajar yang digunakan terbatas pada modul teoretis yang bersifat deskriptif dan berorientasi pada hafalan konsep.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang selama ini digunakan umumnya masih disusun

berdasarkan buku teks standar dan Lembar Kerja Siswa (LKS) konvensional, tanpa mengintegrasikan potensi lokal sebagai sumber belajar. Modul tersebut belum dilengkapi dengan kegiatan eksploratif dan kontekstual yang mendorong peserta didik melakukan pengamatan langsung terhadap keanekaragaman tumbuhan di lingkungan sekitar, seperti kawasan sekolah, lahan pertanian, atau ruang terbuka hijau di daerah setempat. Selain itu, ketiadaan aktivitas berbasis penelitian potensi lokal menyebabkan proses pembelajaran berlangsung secara pasif dan berpusat pada guru. Kondisi ini mengakibatkan peserta didik cenderung menghafal konsep tanpa memahami keterkaitannya dengan fenomena nyata di lingkungannya, sehingga berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir analitis, pemecahan masalah, serta keterampilan ilmiah. Padahal temuan-temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan modul yang terintegrasi potensi lokal dapat memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa.

Materi biologi yang dikaitkan dengan konteks nyata siswa seperti potensi lokal membuat pembelajaran lebih baik ditinjau dari penguasaan konsep (King & Henderson, 2018). Selain itu E-modul berbasis penelitian hematologi terbukti layak dan efektif meningkatkan pemahaman, minat, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran sistem sirkulasi melalui pengalaman belajar yang interaktif, konkret, dan relevan dengan kurikulum merdeka (Ngangi et al, 2023). Modul semacam ini memungkinkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan ilmiah seperti observasi, pengumpulan dan analisis data, serta penarikan kesimpulan secara sistematis (Silaban & Manalu, 2024; Maglinte & Coronica, 2023). Modul yang efektif harus mampu memfasilitasi siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran, disusun dengan bahasa yang komunikatif, menyajikan materi secara sistematis, serta memuat evaluasi pembelajaran (Anggraini & Sukardi, 2015; Rahmawati et al., 2019).

Menimbang kondisi pembelajaran di sekolah sasaran, terlihat adanya celah antara tuntutan kurikulum dan praktik pengajaran di lapangan. Hasil observasi dan wawancara dalam Program Asistensi Mengajar menunjukkan bahwa pembelajaran masih

didominasi metode ceramah (86% guru), sementara 72% peserta didik menyatakan kesulitan memahami materi biologi karena bahan ajar yang digunakan terbatas pada teks teoretis dan belum memanfaatkan potensi lokal di lingkungan sekitar sekolah. Padahal, lingkungan setempat memiliki kekayaan potensi biologis seperti keanekaragaman tumbuhan, lahan pertanian, dan ekosistem lokal yang berpeluang besar dijadikan sumber belajar kontekstual. Ketiadaan aktivitas eksperimen atau penelitian lapangan berbasis potensi lokal berisiko mendorong pembelajaran bersifat hafalan, sehingga kemampuan analisis dan pemecahan masalah peserta didik menjadi rendah. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, pengembangan modul berbasis penelitian (*research-based learning*) yang dirancang secara terstruktur melalui kegiatan penelitian kecil (*guided inquiry*) dengan memanfaatkan potensi lokal menjadi solusi yang relevan. Melalui keterlibatan peserta didik dalam merumuskan pertanyaan penelitian yang berangkat dari fenomena lokal, melakukan pengamatan langsung, mengumpulkan dan menganalisis data lingkungan sekitar, serta menarik kesimpulan, pendekatan ini memfasilitasi pemrosesan kognitif tingkat tinggi (analisis, sintesis, dan evaluasi). Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar berbasis penelitian potensi lokal dipandang mampu menciptakan pembelajaran biologi yang lebih bermakna, kontekstual, dan selaras dengan karakteristik lingkungan belajar peserta didik.

Guru sering kali bergantung pada buku teks sebagai sumber utama pembelajaran, padahal bahan ajar tersebut umumnya bersifat deskriptif, menyajikan fakta dan definisi tanpa mengaitkannya dengan konteks lokal, serta jarang memuat aktivitas yang melatih keterampilan berpikir kritis atau penyelidikan ilmiah. Modul konvensional yang digunakan di sekolah pun memiliki kelemahan serupa karena hanya berisi ringkasan materi dan soal latihan tanpa memfasilitasi proses ilmiah seperti observasi, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Akibatnya, pembelajaran menjadi pasif dan berpusat pada guru, sementara siswa kesulitan memahami relevansi konsep biologi dengan lingkungan sekitar serta tidak terlatih mengembangkan keterampilan

berpikir analitis, kritis, dan kreatif sebagaimana tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Aditia & Muspiroh, 2013; Sugiharto, 2011; Kuloğlu et al., 2022).

Modul berbasis potensi lokal juga terbukti mampu meningkatkan rasa ingin tahu, kemampuan pemecahan masalah, dan pemahaman terhadap konsep biologi. Beberapa studi menyebutkan efektivitas modul berbasis penelitian dalam mendorong keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran dan dalam membangun keterampilan saintifik yang mendalam (Khabibah et al., 2017; Alberida et al., 2020; Darnella et al., 2020).

Penelitian sebelumnya dari Mumpuni et al. (2022) mengembangkan modul keanekaragaman tumbuhan berbasis kearifan lokal di gunung muria kudus sebagai upaya konservasi, dengan fokus utama pada penanaman nilai karakter dan kesadaran pelestarian lingkungan. Berbeda dari penelitian tersebut, studi ini mengembangkan modul yang berfokus pada potensi lokal phanerogamae di laboratorium pertanian terpadu jagan yang menekankan keterlibatan siswa dalam aktivitas ilmiah seperti identifikasi spesies, analisis data vegetasi, dan perhitungan indeks ekologi. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pemahaman konsep biodiversitas, tetapi juga melatih keterampilan berpikir ilmiah yang relevan dengan pembelajaran biologi abad ke-21. Lokasi laboratorium pertanian terpadu jagan dipilih karena memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan tinggi yang relatif tinggi dan beragam, mencakup berbagai spesies asli maupun introduksi yang tumbuh secara alami maupun hasil budidaya. Selain itu, kawasan ini belum banyak dijadikan objek penelitian biodiversitas tumbuhan tinggi, sehingga hasil eksplorasi dapat memberikan data baru yang bernilai ilmiah. Potensi tersebut menjadikan Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan sebagai sumber belajar yang kontekstual dan relevan untuk pengembangan bahan ajar berbasis penelitian.

