

Pengembangan Modul Mikrobiologi Berbasis Penelitian

Anggita Marta Pratiwi¹, Cicilia Novi Primiani^{2*}, Wachidatul Linda Yuhanna³

¹MTs. Muhammadiyah Pakis Barun Pacitan

²Farmasi, Universitas PGRI Madiun, Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Madiun, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding Author : primiani@unipma.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 20 Mei 2023

Revised: 19 Juni 2023

Accepted: 27 Agustus 2023

Published: 22 November 2023

Keywords

Module,

Research base,

Research & Development,

ADDIE

ABSTRACT

*The module is stated as a complete learning resource package which is composed of a series of learning processes. Modules are also a source of teaching materials that make it easier for students to achieve learning goals. Research-based modules are needed to improve student learning outcomes. Research-based modules enable students to achieve completeness criteria. The type of research used is research and development (Research & Development) with the ADDIE approach model. The small-scale test subjects were students in the fourth semester of the PGRI Madiun University Biology Education Study Program who had taken the Microbiology course. The instruments used were an initial needs questionnaire, a material and media validation questionnaire and a small-scale test questionnaire for students. The percentage of results from microbiology material expert validation was 80.5%, media expert validation was 91% and for small scale tests 91%. Based on these results, it can be concluded that the mycobiology module based on antibacterial test research on genitri plants (*Elaeocarpus sphaericus*) is valid and suitable for use as teaching material in microbiology courses.*

PENDAHULUAN

Pendidik saat ini masih banyak yang mengajar secara tradisional. Metode tradisional yang dimaksud adalah dengan cara ceramah yang mana mengandalkan komunikasi secara lisan antara pendidik dengan peserta didik. Modul yang dipakai pendidik adalah modul yang siap digunakan tanpa merencanakan dan menyusunnya dari hasil penelitian sendiri (Ningtyas et al., 2019 Anjarukmi et al., 2018). Modul dinyatakan sebagai suatu paket sumber belajar lengkap yang tersusun dari serangkaian proses belajar. Modul juga sebagai sumber bahan ajar yang memudahkan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Julianto, 2008). Modul berbasis penelitian diperlukan untuk meningkatkan hasil pembelajaran peserta didik. Modul memberikan cara belajar baru yang berisi pemahaman kontekstual maka peserta didik dapat

memahami konsep secara lebih nyata (Pratondo et al., 2018). Bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang berdasarkan fakta empiris. Modul disusun dengan sistematis yang mengedepankan aktivitas belajar peserta didik, tampilan yang menarik dan disajikan dalam bahasa yang komunikatif (Khoirudin, 2019).

Menurut (Fitriyati et al., 2015) modul dapat menunjukkan adanya peningkatan dalam pengembangan atau penerapan kurikulum berbasis penelitian yang menambah kualitas pembelajaran serta dapat memancing peserta didik supaya lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Modul berbasis penelitian membuat peserta didik mencapai kriteria ketuntasan (Setiyadi 2017). Modul berbasis penelitian khususnya mikrobiologi dapat mengarahkan mahasiswa memperoleh konsep, pengembangan kemampuan berfikir, keterampilan proses pembelajaran sains melalui kegiatan praktikum. Peserta didik juga tidak mengerti seberapa tinggi tingkat pemahaman terhadap materi yang ada dalam modul. Sumber bahan ajar berupa modul ini mendukung proses pembelajaran di kelas sehingga peserta didik dapat memahami materi yang ada (Yanita, 2017).

Mikrobiologi merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Madiun. Pada observasi yang telah dilakukan ditemukan permasalahan mengenai kebutuhan bahan ajar berupa modul. Modul yang digunakan saat ini masih bersifat umum, modul yang bersifat umum yaitu modul yang diterbitkan dan digunakan tanpa memperhatikan karakteristik penggunaannya (Wulansari et al., 2018). Modul yang digunakan saat ini juga bukan modul berbasis penelitian. Sehingga mahasiswa kesulitan dalam memahami isi dari modul tersebut (Rachmawaty, 2021). Modul yang digunakan juga harus sesuai dengan tingkat pendidikan. Mahasiswa saat ini membutuhkan modul yang berisi materi pembelajaran kontekstual yang disesuaikan dengan kehidupan nyata sehingga mahasiswa dapat membentuk atau menyusun pengetahuannya sendiri (Ningtyas et al., 2019). Mahasiswa yang masih menggunakan modul saat ini, masih kesulitan dalam melakukan praktikum karena kurang memahami isi dari modul tersebut, penjelasan serta penyajian materi yang kurang spesifik. Hasil praktikum mahasiswa yang masih banyak yang kurang sesuai karena isi modul yang tidak semua sesuai dengan apa yang dipraktikkan. Modul berbasis penelitian sangat dibutuhkan pada mata kuliah mikrobiologi sebagai buku pegangan mahasiswa sehingga memudahkan dalam kegiatan praktikum menggunakan bahan alam lokal (Sulistiyarsi et al., 2013). Modul yang digun Ketersediaan modul mikrobiologi berbasis penelitian juga akan membantu

mahasiswa dalam memahami materi sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Fidiastuti, 2016).

