



Pengembangan Bahan Ajar Mikrobiologi Berbasis Pengelolaan Limbah Lokal

Development of Microbiology Teaching Materials Based on Local Waste Management

Asih Fitriana Dewi^{1*}, Tika Mayang Sari²

^{1,2}Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Metro 1, Jl. Ki. Hajar Dewantara 15A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111, Indonesia

Abstrak

Minimnya bahan ajar mikrobiologi yang mengangkat potensi lokal khususnya mengenai pengelolaan limbah organik secara mikrobiologi. Hal ini berdampak pada kesulitan memahami materi yang menyebabkan kurangnya pengaplikasian materi dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan menganalisis kelayakan serta respons pengguna bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal dalam mengelola limbah organik yang dikembangkan. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau dikenal dengan RnD (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model 4 D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, wawancara, dokumentasi, dan angket (validasi ahli materi dan validasi ahli media). Hasil uji kelayakan ahli materi diperoleh persentase rerata skor 95% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Hasil uji kelayakan ahli media diperoleh persentase rerata skor sebesar 96,7% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Data hasil uji coba kelompok kecil terkait respons mahasiswa menunjukkan respons yang positif terhadap bahan ajar yang dikembangkan dengan rerata persentase sebesar 90,3% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil uji kelayakan dan uji coba kelompok kecil maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal (pengelolaan limbah organik) dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran mikrobiologi.

Kata kunci: Bahan Ajar; Mikrobiologi; Pengelolaan Limbah Organik; Potensi Lokal

Abstract

More microbiology teaching materials must highlight local potential, especially regarding the microbiological management of organic waste. This impacts the difficulty of understanding the material, which causes a lack of application of the material in everyday life. This study aims to produce and analyze the feasibility and response of users of microbiology teaching materials based on local potential in managing developed organic waste. This is development research known as RnD (*Research and Development*). The development model used in this study is the 4 D model (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Data collection techniques use observation, interviews, documentation, and questionnaires (material and media expert validation). The material expert feasibility test results obtained an average percentage score of 95% with a very feasible category without revision. The media expert feasibility test results obtained an average percentage score of 96.7% with a very feasible category without revision. Data from small group trials related to student responses showed a positive response to the developed teaching materials, with an average percentage of 90.3% and an outstanding category. Based on the feasibility test results and small group trials, microbiology teaching materials based on local potential (organic waste management) can be used in microbiology learning.

Keywords: Teaching Materials; Microbiology; Local Potential, Organic Waste Management

Article History

Received: December 1st, 2021; Accepted: June 29th, 2024 ;Published: June 30th, 2024

Corresponding Author*

Asih Fitriana Dewi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Metro 1, asihfitrianaadewi@metrouniv.ac.id

© 2024 Bioedusiana. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Potensi lokal di kampung vaname tepatnya di desa Purworejo kecamatan Pasir Sakti kabupaten Lampung Timur berupa budidaya udang *vaname*. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur diketahui luas daerah budidaya perikanan di Pasir Sakti baik berupa tambak maupun empang yakni 2.175 hektar (Sugiyanto, 2020). Potensi lokal dapat diinternalisasikan ke dalam pembelajaran biologi agar peserta didik dapat mengembangkan pembelajaran biologi yang kontekstual (Situmorang, 2016). Dengan luas daerah budidaya yang memadai Pasir Sakti menjadi salah satu wilayah penghasil komoditas udang terbanyak di Lampung Timur. Sayangnya bukan hanya udang yang dihasilkan dalam budidaya ini melainkan juga menghasilkan limbah berupa limbah padat dan limbah cair.

Sistem pengelolaan limbah padat budidaya udang vaname yaitu dengan memindahkan limbah padat ke kolam penampungan yang nantinya dalam waktu tertentu akan dinaikkan ke atas dan dikeringkan serta digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan kompos melalui proses fermentasi. Sedangkan limbah cair budidaya udang vaname dalam sistem pengelolaan limbahnya dengan cara membuang pada saluran air, dan nantinya air tersebut pula yang akan dimasukkan kembali ke dalam kolam penampungan sebelum dipergunakan kembali untuk budidaya. Melimpahnya limbah cair budidaya udang Vaname menyebabkan penurunan kualitas air di wilayah budidaya udang Vaname. Dengan adanya penurunan kualitas air budidaya udang vaname menjadi dasar dalam pelaksanaan pengelolaan limbah dengan memanfaatkannya sebagai bahan dalam pembuatan POC. Limbah cair budidaya udang vaname dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan bantuan mikroorganisme melalui proses fermentasi (Sari, 2023).