Dibandingkan dengan penelitian Marlina dkk. (2025), yang berfokus pada pengembangan e-modul terintegrasi budaya untuk meningkatkan kesadaran sosial budaya dan pemikiran kritis mahasiswa, penelitian ini menekankan pengembangan modul keanekaragaman Phanerogamae berbasis

potensi lokal dengan mengimplementasikan aktivitas ilmiah. Berbeda dengan modul Marlina yang mengintegrasikan kearifan lokal, modul ini memberikan pengalaman ilmiah autentik seperti identifikasi spesies dan analisis data vegetasi, sehingga memperkuat pemahaman konseptual dan penalaran ilmiah mahasiswa dalam konteks ekologi dunia nyata. Penelitian Kamuihkar et al. (2023) dan Irdawati et al. (2023) menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, tetapi belum sepenuhnya berbasis temuan riset lapangan. Oleh karena itu, pengembangan modul biologi yang berorientasi pada hasil penelitian nyata menjadi penting untuk dilakukan.

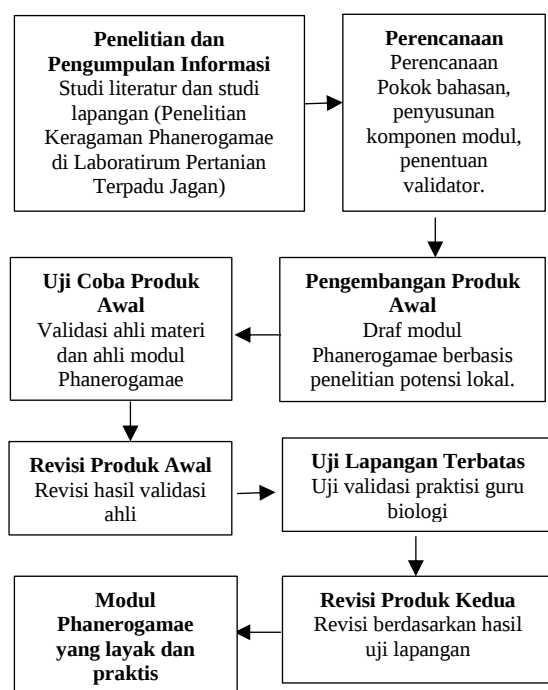
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul berbasis potensi lokal keanekaragaman Phanerogamae yang ditemukan di Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan, Sukoharjo. Modul ini tidak hanya menyajikan hasil identifikasi spesies secara ilmiah, tetapi juga disusun dengan mengikuti standar penyusunan modul pembelajaran termasuk petunjuk penggunaan, materi, lembar kerja siswa, soal evaluasi, dan simpulan.

Modul ini juga dikembangkan sesuai dengan kompetensi dalam Kurikulum Merdeka Fase E, yang menekankan pada kemampuan peserta didik dalam merespons isu global, melakukan penelitian, serta menghasilkan proyek nyata berbasis teknologi. Kompetensi yang ditargetkan mencakup analisis tingkat keanekaragaman, identifikasi spesies, pengumpulan dan analisis data vegetasi, hingga perhitungan indeks ekologi secara akurat, seperti Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman, dan indeks dominan. Dengan demikian, pengembangan modul berbasis potensi lokal keanekaragaman phanerogamae ini diharapkan tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga mampu mendorong pembelajaran yang bermakna, mendalam, dan kontekstual bagi siswa SMA.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Prosedur penelitian dan pengembangan dilaksanakan dengan

merujuk Borg and Gall, yang telah disesuaikan menjadi tujuh tahap (Nugroho & Subiyantoro, 2017), yaitu penelitian dan pengumpulan data, perencanaan, pembuatan prototipe awal, pengujian awal produk, perbaikan produk awal, uji coba skala terbatas, serta perbaikan lanjutan. Modifikasi dilakukan karena beberapa tahapan asli seperti *dissemination* dan *implementation* bersifat opsional dan memerlukan waktu serta sumber daya yang lebih besar, sementara tujuan penelitian ini berfokus pada pengembangan dan uji kelayakan produk dalam skala terbatas. Dengan penyesuaian tersebut, prosedur tetap mempertahankan prinsip dasar penelitian pengembangan tetapi menjadi lebih relevan dan efisien sesuai konteks pelaksanaan di tingkat sekolah menengah. Penelitian ini dilakukan pada Januari sampai Maret 2025. Prosedur pengembangan modul keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi) dapat ditunjukkan sesuai dengan ilustrasi pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menerapkan dua metode pengolahan data. Pertama, analisis deskriptif kualitatif dimanfaatkan untuk menginterpretasi data hasil, tinjauan dari pakar materi, pakar modul pada tahap pengujian awal produk, serta guru biologi dalam uji lapangan terbatas. Metode ini

dilaksanakan dengan mengklasifikasikan informasi dari data kualitatif, seperti Pendapat, umpan balik, kritik, serta saran perbaikan yang terkandung dalam instrumen penilaian. Kedua, analisis deskriptif persentase dimanfaatkan guna menginterpretasi data yang didapatkan dari instrumen penilaian. Pada penelitian pengembangan ini dinilai oleh 5 validator yaitu pada ahli materi dan ahli modul memiliki gelar magister dan 2 guru biologi profesional yang sudah mengajar minimal 5 tahun.

Data dari evaluasi pakar materi, pakar modul, dan guru biologi dianalisis guna menentukan menentukan derajat kelayakan modul berdasarkan mengolah skor yang diperoleh dari berbagai aspek- aspek yang di evaluasi. Temuan dari analisis evaluasi modul keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi) kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Nugroho & Subiyantoro, 2017)

$$N = \frac{k}{Nk} \times 100\%$$

Keterangan :

N: Persentase dari setiap aspek yang dinilai

k : Jumlah skor yang diperoleh

Nk : Skor tertinggi yang dapat dicapai

Sementara itu, standar kelayakan modul dapat disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Standar Kelayakan Modul

Rentang Skor	Kriteria Kelayakan
0%-20%	Sangat tidak layak
21%-40%	Tidak layak
41%-60%	Cukup layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat layak

Hasil dan Pembahasan

Tahap penelitian dan pengumpulan informasi

Tahapan ini mencakup kajian pustaka serta observasi lapangan. Merujuk pada pandangan Nugroho, Hanik & Harsono (2017) dan Arpan et al. (2018), proses penelitian dan pengumpulan data dilaksanakan melalui analisis kebutuhan yang melibatkan pengamatan langsung serta telaah literatur. Studi pustaka dalam tahap ini meliputi pengumpulan berbagai sumber informasi yang digunakan sebagai dasar dalam pengembangan materi

keanekaragaman makhluk hidup yang disajikan dalam modul keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi).