Tabel 1. Indikator Validasi Ahli Materi Mikrobiologi

Komponen yang di validasi		Indikator
Kesesuain dengan tema	materi	a. Kelengkapan materi b. Keluasan materi c. Kedalam materi
Keakuratan kebenaran materi	dan	a. Pendahuluan b. Kesesuaian isi atau materi dengan keterangan yang dijabarkan c. Bab I Sejarah dan Ruang Lingkup Mikrobiologi d. Bab II Mikroorganisme e. Bab III Bakteri f. Bab IV Media Pertumbuhan Mikroba g. Bab V Penelitian Uji Antibakteri h. Rangkuman Tugas Mandiri Refleksi
Materi pendukung pembelajaran		a. Kesesuaian dengan perkembangan IPTEK b. Kekinian, fitur, contoh, dan rujukan

Tabel 2. Indikator lembar validasi ahli media

Komponen yang di validasi		Indikator
Teknik penyajian	1. 2.	Sistematis penyajian Keruntutan penyajian
Kelayakan penyajian	1. 2. 3.	Bagian pendahuluan Bagian isi Bagian penutup
Kelayakan kegrafikan	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.	Ukuran buku Kesesuaian ukuran buku dengan Standar ISO Desain cover Komposisi dan ukuran unsure tata letak Huruf Desain isi buku Pencerminan isi buku Kelengkapan tata letak Tipografi isi

Tabel 3. Kriteria kelayakan modul mikrobiologi

Tingkat pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
81-100	Sangat baik	Tidak revisi/valid
61-80	Baik	Tidak revisi/valid
41-60	Cukup	Revisi/tidak valid
21-40	Kurang	Revisi/tidak valid
0-20	Sangat kurang	Revisi/tidak valid

Data hasil validasi oleh validator diolah menggunakan rumus yang telah di tentukan kedalam data kuantitatif sesuai dengan bobot skor yang sudah ada menurut (Safitri, 2016) untuk menghitung presentase nilai yaitu:

$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Presentase nilai
- x = Skor kriteria
- xi = Jumlah skor maksimal

Uji kelayakan modul menggunakan kriteria dengan persentase 60-80% dengan nilai minimal sehingga modul dinyatakan layak.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahapan ini implementasi dilakukan secara terbatas pada mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Biologi berjumlah 10 mahasiswa. Instrument yang digunakan yaitu membuat angket respon mahasiswa untuk mengetahui respon mahasiswa setelah menggunakan modul tersebut. Setelah data didapatkan selanjutnya melakukan uji deskriptif untuk mengetahui hasilnya. Berikut kriteria penilaian pengembangan bahan ajar menurut (Zunaidah, 2016).

Tabel 3.5 Kriteria Penilaian Pengembangan Bahan Ajar

Skor	Indikator
1	Tidak baik/tidak sesuai
2	Kurang baik/kurang sesuai
3	Baik/sesuai
4	Sangat baik/sangat sesuai

Tahapan kelima evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini merupakan tahap terakhir yang berisi seberapa efektif modul mikrobiologi yang telah di buat. Modul mikrobiologi di evaluasi berdasarkan validator, kritik, dan saran dari implementasi yang telah dilaksanakan, dengan memberikan perbaikan terhadap kekurangan dari modul supaya lebih baik. Peneliti melakukan revisi terakhir terhadap Modul Mikrobiologi yang telah dibuat. Tahap evaluasi bertujuan untuk mengetahui hasil akhir dari penelitian, guna untuk mengembangkan modul agar lebih sempurna dan berkualitas sehingga dapat disebarluaskan (Ambinari et al., 2019).

METODE

Penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah dengan desain ADDIE (*Analyze-Design-Development-Implementation-Evaluation*) terdiri dari lima tahapan, yaitu *analyze* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi) dan *evaluation* (evaluasi) (Mulyanitiningsih, 2018).

Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap ini menganalisis kebutuhan pokok penelitian yang dikembangkan melalui proses pengumpulan data yang berkaitan dengan kebutuhan media pembelajaran. Selain itu pada tahap ini juga menganalisis materi untuk mengetahui sumber belajar yang akan dimasukkan kedalam materi bahan ajar. Materi yang diperlukan yaitu materi

mikrobiologi yang diperoleh dari hasil penelitian. Pada tahap analisis materi melakukan eksperimen di Laboratorium II Biologi Universitas PGRI Madiun dengan melakukan pengamatan mengenai uji antibakteri tanaman genitri *E.sphaericus* terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap ini merancang layout atau kerangka modul yang disesuaikan dengan analisis kebutuhan mahasiswa mengenai bahan ajar yaitu modul mikrobiologi. Tahap perancangan (*design*) merupakan bagian dari penelitian model ADDIE. Pada tahap penelitian ini membuat cover/sampul dan template menggunakan aplikasi Ms.word, Corel draw X4, ukuran yang di pakai B5 (18,2 x 25,7 cm), font cambria dan font size menggunakan ukuran 11. Membuat layout pada setiap bab yang akan dimasukkan kedalam modul sesuai judul bab tersebut. Berikut isi materi pada modul mikrobiologi berbasis penelitian yang dibuat:

- a. Sampul depan dan belakang: sampul depan berisi judul, 3 gambar penelitian, dan nama penulis. Sampul belakang berisi tentang bagaimana gambaran modul diberi gambar penelitian.
- b. Halaman dalam cover/sampul: berisi judul modul “Modul Mikrobiologi Berbasis Penelitian Tanaman Genitri (*Elaeocarpus sphaericus*)”, nama penulis dan instansi penerbit.
- c. Halaman editor/redaksi: berisi nama penulis, judul, cetakan, penerbit, alamat penerbit, editor.
- d. BAB I PENDAHULUAN: Deskripsi Mata Kuliah Mikrobiologi, Tujuan Pembelajaran, Petunjuk Praktikum, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- e. BAB II SEJARAH MIKROBIOLOGI: Definisi Mikrobiologi, Sejarah & Ruang Lingkup Mikrobiologi, Cabang Mikrobiologi, Penemuan Mikrobiologi, Pentingnya Mikrobiologi, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- f. BAB III MIKROORGANISME: Karakteristik Sel Mikroba, Sel Prokariotik & Eukariotik, Struktur Sel, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- g. BAB IV BAKTERI: Jenis & Ciri Bakteri, Bentuk Bakteri, Interaksi Berbagai Bakteri, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- h. BAB V MEDIA PERTUMBUHAN MIKROBA: Macam-macam Sterilisasi, Nutrisi Mikroba, Media Kultur Mikroba, Bahan Media Pertumbuhan Mikroba, Macam-macam Media Pertumbuhan, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- i. BAB VI PENELITIAN UJI ANTIBAKTERI TANAMAN GENITRI: Potensi Bahan Alam Tanaman Genitri, Pembuatan Simplisia, Pembuatan Media, Sterilisasi Alat dan Bahan, Peremajaan Bakteri, Uji Antibakteri, Rangkuman, Tugas Mandiri, dan Refleksi.
- j. GLOSARIUM: berisi daftar istilah suatu ranah pengetahuan mengenai mikrobiologi.
- k. DAFTAR PUSTAKA: berisi sumber atau referensi yang di gunakan.
- l. BIOGRAFI PENULIS: berisi tiga biografi penulis yang di cantumkan dalam modul.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap ini yaitu mengembangkan modul hasil penelitian, dimana modul yang sering digunakan yaitu modul yang bukan dari hasil penelitian sendiri, apabila dipraktikkan secara langsung banyak yang kurang sesuai. Modul mikrobiologi yang dikembangkan melalui uji laboratorium uji antibakteri tanaman genitri (*Elaeocarpus shphaericus*) terhadap bakteri *E.coli* & *S.aureus* akan membantu mahasiswa dalam memahami penelitian tentang mikrobiologi. Materi dalam modul diperoleh dari hasil yang lebih nyata, dan disertai dengan bukti gambar serta bukti perhitungan diameter zona hambat dan efektivitasnya. Modul mikrobiologi berbasis penelitian sebelum diuji ke mahasiswa harus melakukan validasi modul. Uji validasai modul mikrobiologi oleh 4 orang ahli yang terdiri dari 2 orang ahli mikrobiologi dan 2 orang ahli media Universitas

PGRI Madiun. Komponen yang akan divalidasi dari segi bahasa sesuai dengan EYD, kesederhanaan struktur kalimat, komunikatif, kejelasan kalimat sehingga mudah di pahami. Komponen lain yang divalidasi dibuat dari segi isi modul yaitu sistematika penulisan modul, kebenaran isi, kejelasan tujuan, kelayakan sebagai modul pembelajaran biologi (Zunaidah, 2016).