Pada penelitian awal dilakukan dengan meneliti keanekaragaman *phanerogamae* di Laboratorium Terpadu Jagan, Sukoharjo. Indeks ekologi yang digunakan dalam Analisis vegetasi mencakup perhitungan

Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman, indeks kekayaan spesies, indeks pemerataan spesies, serta indeks dominansi. dominansi dengan tepat. Hasil penelitian digunakan sebagai isi materi dalam modul. Hasil penelitian tentang keanekaragaman *phanerogamae* (tumbuhan tinggi) dapat ditemukan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi)

Nama Tanaman	Jumlah	INP	Rank	H'	R ₁	E	C
<i>Euphorbia Dentata</i>	126	7.65	3	3.35	7.22	0.83	0.002
<i>Peperomia Pellucida</i>	71	4.62	12				0.001
<i>Euphorbia Hirta</i>	15	1.55	36				0.000
<i>Oplimenus hirtellus</i>	61	3.25	20				0.001
<i>Fallopian convolvulus</i>	43	2.59	24				0.000
<i>Aristolochia clematitis</i>	36	2.33	27				0.000
<i>Coleus australis</i>	21	1.77	33				0.000
<i>Mimosa pudica</i>	53	4.94	9				0.000
<i>Dichantherium clandestinum</i>	17	2.61	23				0.000
<i>Porophyllum ruderale</i>	87	7.2	4				0.001
<i>Elephantopus scaber</i>	6	6.17	7				0.000
<i>Lygodium palmatum</i>	4	4.12	17				0.000
<i>Boehmeria cylindrica</i>	16	1.59	35				0.000
<i>Bupleurum montanum</i>	147	6.45	5				0.003
<i>Wurbainia compacta</i>	5	1.18	49				0.000
<i>Amorphophallus variabilis</i>	4	1.14	53				0.000
<i>Breynia fruticose</i>	20	1.73	34				0.000
<i>Cyantis axillaris</i>	43	2.59	24				0.000
<i>Mikania micrantha</i>	32	2.18	30				0.000
<i>Ludwigia palustris</i>	56	3.07	21				0.000
<i>Phoenik pusilla</i>	1	1.03	57				0.000
<i>Echinochloa colonum</i>	36	3.32	19				0.000
<i>Richardia scraba</i>	69	4.54	14				0.001
<i>Cyathilium cinereum</i>	13	1.47	39				0.000
<i>Oldenlandia corymbosa</i>	6	1.21	48				0.000
<i>Morus alba</i>	3	1.1	55				0.000
<i>Capchea spermacoce</i>	155	9.72	2				0.003
<i>Digitaria ischaemum</i>	37	4.35	15				0.000
<i>Euphorbia hirta</i>	80	4.95	8				0.001
<i>Waltheria indica</i>	70	4.58	13				0,001
<i>Desmodium paniculatum</i>	15	1.55	36				0.000
<i>Urochloa mutica</i>	42	2.55	26				0.000
<i>Eucalyptus radiata</i>	3	1.1	55				0.000
<i>Evolvulus nummularius</i>	5	1.18	49				0.000
<i>Am[hicarpaea bracteate</i>	24	1.88	31				0.000
<i>Phyllanthus urinaria</i>	10	1.36	41				0.000
<i>Impatiens parviflora</i>	10	1.36	41				0.000
<i>Solanum nigrum</i>	106	4.92	10				0.002
<i>Chenopodium album</i>	145	6.37	6				0.003
<i>Cymbopogon citratus</i>	14	1.51	38				0.000
<i>Chromolaena odorata</i>	8	1.29	45				0.000
<i>Leucaena leucocephala</i>	11	1.4	40				0.000
<i>Tridax procumbens</i>	106	4.92	10				0.002
<i>Baptisia sphaerocarpa</i>	23	1.85	32				0.000
<i>Ludwigia octovalvis</i>	53	2.96	22				0.000
<i>Euphorbia curtisii</i>	89	4.29	16				0.001
<i>Ischaemum aristatum</i>	530	21.6	1				0.0039

Nama Tanaman	Jumlah	INP	Rank	H'	R ₁	E	C
<i>Cerastium glomeratum</i>	34	2.25	29				0.000
<i>Cosmos caudatus</i>	8	1.29	45				0.000
Jumlah	2694						0.063

Keterangan : INP (Indeks Nilai Penting), Rank (Rangking Keanekaragaman), H' (Keanekaragaman Jenis), R₁ (Indeks Kekayaan Jenis), E (Indeks Kemerataan Jenis), C (Indeks Dominansi)

Perencanaan

Langkah perencanaan mencakup penetapan topik yang akan dirancang dalam modul, perancangan elemen modul, serta pemilihan penilai ahli. Topik utama dapat dijadikan fokus dalam pengembangan modul ini adalah Keanekaragaman Hayati pada *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi). Modul ini digunakan untuk siswa SMA Kelas 10 yaitu pada tahap Pada tahap Fase E, peserta didik diharapkan mampu menanggapi isu-isu global dan berperan aktif dalam menemukan jawaban atau penyelesaian atas permasalahan yang ada.

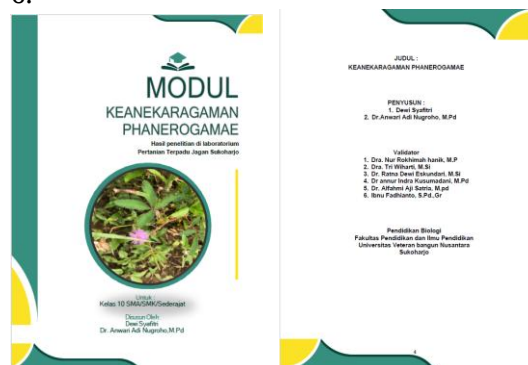
Modul keanekaragaman *Phanerogamae* (tumbuhan tinggi) ini disusun berdasarkan capaian pembelajaran yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka, khususnya pada materi keanekaragaman hayati dan keterampilan ilmiah. Tujuan pembelajarannya meliputi: (10.1) Mengevaluasi berbagai tingkat keanekaragaman hayati beserta perannya dalam ekosistem, termasuk ancaman dan upaya pelestariannya dalam bentuk tabel; (10.2) Melakukan penelitian observasi terhadap berbagai tingkat keanekaragaman makhluk hidup dengan membandingkan data dari berbagai daerah di Indonesia berdasarkan sumber yang valid; dan (10.3) Mengidentifikasi spesies tumbuhan yang ditemukan di lokasi penelitian melalui kegiatan analisis vegetasi secara tepat. Siswa juga diharapkan mampu mengumpulkan serta menganalisis data vegetasi, menghitung berbagai indeks ekologi seperti Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman, kekayaan, pemerataan, dan dominansi, serta menyimpulkan kondisi ekosistem berdasarkan hasil analisis tersebut.

Pengembangan modul biologi ini mengacu pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022).