Tabel 1. Indikator validasi ahli materi mikrobiologi

Komponen yang di validasi		Indikator
Kesesuain dengan tema	materi	a. Kelengkapan meteri b. Keluasan materi c. Kedalam materi
Keakuratan kebenaran materi	dan	a. Pendahuluan b. Kesesuaian isi atau materi dengan keterangan yang dijabarkan c. Bab I Sejarah dan Ruang Lingkup Mikrobiologi d. Bab II Mikroorganisme e. Bab III Bakteri f. Bab IV Media Pertumbuhan Mikroba g. Bab V Penelitian Uji Antibakteri h. Rangkuman Tugas Mandiri Refleksi
Materi pembelajaran	pendukung	a. Kesesuaian dengan perkembangan b. IPTEK Kekinian, fitur, contoh, dan rujukan

Tabel 2. Indikator lembar validasi ahli media

Komponen yang di validasi		Indikator
Teknik penyajian	1. 2.	Sistematis penyajian Keruntutan penyajian
Kelayakan penyajian	1. 2. 3.	Bagian pendahuluan Bagian isi Bagian penutup
Kelayakan kegrafikan	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.	Ukuran buku Kesesuaian ukuran buku dengan Standar ISO Desain cover Kompisisi dan ukuran unsure tata letak Huruf Desain isi buku Pencerminan isi buku Kelengkapan tata letak Tipografi isi

Tabel 3. Kriteria kelayakan modul mikrobiologi

Tingkat pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
81-100	Sangat baik	Tidak revisi/valid
61-80	Baik	Tidak revisi/valid
41-60	Cukup	Revisi/tidak valid
21-40	Kurang	Revisi/tidak valid
0-20	Sangat kurang	Revisi/tidak valid

Data hasil validasi oleh validator diolah menggunakan rumus yang telah di tentukan kedalam data kuantitatif sesuai dengan bobot skor yang sudah ada menurut (Safitri, 2016) untuk menghitung presentase nilai yaitu:

$$P = \frac{x}{xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase nilai

x = Skor kriteria

xi = Jumlah skor maksimal

Uji kelayakan modul menggunakan kriteria dengan persentase 60-80% dengan nilai minimal sehingga modul dinyatakan layak.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahapan ini implementasi dilakukan secara terbatas pada mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Biologi berjumlah 10 mahasiswa. Instrument yang digunakan yaitu membuat angket respon mahasiswa untuk mengetahui respon mahasiswa setelah menggunakan modul tersebut. Setelah data didapatkan selanjutnya melakukan uji deskriptif untuk mengetahui hasilnya. Berikut kriteria penilaian pengembangan bahan ajar menurut (Zunaidah, 2016).

Tabel 3.5 Kriteria Penilaian Pengembangan Bahan Ajar

Skor	Indikator
1	Tidak baik/tidak sesuai
2	Kurang baik/kurang sesuai
3	Baik/sesuai
4	Sangat baik/sangat sesuai

Tahapan kelima evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini merupakan tahap terakhir yang berisi seberapa efektif modul mikrobiologi yang telah di buat. Modul mikrobiologi di evaluasi berdasarkan validator, kritik, dan saran dari implementasi yang telah dilaksanakan, dengan memberikan perbaikan terhadap kekurangan dari modul supaya lebih baik. Peneliti melakukan revisi terakhir terhadap Modul Mikrobiologi yang telah dibuat. Tahap evaluasi bertujuan untuk mengetahui hasil akhir dari penelitian, guna untuk mengembangkan modul agar lebih sempurna dan berkualitas sehingga dapat disebarluaskan (Ambinari et al., 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap pertama *Analisis* tahap ini menganalisis kebutuhan akan bahan ajar merupakan tahap awal penelitian yang dilakukan melalui penelitian awal yaitu membuat angket wawancara seputar modul mikrobiologi kepada mahasiswa semester IV Program Studi Biologi, Universitas PGRI Madiun sejumlah 27 mahasiswa. Angket menggunakan alternatif jawaban YA/TIDAK. Dari hasil angket respon mahasiswa tersebut diperoleh permasalahan dan kebutuhan akan bahan ajar khususnya mata kuliah mikrobiologi. Pada tahap analisi kebutuhan akan bahan ajar khususnya modul mikrobiologi di peroleh dari hasil observasi yang dilakukan pada mahasiswa sehingga memperoleh permasalahan dan kekurangan pada bahan ajar yang digunakan (Fadzilah et al., 2020). Berdasarkan survei atau angket respon mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami modul mikrobiologi, modul yang digunakan saat ini gambar yang dimasukkan bukan dari hasil penelitian sendiri, tata bahasa kurang dipahami, banyak istilah istilah yang masih asing. Langkah-langkah dalam penelitian kurang bisa

dipahami. Mahasiswa membutuhkan bahan ajar khususnya modul mikrobiologi berbasis penelitian yaitu materi tentang mikrobiologi secara jelas dan terperinci. Adanya modul berbasis penelitian memberikan warna baru dan meningkatkan daya tarik belajar peserta didik karena tidak menyulitkan untuk mendapatkan pengetahuan pembelajaran (Wahyunarti et al., 2019).

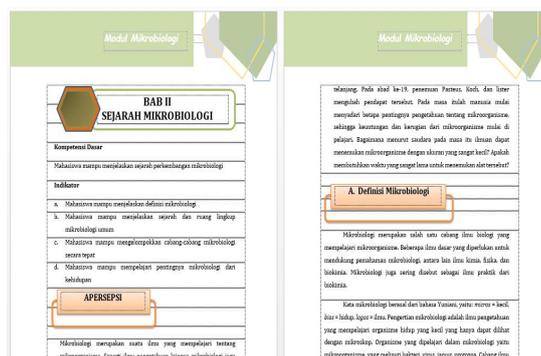
Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap *Perancangan* diawali menyusun materi dengan mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan materi mikrobiologi, dan bahan alam lokal yang digunakan untuk uji antibakteri khususnya tanaman genitri (*Elaeocarpus shaericus*). Menyusun kerangka modul sesuai sistematika, menentukan desain cover dan template modul supaya tersusun rapi dan menarik (Kurniawati, 2018).



Gambar 1. Sampul modul tampak depan dan belakang

Sampul depan dan belakang diberi warna dasar hijau toska, hijau muda dan hijau botol atau perpaduan berbagai warna hijau. Menurut (Tegeh, 2013) desain cover harus desain menarik dalam segi pemilihan warna dan gambar. Menarik dan mudah diingat menjadi hal yang diutamakan dalam mendesain grafis sampul, antara unsur utama, keterangan dan tambahan harus saling berhubungan (Satriadi, 2021). Pemilihan warna hijau memberikan kesan segar dan membunmi sehingga lebih bisa mengontrol emosi dan memudahkan dalam berkomunikasi (Patrycia, 2013).



Gambar 2. Isi modul

Penentuan subab dalam isi modul harus berdasarkan topik yang akan dibahas modul disusun sesuai dengan kebutuhan peserta didik tujuannya supaya mahasiswa dapat belajar secara mandiri. Dengan demikian komponen modul harus berdasarkan pada petunjuk, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, latihan-latihan, informasi pendukung, dan evaluasi (Hisyam et al., 2019). Konsep-konsep disesuaikan dengan bab yang dibahas misalnya sejarah penemuan sel, pengertian sel, struktur dan fungsi sel, serta perbedaan sel prokariotik dan eukariotik (Murdani, 2018). Informasi yang

disampaikan dalam isi modul diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung. Selain itu pembelajaran lebih berguna karena sumber belajar yang disusun sesuai jenjang akademik. Hasil penelitian yang relevan perlu dijadikan materi dalam modul (Parmin, 2012).

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *Pengembangan* menurut (Kurniawati, 2018) pengembangan modul dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah direncanakan dari awal. Tahap pengembangan ini melakukan penyusunan Modul Mikrobiologi mulai dari penyusunan materi sampai validasi media. Validasi modul mikrobiologi di nilai oleh 4 vaidator yang ahli di bidangnya, 2 validas stor ahli materi Mikrobiologi dan 2 validator ahli media. Berikut tabel hasil validasi dari keempat validator ahli:

Tabel 4.6 Validasi Ahli Materi Mikrobiologi

NO.	Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Validator 1	Validator 2
1.	BAGIAN PEMBUKA	a. Sampul dalam	2	4
		b. Halaman editor	3	4
		c. Kata pengantar	3	4
		d. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	2	4
		e. Daftar Isi	3	4
2.	BAB I PENDAHULUAN	a. Deskripsi Mata Kuliah	3	4
		b. Petunjuk Penggunaan Modul	3	4
3.	BAB II MIKROORGA NISME	a. Apersepsi	2	4
		b. Definisi Mikrobiologi	2	4
		c. Sejarah & Ruang Lingkup Mikrobiologi	2	4
		d. Cabang Mikrobiologi	3	4
		e. Penemuan Mikrobiologi	2	4
		f. Rangkuman	2	4
		g. Tugas Mandiri	3	4
		h. Refleksi	2	4
4.	BAB BAKTERI III	a. Apersepsi	2	4
		b. Karakteristik Mikroba	2	4
		c. Sel Prokariotik & Eukariotik	2	4
		d. Rangkuman	3	4
		e. Tugas Mandiri	3	4
		f. Refleksi	3	4
5.	BAB BAKTERI IV	a. Apersepsi	3	4
		b. Jenis dan Ciri Bakteri	2	4
		c. Bentuk-bentuk Bakteri	2	4
		d. Interaksi	2	4