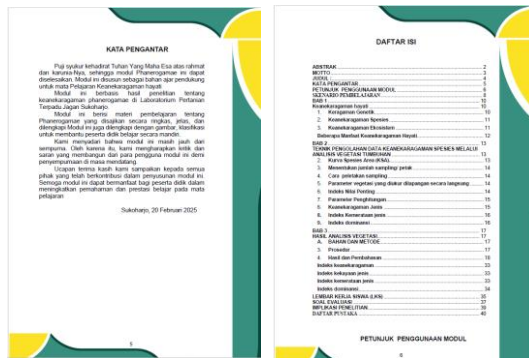
Panduan pembelajaran ini memiliki struktur yang komprehensif, mencakup bagian pembuka (berisi pengantar dan petunjuk penggunaan) dan bagian inti (dengan materi pelajaran dan hasil identifikasi *Phanerogamae*/tumbuhan tinggi), Lembar Kerja Siswa, Soal Evaluasi, bagian penutup ada kesimpulan dan implikasi penelitian (Ni'mah & Noor, 2023; Uslan et al., 2023). Modul ini ditutup dengan daftar pustaka. Tahap berikutnya adalah menentukan validator yaitu 5 orang ahli materi, 5 orang ahli penyajian modul dan 2 praktisi guru biologi.

Pengembangan Produk Awal

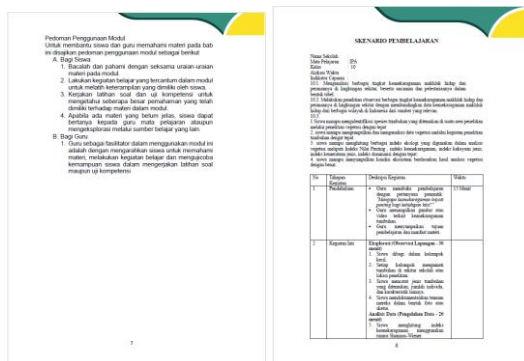
Proses pengembangan modul mencakup pembuatan draf modul untuk mempermudah penyusunan bahan ajar, penyusunan draf modul yang mengikuti panduan dalam menyusun modul yang disusun sesuai dengan kaidah yang baik dan benar. Berdasarkan standar Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022), serta produksi draf buku ajar yang telah dirancang dalam format buku, sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 2—6.



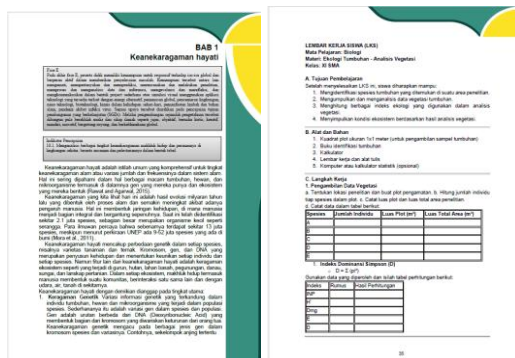
Gambar 2. Cover dan Halaman Penyusun



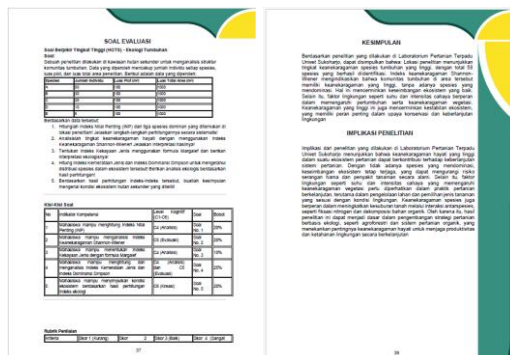
Gambar 3. Kata Pengantar dan Daftar Isi



Gambar 4. Skenario Pembelajaran



Gambar 5. Materi dan Lembar Kerja



Gambar 6. Penutup

Modul yang dikembangkan memuat lima komponen utama sesuai standar penyusunan bahan ajar, yaitu: (1) pendahuluan berisi tujuan pembelajaran,

kompetensi yang diharapkan, petunjuk penggunaan modul, dan peta konsep; (2) materi inti yang memuat hasil identifikasi keanekaragaman Phanerogamae di Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan, termasuk klasifikasi taksonomi, ciri morfologi, peran ekologis, serta keterkaitannya dengan keanekaragaman hayati di lingkungan sekitar; (3) lembar kerja siswa (LKS) yang dirancang untuk memandu kegiatan ilmiah seperti identifikasi spesies, pencatatan data lapangan, dan analisis vegetasi; (4) soal evaluasi yang mengukur pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir tingkat tinggi; serta (5) penutup berupa rangkuman materi dan refleksi pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran berbasis modul ini dapat dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, siswa melakukan pengamatan langsung ke Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan untuk mengidentifikasi berbagai spesies tumbuhan, mencatat data keanekaragaman, dan menganalisis indeks ekologi. Kedua, apabila pengamatan lapangan tidak memungkinkan, siswa dapat menggunakan data hasil penelitian yang telah disajikan dalam modul sebagai bahan analisis. Dengan dua alternatif ini, modul tetap memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan berbasis ilmiah, baik melalui kegiatan observasi langsung maupun analisis data sekunder.

Uji Coba Produk Awal

Tahap pengujian awal modul dilaksanakan guna mendapatkan penilaian secara deskriptif kuantitatif terhadap draf Modul yang telah dirancang. Pengujian ini dilaksanakan di Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo dengan membagikan lembar penilaian berupa instrument penilaian kepada validator guna menilai draf modul. Validator dalam tahap ini terdiri dari ahli materi dan ahli modul. Pendekatan ini sejalan dengan pendapat Nugroho, Prayitno & Maridi (2017) dan Arpan et al, (2018) yang mengungkapkan bahwa tahap uji coba awal produk mencakup proses validasi draf modul oleh validator ahli. Validasi yang dilakukan oleh ahli materi mencakup aspek pembelajaran dan aspek materi/isi. Hasil evaluasi terhadap validitas materi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil evaluasi terhadap validitas materi draf modul

Validator	Presentase Skor (%)	Kategori/Kriteria
1	96,86	Sangat Layak
2	96,86	Sangat Layak
3	100	Sangat Layak
4	88,51	Sangat Layak
5	90,18	Sangat Layak

Validasi ahli modul mencakup Aspek organisasi penyajian secara umum, aspek penyajian yang mempertimbangkan kebermanaknaan dan kebermanfaatan, aspek keterlibatan aktif siswa, aspek tampilan keseluruhan, serta aspek anatomi buku/modul Pelajaran, aspek variasi dalam cara penyampaian informasi, aspek memperhatikan kode etik dan hak cipta. Hasil evaluasi terhadap validitas modul dapat ditemukan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil evaluasi terhadap validitas modul

Validator	Presentase Skor (%)	Kategori/Kriteria
1	99,00	Sangat Layak
2	96,36	Sangat Layak
3	95,04	Sangat Layak
4	88,44	Sangat Layak
5	91,08	Sangat Layak