		Berbagai Jenis Mikroba		
		e. Rangkuman	2	4
		f. Tugas Mandiri	3	4
		g. Refleksi	3	4
6.	BAB V MEDIA KULTUR DAN PERTUMBUHAN A MIKROBA	a. Apersepsi	2	3
		b. Macam-macam Sterilisasi	2	4
		c. Nutrisi Mikroba	3	4
		d. Media Kultur Mikroba	2	4
		e. Bahan Media Pertumbuhan Mikroba	2	4
		f. Macam-macam Media Pertumbuhan	3	4
		g. Rangkuman	2	4
		h. Tugas Mandiri	3	3
		i. Refleksi	3	4
7.	BAB VI UJI ANTIBAKTERI	a. Apersepsi	3	3
		b. Pembuatan Simplisia	3	4
		c. Pembuatan Media	2	4
		d. Sterilisasi Alat dan Bahan	3	4
		e. Peremajaan Bakteri	3	4
		f. Uji Antibakteri	3	4
		g. Rangkuman	2	4
		h. Tugas Mandiri	3	3
		i. Refleksi	3	4
8.	BAGIAN PENUTUP	a. Glosarium	2	4
		b. Daftar Pustaka	2	4
		c. Biografi Penulis	3	4
JUMLAH			123	192

Validator ahli materi mikrobiologi memberikan komentar dan saran dalam lembar validasi dimana modul sudah cukup bagus, jelas dan rapi tetapi masih ada yang perlu diperbaiki supaya materi lebih mendalam, peletakan gambar yang belum rapi dan proposional, dan penguatan pada beberapa bagian hanya membutuhkan sedikit penyesuaian.

Tabel 4.7 Validasi Ahli Media

NO.	Indikator	Validator 1	Validator 2		
1.	Teknik Penyajian	Sistematika Penyajian	4	4	
		Keruntutan Penyajian	4	4	
2.	Kelayakan Penyajian	Bagian Pembukaan	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	4	3
			Kata Pengantar	4	4
			Daftar Isi	4	4
		Bagian Isi	BAB I Pendahuluan	3	4
			BAB II	3	4

Sejarah dan Ruang Lingkup Mikrobiologi				
	BAB III Mikroorganisme		4	4
	BAB IV Bakteri		4	4
	BAB V Media Kultur dan Pertumbuhan Mikroba		4	4
	BAB VI Uji Antibakteri		4	4
3.	Kelayakan Kefrafikan	Buku dengan Standar Nasional	3	4
		Desain Sampul Depan dan Belakan	3	3
		Desain Tamplate	3	4
		Komposisi dan ukuran unsur tata letak	2	3
		Kesesuaian Huruf	3	4
		Pencerminan isi buku	3	4
		Kelengkapan tata letak	4	3
JUMLAH			63	68

Validator ahli materi mikrobiologi memberikan komentar dan saran dalam lembar validasi dimana modul sudah bisa digunakan, tetapi perlu ada sedikit yang harus diperbaiki yaitu halaman dalam modul harus disesuaikan dan sumber gambar harus jelas.

Hasil validasi modul mikorbiologi berbasis penelitian uji antibakteri tanaman genitri (*Elaeocarpus sphaericus*) yang terdiri 2 komponen validasi yaitu ahli materi dan ahli media. Pada setiap komponen divalidasi oleh 2 validator, hasil dari validasi ahli materi memiliki nilai yaitu validator 1 jumlah nilai 123 sehingga jika dikonversikan kedalam nilai presentase yaitu 63 % dikatakan baik/tidak revisi, validator 2 jumlah nilai 192 sehingga jika dikonversikan kedalam presentase yaitu 98 %. Validasi ahli media memiliki nilai yaitu validator 1 jumlah nilai 63 sehingga jika di konversikan kedalam nilai presentase yaitu 88% sangat baik/tidak revisi, validator 2 jumlah nilai 68 sehingga jika dikonversi ke dalam nilai presentase yaitu 94% dikatakan sangat baik/tidak revisi. Hasil validasi dari ke 4 validator menunjukkan bahwa modul mikrobiologi berbasis penelitian uji antibakteri tanaman genitri (*Elaeocarpus sphaericus*) memiliki nilai rata rata 81-100% sehingga dikatakan sangat baik/ tidak revisi, sehingga layak untuk digunakan.

Hasil validasi modul mikrobiologi berbasis penelitian uji antibakteri tanaman genitri *E.sphaericus* dari segi materi mikrobiologi memperoleh presentase nilai 63% dan 98% sehingga modul di katakan layak/baik dengan sedikit revisi. Hasil validasi oleh ahli media ajar diperoleh presentase nilai 88% dan 94% sehingga dikatakan layak/sangat baik untuk digunakan. Modul mikrobiologi yang telah divalidasi direvisi sesuai komentar dan saran dari validator dan penguji, kemudian di uji skala kecil. Modul yang telah divalidasi dan uji skala kecil dan siap digunakan dan diterapkan kepada dosen, mahasiswa, bahkan guru dan siswa khususnya pada materi bakteri dan mikrobiologi.

Berdasarkan hasil pengembangan modul mikrobiologi berbasis penelitian uji antibakteri tanaman genitri (*Elaeocarpus sphaericus*) yang telah divalidasi oleh 4 validator dapat disimpulkan bahwa perolehan nilai presentase 80,5% untuk ahli materi

dan 91% untuk ahli media. Menurut penelitian (Zunaidah, 2016) kriteria modul yang baik dan layak digunakan minimal 60-80% jika melebihi kriteria minimal maka dikatakan sangat baik dan layak untuk digunakan.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap *Implementasi* dengan melakukan uji skala kecil didistribusikan menggunakan angket yang dibuat digoogle form dengan mendapatkan hasil yang dihitung dengan rumus. Hasil uji skala kecil dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total presentasi uji skala kecil: } \frac{365}{400} \times 100\% = 91\%$$

Implementasi yang telah dilakukan ke seluruh item memiliki kategori layak dan kategori sangat baik. Total presentase penilaian sejumlah 91%, berdasarkan kualifikasi kelayakan (Zunaidah, 2016) kategori tersebut termasuk kedalam kategori sangat baik/layak digunakan.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap *Evaluasi* layout modul hanya berisi materi, rangkuman dan tugas mandiri setelah adanya revisi atau perbaikan maka diganti dengan menyertakan apersepsi, materi, rangkuman, tugas mandiri, dan juga terdapat refleksi. Template yang digunakan awalnya berwarna biru perpaduan dengan warna abu dan kuning setelah dipadukan dengan cover yang sudah di perbaiki dibuat warna hijau muda supaya lebih senada dengan cover yang sudah direvisi. Pada bab V terdapat bab tentang bahan alam lokal membahas mengenai tanaman genitri (*Elaeocarpus sphaericus*) diganti dengan subbab Media Pertumbuhan Mikroba. Pada bab VI menambahkan subbab tentang Tanaman Genitri (*Elaeocarpus sphaericus*), hasil analisis zona hambat menggunakan one-way anova sehingga diketahui efektifitas tanaman genitri terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichai coli* & *Staphylococcus aureus*. Pengembangan modul mikrobiologi berbasis penelitian uji antibakteri tanaman genitri *E.sphaericus*, dapat dikatakan sesuai dengan kriteria tersebut karena sudah lengkap mulai dari sampul, materi, kegiatan belajar dan komponen lainnya. Berdasarkan hal tersebut modul yang dikembangkan telah memenuhi karakteristik modul dimana modul harus jelas, memuat uraian materi pembelajaran secara lengkap dan utuh, mudah dipahami, sumber yang digunakan jelas, memuat tujuan pembelajaran, bersahabat, adaptif serta dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik (Rahim, 2019).