Hasil rata-rata validasi dari ahli materi dan ahli modul disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rata Rata hasil Validasi dari ahli Materi dan ahli modul

No	Validasi	Presentase Skor (%)	Kategori/Kriteria
1	Ahli Materi	94,48	Sangat Layak
2	Ahli Modul	93,98	Sangat Layak

Tabel 6. Masukan dan Revisi dari Ahli Materi

Saran	Perbaikan
a. Pada gambar dan keterangan klasifikasi harus di sertai sumber pustaka	a. Mencantumkan sumber pustaka pada gambar
b. Sudah cukup bagus, hanya saja ada beberapa kalimat yang kurang efektif, perlu pengecekan terhadap keefektifan kalimat supaya mudah dipahami	b. Melakukan pengecekan dan pengantian untuk keefektifan kalimat yang digunakan dalam modul
c. Sebaiknya evaluasi dilakukan pada setiap BAB dan dilengkapi kisi-kisi dan rubrik penilaian	c. Membuat evaluasi di akhir setiap BAB yang di lengkapi kisi kisi dan rubrik penilaian

Tabel 7. Masukan dan Revisi dari Ahli Modul

Saran	Perbaikan
a. Nama ilmiah harus italic	a. Nama ilmiah yang ada dalam modul di ganti <i>italic</i>
b. BAB 2 Paragraf 2. Ada sesuatu yang missed	b. Pada bab 2 paragraf 2 diperjelas agar tidak ada yang missed

No	Validasi	Presentase Skor (%)	Kategori/Kriteria
	Rata rata	94,23	Sangat Layak

Revisi Produk Awal

Revisi produk awal dilakukan untuk menyempurnakan rancangan modul berdasarkan masukan dari ahli materi dan ahli modul sebelum diuji dalam uji lapangan terbatas. Hal ini sejalan dengan pendapat Saputra & Advinda (2018) yang menyatakan bahwa validasi yang dilakukan menghasilkan masukan serta saran perbaikan sebelum modul diuji dalam lingkup terbatas. Output pengujian awal produk menjadi dasar untuk Menyesuaikan revisi berdasarkan umpan balik dari ahli materi, sebagaimana tercantum dalam Tabel 6. Selain melakukan validasi terhadap draf modul, ahli modul juga menyampaikan masukan yang kemudian di perbaiki. Saran dan perbaikan dari ahli modul yang tercantum dalam Tabel 7.

Setelah dilakukan revisi terhadap draf modul, hasil analisis validasi oleh ahli materi dan ahli penyajian menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase penilaian sebesar 94,23%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Temuan ini sejalan dengan pendapat Nugroho & Subiyantoro (2017) dan Suryani & Sandika (2022), yang menyatakan bahwa skor kelayakan dalam rentang 81–100% diklasifikasikan sebagai sangat layak.

Saran	Perbaikan
c. Pada gambar identifikasi (mungkin akan lebih baik di berikan skala)	c. Pada gambar identifikasi di berikan skala, agar gambar tersusun rapi
d. Rubrik penilaian mohon ditambahkan	d. Menambahkan rubrik penilaian di setiap Soal evaluasi dan Lembar Kerja Siswa
e. Skenario Pembelajaran belum ada	e. Menambahkan skenario pembelajaran
f. Sebaiknya dilengkapi dengan sumber dan tahun di setiap rumurs/formula, gambar, grafik, table jika memang menyadur dari orang lain.	f. Menambahkan sumber pada gambar dan grafik.
g. Penulisan formula/Rumus sebaiknya diperhatikan tata letaknya	g. Menganti penulisan formula/rumus
h. Sebaiknya lembar kerja dan evaluasi ada di setiap BAB	h. Menambahkan lembar kerja siswa dan soal evaluasi di setiap bab

Uji Lapangan Terbatas

Uji coba lapangan dalam skala terbatas dilakukan untuk memperoleh evaluasi terhadap produk utama, yaitu modul keanekaragaman *phanerogamae* (tumbuhan tinggi) (Puspita, 2019; Haka et al., 2021). Pada tahap ini, uji coba difokuskan pada praktisi, yaitu 2 orang guru biologi, yang diminta memberikan penilaian melalui lembar instrumen evaluasi terkait aspek kelayakan isi, kejelasan penyajian, keterpaduan materi dengan kurikulum, serta potensi penerapan dalam pembelajaran. Kegiatan dililakukan di sekolah tempat guru tersebut mengajar yaitu SMA Veteran Sukoharjo. Uji coba tidak melibatkan siswa karena penelitian ini masih berada pada tahap validasi kepraktisan awal untuk memastikan modul telah sesuai secara substansi dan pedagogis sebelum diimplementasikan lebih luas pada peserta didik dalam penelitian tahap berikutnya.

Evaluasi yang dilakukan oleh Pandangan praktisi guru biologi mengenai modul *phanerogamae* meliputi aspek organisasi penyajian umum, aspek penyajian mempertimbangkan kebermanaknaan dan kebermanfaatan, aspek melibatkan siswa secara aktif, aspek tampilan umum, aspek anatomi buku/modul Pelajaran, aspek variasi dalam cara penyampaian informasi, aspek memperhatikan kode etik dan hak cipta. Hasil uji validitas oleh guru biologi disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Kepraktisan oleh Guru Biologi

Praktisi	Presentase skor (%)	Kategori/kriteria
Guru 1	91,08	Sangat layak
Guru 2	88,44	Sangat layak
Rata-rata	89,76	Sangat layak

Revisi Produk Kedua

Setelah uji validitas dari guru biologi diperoleh berbagai saran dan masukan yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam proses revisi pada modul Keanekaragaman *phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi) seperti yang tertera pada Tabel 9.

Tabel 9. Saran dan perbaikan dari guru biologi

Saran	Perbaikan
a. Tata tulis dan performatan perlu di tinjau kembali	a. Meninjau dan mengganti tata tulis yang salah
b. Beberapa penjelasan materi perlu diberi sumber pustaka yang relevan	b. Menambahkan sumber pustaka yang relevan pada setiap materi
c. Pada pendahuluan bisa di perluas/ditambahkan lagi pembahasannya	c. Memperluas cakupan pembahasan di pendahuluan

Setelah dilakukan perbaikan modul Keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi) selanjutnya, dilakukan analisis rata-rata Penilaian yang dilakukan oleh guru biologi menunjukkan bahwa modul biologi memperoleh persentase penilaian sebesar 89,76%, sehingga dikategorikan sangat layak. Temuan ini sejalan dengan pendapat Puspita (2019) dan Haka et al. (2021) yang menunjukkan bahwa nilai dalam rentang 81–100 tergolong dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan hasil validasi, modul tersebut berfungsi sebagai bahan ajar biologi pada materi Keanekaragaman *Phanerogamae* (Tumbuhan Tinggi) diharapkan dapat membantu membentuk dan meningkatkan karakter siswa guna

mendukung kemandirian dalam belajar dengan mengikuti langkah-langkah yang ditetapkan dalam modul, capaian pembelajaran, dan kurikulum yang diterapkan.

Merujuk pada Tabel 5, rekapitulasi hasil validasi mengindikasikan bahwa aspek materi dalam modul dikategorikan layak dengan persentase 94,48 % dengan kategori sangat layak. Berdasarkan Tabel 5, validasi yang dilakukan oleh ahli modul menunjukkan persentase 93,98 %, yang dikategorikan memenuhi syarat dengan predikat sangat layak. Sementara itu, penilaian dari guru biologi dalam Tabel 8 mencapai 89,76%, yang juga tergolong sangat layak. Dengan demikian, secara keseluruhan bahan ajar biologi pada materi *Phanerogamae* (tumbuhan tinggi) memperoleh penilaian dengan kategori sangat layak. Temuan ini sejalan dengan pendapat Nugroho & Subiyantoro (2017); Puspita (2019) dan Haka et al. (2021), yang menegaskan bahwa skor dalam rentang 81–100 dikategorikan memenuhi syarat dengan predikat sangat layak. Rata-rata hasil validasi dapat dijelaskan berdasarkan data yang diperoleh.

Modul berperan penting dalam proses pembelajaran, karena informasi yang termuat di dalamnya tidak hanya harus mampu memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam belajar, tetapi juga efektif dalam membantu mereka mencapai keterampilan yang diharapkan. Oleh karena itu, modul harus memenuhi kriteria validitas (Amrina & Arifin, 2020; Dewi et al., 2020). Suatu modul dinyatakan layak oleh validator apabila Modul telah disusun dengan memenuhi semua kriteria yang ditetapkan, termasuk petunjuk penggunaan yang jelas, format yang sesuai, penyajian materi yang sistematis, dan materi pembelajaran yang relevan, sehingga memudahkan siswa dalam memahami informasi (Sari, et al 2017; Dewi et al., 2020; Kartika et al., 2020).

Implikasi dari modul yang layak dalam pembelajaran biologi adalah modul yang tidak hanya valid secara materi, tetapi juga praktis dan efektif dalam meningkatkan pemahaman serta keterampilan siswa. Modul yang layak harus memenuhi standar kelayakan, seperti memiliki kesesuaian dengan kurikulum, penyajian yang

sistematis, bahasa yang komunikatif, serta didukung oleh hasil penelitian yang relevan. Menurut Prastowo (2012), modul yang baik harus bersifat self-instructional (dapat dipelajari secara mandiri), *self-contained* (memuat materi lengkap), dan *user-friendly* (mudah dipahami). Selain itu, modul yang efektif juga harus mendorong keterlibatan aktif siswa, misalnya melalui Lembar Kegiatan Siswa (LKS) dan disertai kegiatan penelitian. Dengan adanya modul yang layak, pembelajaran dapat lebih kontekstual, menghubungkan teori dengan temuan empiris, serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan saintifik siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Ummah et al., (2020) dan Latifa (2021) yang menunjukkan bahwa modul berbasis penelitian mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis secara signifikan. Oleh karena itu, pengembangan modul yang layak harus mempertimbangkan aspek validitas, keterbacaan, serta efektivitas dalam mendukung pembelajaran berbasis potensi lokal.

Hasil penilaian oleh ahli materi menunjukkan yang menunjukkan modul pembelajaran sangat layak mencerminkan bahwa modul sudah sesuai dengan standar kualitas dalam aspek materi, penyajian, serta penerapannya dalam proses pembelajaran. Selain itu, struktur modul yang telah disusun mencakup berbagai komponen penting, seperti abstrak, kata pengantar, petunjuk penggunaan, materi pembelajaran, hasil identifikasi tumbuhan, lembar kerja siswa, serta soal evaluasi, yang dirancang agar mampu mendukung pembelajaran mandiri serta meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Akbar et al., 2024; Silaban & Manalu, 2024).

Berdasarkan penilaian oleh ahli materi, isi serta struktur modul termasuk dalam kategori valid dengan persentase 94,48 %. Namun, perlu dilakukan revisi lebih lanjut agar modul lebih efektif sesuai dengan saran ahli materi, terutama dalam meningkatkan keefektifan kalimat agar lebih mudah dipahami. Menurut Gustinasari et al. (2017), karena materi yang disusun telah selaras dengan kurikulum, validitas modul dalam isi pelajaran menegaskan bahwa perancangan materi di dalamnya tergolong sangat baik.. Hal ini terutama berlaku pada pendidikan

biologi, yang disusun berdasarkan fakta, prinsip, dan teori yang relevan.

Hasil penelitian ini juga menegaskan bahwa penerapan modul yang berbasis penelitian mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar biologi, terutama dalam memahami keanekaragaman *Phanerogamae* secara empiris. Siswa tidak hanya mendapatkan informasi dari buku teks, tetapi juga diajak untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis melalui pengamatan langsung terhadap spesies tumbuhan yang telah diidentifikasi (Hadianto, 2020; Nugroho, Wati & Ramli, 2021). Selain itu, modul ini mengintegrasikan berbagai konsep ekologi seperti Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman, indeks kekayaan spesies, indeks pemerataan spesies, dan indeks dominansi yang diimplementasikan melalui rangkaian aktivitas ilmiah berbasis potensi lokal. Peserta didik tidak hanya mempelajari konsep tersebut secara teoretis, tetapi juga menerapkannya secara langsung melalui kegiatan penelitian lapangan sederhana (*guided inquiry*) pada ekosistem lokal di sekitar sekolah, seperti lahan pertanian, kebun sekolah, atau ruang terbuka hijau setempat. Dalam aktivitas tersebut, siswa melakukan pengamatan vegetasi, pencatatan data spesies, pengukuran frekuensi dan dominansi tumbuhan, serta pengolahan data untuk menghitung berbagai indeks ekologi. Proses ini mendorong siswa untuk merumuskan pertanyaan penelitian, mengumpulkan dan menganalisis data empiris, serta menafsirkan hasil pengamatan berdasarkan kondisi lingkungan lokal. Dengan demikian, modul ini tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar, tetapi juga sebagai media pembelajaran berbasis penelitian yang memfasilitasi keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, sekaligus mengontekstualisasikan konsep-konsep ekologi melalui pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber belajar utama yang menjadi kebaruan dari pengembangan modul ini.