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk yang dikembangkan berupa modul mikrobiologi berbasis penelitian. Modul telah divalidasi oleh validator ahli materi mikorbiologi dan media, kemudian diuji skala kecil dengan 10 mahasiswa semester IV Universitas PGRI Madiun. Hasil validasi materi diperoleh presentasi sebesar 80,5%, ahli media 91% dan untuk uji skala kecil memperoleh presentasi sebesar 91%. Hasil dari validasi dan uji skala kecil bahan ajar maka dapat di katakana layak/dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambinari, M., Yuhanna, W. L., & ... (2019). Penyusunan Modul Anatomi Dan Histologi Hewan Berbasis Hasil Penelitian. *Prosiding Seminar ...*, September, 29–35. <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/simbiosis/article/view/635>
- Anjarukmi, N., Sulistyarsi, A., Biologi, P., & Timur, J. (2018). *Penyusunan modul bioteknologi lingkungan berbasis riset dengan tema biodegradasi pewarna nafthol sebagai bahan ajar biologi kelas xii sma*. September, 276–280.
- Fadzilah, L., Studi, P., Fisika, P., Keguruan, F., Ilmu, D. A. N., & Madiun, U. P. (2020). *Discovery-character experiment: pengembangan lembar kerja siswa (lks) untuk meningkatkan sikap ilmiah siswa*.
- Fidiastuti. (2016). Pengembangan Modul Matakuliah Mikrobiologi Melalui Biodegradasi Memanfaatkan Potensi Bakteri Indigen Developing Modul of Microbiology Subject Through Biodegradation By Using the Potencial of Indigen Bacteria. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(2), 125–132. <https://media.neliti.com/media/publications/138585-ID-developing-modul-of-microbiology-subject.pdf>
- Fitriyati, U., Mufti, N., & Lestari, U. (2015). Pengembangan Modul Berbasis Riset Pada Matakuliah Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(3), 118–129.
- Hisyam, M., Sunarmi, & Sulisetijono. (2019). Penyusunan Modul Pembelajaran Berbasis Sains Teknologi dan Masyarakat (STM) Pada Konsep Bioteknologi (Sebagai Bahan Ajar SMA Kelas XII). *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(2), 57–65.
- Julianto. (2008). Peningkatan Kualitas Pembelajaran: Antara Profesionalitas Guru , Media Pembelajaran Dan. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 1(1), 32–38.
- Khoirudin, M. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Biologi Berbasis Scientific Approach Terintegrasi Nilai Keislaman Pada Materi Interaksi Antar Makhluk Hidup Dengan Lingkungan. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 1(1), 33. <https://doi.org/10.29300/ijisedu.v1i1.1403>
- Kurniawati, A. (2018). Pengembangan Modul Materi Barisan dan Deret Kelas X SMK dengan Pendekatan REACT. *PRISMATIKA: Jurnal Pendidikan Dan Riset Matematika*, 1(1), 10–22. <https://doi.org/10.33503/prismatika.v1i1.298>
- Mulyanitiningsih. (2018). *Pengembangan Model*. 4(1).
- Murdani. (2018). Pengembangan Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Materi Sistem Organisasi Kehidupan Tingkat Sel. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 1(2), 163–176. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v1i2.363>
- Ningtyas, R. N., Suarsini, E., & Amin, M. (2019). *Eksplorasi Kebutuhan Bahan Ajar Mikrobiologi untuk Mahasiswa*. 1185–1189.
- Parmin. (2012). Pengembangan modul mata kuliah strategi belajar mengajar ipa berbasis hasil penelitian pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 8–15. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2006>
- Patrycia, Z. (2013). Pengaruh warna bagi suatu produk dan psikologis manusia. *MINDJournal*, 3(1), 31–48.
- Pratondo, B. S., Biologi, P., & Timur, J. (2018). *Penyusunan Modul Bioteknologi SMA Berbasis Riset Uji Potensi Enzim Selulase Dari Kapang Trichoderma viride Dalam Mendegradasi Bahan Selulosa*. September, 289–295.
- Rachmawaty, N. B. dan. (2021). *Perbedaan Penggunaan Modul Jaringan pada Tumbuhan Berbasis Pendekatan Saintifik dan Buku Paket Biologi terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 9 Pinrang*. vi, 1–13.
- Rahim, A. (2019). *Pengembangan Modul Praktikum Bengkel Elektronika*. 7–30.
- Safitri. (2016). Kelayakan Aspek Media dan Bahasa Dalam Pengembangan Buku Ajar dan Multimedia Interaktif Biologi Sel. *The New Oxford Shakespeare: Modern Critical Edition*, 3(2), 2359–2362. <https://doi.org/10.1093/oseo/instance.00208734>
- Satriadi, S. (2021). *Analisis Tipografi Pada Penulisan Cover Buku Novel Garapan Rintik*

Sedu.

https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=qFe-1boAAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=qFe-1boAAAAJ:kNdYlx-mwKoC

- Setiyadi, M. W. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, 3(2), 102–112. <https://doi.org/10.26858/est.v3i2.3468>
- Sulistiyarsi, A., Muh. Ardi, W., & Pujiati. (2013). *Uji Aktivitas Crude Enzim Selulase Kapang Penicillium sp pada Ubrat Ampas Tebu Sebagai Buku Pedoman Model Pembelajaran Berbasis Proyek*. 187–192.
- Tegeh. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian Pendidikan dengan ADDIE Model. *Jurnal Pendidikan*, 11(1), 16.
- Wahyunarti, M., Yahya, R., & Sundaryono, A. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Penelitian Pencegahan P. berghei pada Mus musculus terhadap Berpikir Kritis Mahasiswa. *PENDIPA Journal of Science Education*, 3(2), 77–83. <https://doi.org/10.33369/pendipa.v3i2.7694>
- Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal Untuk Siswa Kelas Xi Ips Man 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017. *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463>
- Yanita. (2017). *Penyusunan modul sma kelas x pada materi animalia berbasis keanekaragaman serangga ordo lepidoptera di hutan banjarejo ngawi*. September, 239–245.
- Zunaidah. (2016). Developing the Learning Materials of Biotechnology Subject Based on Students' Need and Character of Nusantara Pgri University of Kediri. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(1), 19–30. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v2i1.3368>