Keberhasilan pengembangan modul ini membuktikan bahwa pemanfaatan hasil penelitian sebagai bahan ajar dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran serta memotivasi siswa dalam memahami konsep-

konsep biologi (Anjarukmi et al., 2018; Wulandari et al., 2017). Modul pembelajaran berbasis potensi lokal Keanekaragaman *Phanerogamae* memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar berdasarkan ritme dan kecepatan mereka sendiri, menggali lebih dalam konsep-konsep yang relevan, serta mengembangkan keterampilan saintifik yang esensial bagi perkembangan akademik mereka. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan implikasi penting bagi dunia pendidikan, terutama dalam upaya pengembangan bahan ajar berbasis penelitian potensi lokal yang lebih aplikatif dan kontekstual. Ke depannya, modul semacam ini dapat terus dikembangkan dengan memperluas cakupan penelitian, melibatkan lebih banyak sampel, serta mengintegrasikan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran berbasis sains yang lebih interaktif dan adaptif terhadap kebutuhan siswa di era modern.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa modul keanekaragaman *Phanerogamae* berbasis potensi lokal keanekaragaman *phanerogamae* di Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar biologi di SMA, dengan persentase kelayakan oleh ahli materi 94,48%, ahli modul 93,98%, dan guru 89,76%. Modul berbasis data empirik ini berpotensi mendukung pemahaman siswa terhadap konsep ekologi dan biodiversitas lokal serta memberikan peluang terciptanya pembelajaran biologi yang lebih kontekstual dan aplikatif.

Modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal keanekaragaman *Phanerogamae* yang dikembangkan dirancang untuk mendukung pembelajaran biologi di tingkat SMA agar lebih kontekstual dan relevan dengan lingkungan belajar siswa. Modul ini memanfaatkan potensi lokal *Phanerogamae* di Laboratorium Pertanian Terpadu Jagan sebagai sumber data empirik dan aktivitas ilmiah, sehingga mendorong keterlibatan aktif dan kemandirian belajar peserta didik dalam memahami materi. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa modul yang dihasilkan memenuhi kriteria valid sebagai bahan ajar. Ke depan, modul ini berpeluang dikembangkan lebih lanjut

melalui integrasi teknologi digital serta diuji efektivitasnya terhadap peningkatan pemahaman konsep ekologi dan minat belajar siswa, sehingga dapat berkontribusi lebih optimal dalam mendukung pembelajaran biologi dan pencapaian tujuan pendidikan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Kami menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih kepada para validator ahli materi dan ahli modul, dan guru biologi, yang berpartisipasi dalam validasi dan pengujian modul. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, fokus utama pada penciptaan materi pengajaran yang menggunakan penelitian yang inovatif dan aplikatif.

Daftar Pustaka

- Aditia, M. T., & Muspiroh, N. (2013). Pengembangan modul pembelajaran berbasis sains, lingkungan, teknologi, masyarakat dan Islam (Salingtemasis) dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada konsep ekosistem kelas X di SMA NU (Nadhatul Ulama) Lemahabang Kabupaten Cirebon. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 2(2), 127-148. <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v2i2.478>
- Aji, K., Suherman, A., Kurniawan, F., & Achmad, I. Z. (2023). Literature review: The relationship between Merdeka Curriculum and student learning achievement. *Jurnal Pendidikan Jasmani (JPJ)*, 4(1), 17-30. <https://doi.org/10.55081/jpj.v4i1.732>
- Akbar, S. A., Sigit, D. V., & Komala, R. (2024). Improve Concept Understanding and Identifiability Using E-Modul Interaktif Microalga. *Jurnal Edutech Undiksha*, 12(1), 101-111. <https://doi.org/10.23887/jeu.v12i1.68147>
- Alberida, H., & Handayani, D. (2020). Pengembangan Asesmen Kemampuan Berpikir Kritis Materi Sistem Sirkulasi untuk Siswa SMA Kelas XI. *Simbiosis*, 9 (1), 39-51.. <https://doi.org/10.33373/sim-bio.v9i1.2423>
- Amrina, Z., & Arifin, S. (2020). Development of Mathematics Learning Module Based on a Synthific Approach To Fraction Materials for Iv Grade Students of Sd Negeri 38 Kuranji Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Pecahan Untuk Siswa Kelas Iv. *Jurnal CERDAS Proklamator*, 8(1), 1-9. <https://doi.org/10.37301/jcp.v8i1.52>
- Anggraini, A., & Sukardi, S. (2015). Pengembangan modul prakarya dan kewirausahaan materi pengolahan berbasis product oriented bagi peserta didik SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(3), 287-296.. <https://doi.org/10.21831/jpv.v5i3.6484>
- Anjarukmi, N., Sulistyarsi, A., & Pujiati, P. (2018, December). Penyusunan modul bioteknologi lingkungan berbasis riset dengan tema biodegradasi pewarna naftol sebagai bahan ajar biologi kelas XII SMA. *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS*, 3, 1-7.
- Arpan, P., Aunurrahman, A., & Fadillah, F. (2018). The Development of Science Learning Module with Problem Solving Method. *Journal of Education, Teaching and Learning*, 3(2), 195-205. <https://dx.doi.org/10.26737/jetl.v3i2.747>
- Darnella, R., Syarifah, S., & Afriansyah, D. (2020). Penerapan Metode Concept Mapping (Peta Konsep) dan Pengaruhnya terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Gerak di MAN 1 Palembang. *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial dan Sains*, 9(1), 73-86.. <https://doi.org/10.19109/intelektualita.v9i1.5579>
- Departemen Pendidikan Nasional (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan, Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional.

- Dewi, P. Y. A., & Primayana, K. H. (2019). Effect of learning module with setting contextual teaching and learning to increase the understanding of concepts. *International Journal of Education and Learning*, 1(1), 19-26. <https://doi.org/10.31763/ijelev.v1i1.26>
- Dewi, N. N. E., Santoso, H., & Lepiyanto, A. (2020). Pengembangan modul biologi metode POE (Predict, Observe, Explain) disertai nilai karakter materi sistem respirasi. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 12(2), 211-217. <https://doi.org/10.25134/quagga.v12i2.2898>
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2017). *Deep learning: Engage the world change the world*. Corwin Press.
- Gustinasari, M., Lufri, L., & Ardi, A. (2017). Development of Module Learning Based on Concept with Example on Cell Material for Students SMA. *Bioeducation Journal*, 1(1), 61-74. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v1i1.29>
- Hadad, N., Istikhori, H., Sirojudin, M. J., Kusban, H., & Supandi, H. (2025). Problem Kurangnya Bahan Ajar/Literatur Pendidikan Bagi Peserta Didik. *Journal of Islamic Religious Education*, 1(3), 132-137. <https://doi.org/10.70248/joire.v1i3.2827>
- Hadianto, A. (2020, March). Meta analysis the use of e-modules based on research based learning models. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1481, No. 1, p. 012067). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012067>
- Haka, N. B., Majid, E., & Pahrudin, A. (2021). Pengembangan e-modul android berbasis metakognisi sebagai media pembelajaran biologi kelas XII SMA/MA. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika*, 9(1), 71-83. <https://doi.org/10.23971/eds.v9i1.2155>
- Hartini, S. (2017). Pengembangan LKS dengan model inquiry discovery learning (IDL) untuk melatih keterampilan keterampilan proses sains pada pokok bahasan listrik dinamis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. <https://doi.org/10.20527/bipf.v5i1.2815>
- Irdawati, I., Chatri, M., Wulansari, K., Razak, A., & Fajrina, S. (2023). Development of stem-based biology e-module to improve student learning outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6694-6700. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4737>
- Kamuihkar, N., Silalahi, M., & Mamangkey, J. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Berpikir Kritis pada Materi Khusus Keanekaragaman Hayati Kelas X IPA SMA 1 Cawang Baru. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v6i1.361>
- Kartika, A. D., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H. (2020). *Pengembangan modul biologi berbasis problem based learning siswa SMK pertanian pada materi pewarisan sifat* (Doctoral dissertation, State University of Malang).
- Keiler, L. S. (2018). Teachers' roles and identities in student-centered classrooms. *International journal of STEM education*, 5, 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0131-6>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen pada kurikulum merdeka*. Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah.
- Khabibah, E. N., Masykuri, M., & Maridi, M. (2017). The effectiveness of module based on discovery learning to increase generic science skills. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 11(2), 146-153. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v11i2.6076>
- King, D., & Henderson, S. (2018). Context-based learning in the middle years: achieving resonance between the real-world field and environmental science

- concepts. *International Journal of science education*, 40(10), 1221-1238.
- Kuloğlu, A., & Karabekmez, V. (2022). The relationship between 21st-century teacher skills and critical thinking skills of classroom teacher. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 9(1), 91-101. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2022.9.1.551>
- Latifa, U. N. (2021). Pengembangan modul biologi berbasis penelitian fitoplankton di waduk mulur sukoharjo. *Journal of Biology Learning*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.32585/jbl.v3i1.1239>
- Maglinte, L., & Coronica, L. (2023). Effectiveness of constructivist e-learning module in General Biology. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(4), e23056-e23056. <https://doi.org/10.51798/sijis.v4i4.704>
- Marlina, M., Syafi'i, W., & Suwondo, S. (2025). Validity and practicality of ecosystem e-modules integrated with local wisdom to improve students' SCA and critical thinking skills. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(2), 728-741. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i2.40353>
- Mumpuni, K. E., Susilo, H., Rohman, F., & Ramli, M. (2022). Designing a module for learning plant biodiversity: An effort for conservation of local wisdom. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 85-96. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.22663>
- Ndari, W., & Mahmudah, F. N. (2023). Implementation of the Merdeka Curriculum and its challenges. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(3), 111-116. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.3.648>
- Ngangi, C. M. J., Ngangi, J., Moko, E. M., Sumampouw, H. M., Tanor, M. N., Rahardiyana, D., & Rawung, L. D. (2023). Validasi E-Modul Berbasis Penelitian Hematologi Rattus novergicus. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.34312/jebj.v5i1.17866>
- Ni'mah, S. N., & Noor, F. M. (2023). Development of Ethnoscience-Based Science Learning Module Oriented Science Process Skills of Students. *Journal of Insan Mulia Education*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.59923/joinme.v1i1.3>
- Nugroho, A. A., & Subiyantoro, S. (2017). Pengembangan Modul Sistematika Tumbuhan Tinggi Berbasis Guided Discovery untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Bio-Pedagogi*, 6(2), 19-24. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v6i2.20696>
- Nugroho, A. A., Hanik, N. R., & Harsono, S. (2017). Pengembangan Modul Biologi Molekuler Berbasis Learning Cycle 7E untuk Mahasiswa Pendidikan Biologi. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.25273/jems.v5i1.1780>
- Nugroho, A. A., Wati, W., & Ramli, M. (2021). A Meta Analysis of Inductive Learning-Based Modules to Improve Critical Thinking Skills in Science. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 27-34.
- Nugroho, E. S. B., Prayitno, B. A., & Maridi, M. (2017). Pengembangan Modul Berbasis React Pada Materi Jamur untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.32502/dikbio.v1i1.957>
- Prastowo, A. (2012). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Yogyakarta: Diva Press
- Puspita, L. (2019). Pengembangan modul berbasis keterampilan proses sains sebagai bahan ajar dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 79-88.

- <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22530>
- Rahmawati, R., Lestari, F., & Umam, R. (2019). Analysis of the effectiveness of learning in the use of learning modules against student learning outcomes. *Desimal: Jurnal Matematika*, 2(3), 233-240. <http://dx.doi.org/10.24042/djm.v2i3.4557>
- Saputra, A., & Advinda, L. (2018). Development of biology learning module nuanced quran in learning material of coordination system for Islamic senior high school students. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 11(1), 55-60.
- Sari, R. D. M. (2017). Pengembangan modul pembelajaran berbasis problem based learning pada kd mendeskripsikan bank sentral, sistem pembayaran dan alat pembayaran dalam perekonomian indonesia kelas x iis sman 1 krebung. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 5(3). <https://doi.org/10.26740/jupe.v5n3.p>
- Silaban, A. P. W., & Manalu, K. (2024). Development of a mindmap-based module to improve student learning outcomes in ecosystem biology learning material. *BIOINOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 6(1), 48-55. <https://dx.doi.org/10.20527/bino.v6i1.18666>
- Suarman, S., Hendripides, H., & Hikmah, N. (2018). Development of innovative teaching materials through scientific approach. *Journal of Educational Sciences*, 2(2), 14-22. <http://dx.doi.org/10.31258/jes.2.2.p.14-22>
- Sugiharto, B. (2011). Konsepsi guru IPA biologi SMP se-Surakarta tentang hakikat biologi sebagai sains. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning* (Vol. 8, No. 1, pp. 406-411).
- Suryani, S. I., & Sandika, B. (2022). Pengembangan e-modul biologi dilengkapi tokoh kartun materi sistem gerak siswa kelas XI MIPA SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 21-30. <https://doi.org/10.26740/jipb.v3n1.p21-30>
- Ummah, R., Suarsini, E., & Lestari, S. R. (2020). *Pengembangan e-modul berbasis penelitian uji antimikroba pada matakuliah mikrobiologi* (Doctoral dissertation, State University of Malang).
- Uslan, U., Saleh, M. M., & Linome, B. S. (2023). The Validation of Local Knowledge-Based Module (LKBM) as Character Development Modul for Elementary School Students in Kupang, Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(Special Issue), 619-626. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.6222>
- Wulandari, W., Widiyaningrum, P., & Setiati, N. (2017). Pengembangan Suplemen Bahan Ajar Biologi Berbasis Riset Identifikasi Bakteri untuk Siswa SMA. *Journal of Innovative Science Education*, 6(2), 155-161. <https://doi.org/10.15294/jise.v6i2.19713>