Pengelolaan limbah budidaya vaname di kampung vaname ini dapat menjadi bahan ajar mikrobiologi sebagai salah satu bentuk penerapan teori ke dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, Bahan ajar merupakan kebutuhan pokok bagi peserta didik. Karena dengan bahan ajar dapat memperkuat motivasi peserta didik untuk belajar. Penggunaan bahan ajar dalam aktivitas belajar merupakan salah satu cara agar pembelajaran mampu mempengaruhi aktivitas belajar (Mulyasa, 2014). Penggunaan bahan ajar berbasis pengolahan limbah lebih memberikan efek terhadap psikomotor peserta didik pada saat proses pembelajaran, dengan lebih tingginya keaktifan dan minat belajar (Hidayah, et. al, 2014). Bahan ajar berbasis pengelolaan limbah berdasarkan hasil uji coba diketahui bahwa bahan ajar pencemaran berbasis pengolahan limbah efektif terhadap hasil belajar siswa (Fajeri et al., 2015). Bahan ajar yang berbasis potensi lokal dapat mengarahkan peserta didik dengan kondisi nyata lingkungan sekitar, sehingga dapat menimbulkan ketertarikan peserta didik dalam mempelajari materi (Sukirno, 2020).

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada mahasiswa Program Studi Tadris Biologi IAIN Metro diperoleh hasil belum adanya bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal dalam

pembelajaran mikrobiologi. Selain itu, sebanyak 80% mahasiswa menyatakan bahwa kesulitan dalam mencari materi pengelolaan limbah secara mikrobiologi dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dikarenakan minimnya materi yang membahas tentang sistem pengelolaan limbah secara mikrobiologi berbasis potensi lokal dan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini berdampak pada kesulitan memahami materi yang menyebabkan kurangnya pengaplikasian materi dalam kehidupan sehari-hari. Menurut (Haryanto, 2018) Pembelajaran yang berbasis potensi lokal yaitu pembelajaran yang melibatkan kondisi yang ada di kehidupan sehari-hari.

Sedangkan tentang pemahaman mahasiswa pada materi pengelolaan limbah secara mikrobiologi, 60% menyatakan belum memahami sistem pengelolaan limbah lokal secara mikrobiologi yang diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Dan 100% mahasiswa setuju jika terdapat bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal. Hal ini diperkuat dengan hasil wawancara dari dosen mikrobiologi di Program Studi Tadris Biologi IAIN Metro yang menyatakan bahwa Minimnya bahan ajar mikrobiologi yang mengangkat potensi lokal khususnya mengenai pengelolaan limbah organik secara mikrobiologi dan belum adanya pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal. Sehingga perlu dikembangkan bahan ajar Mikrobiologi yang memuat materi tentang pengelolaan limbah secara mikrobiologi agar pembelajaran Mikrobiologi lebih kontekstual bagi mahasiswa dan menampakkan potensi lokal dengan menggunakan lingkungan sekitar mahasiswa sebagai sumber belajar. Selain itu, temuan penelitian yang mengangkat potensi lokal akan memberikan peluang ter publikasikannya potensi tersebut (Ulfa, 2017). Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan menganalisis kelayakan serta respons pengguna bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal dalam mengelola limbah organik yang dikembangkan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau dikenal dengan RnD (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4 D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) (Thiagarajan, 1974). Subjek dalam penelitian ini yaitu seorang validator ahli materi (Auliya Dzakiyah, M.Pd.), seorang Validator ahli media (Anis Fajri Kurniawati, M.Pd.), dan 10 mahasiswa Tadris Biologi IAIN Metro yang telah menempuh mata kuliah Mikrobiologi. Data dalam penelitian ini berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil angket validasi ahli materi, hasil angket validasi ahli media, dan hasil angket respon uji coba kelompok kecil terhadap Bahan Ajar Mikrobiologi Berbasis Potensi Lokal (Pengelolaan Limbah Organik) yang telah dikembangkan. Sedangkan data kualitatif berupa masukan dan saran perbaikan selama proses validasi dan respons uji coba kelompok kecil.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu wawancara, eksperimen, *study literature* dan angket. Wawancara yang dimaksud untuk mengumpulkan informasi tentang pengelolaan limbah budidaya udang vaname di Kampung Vaname desa Purworejo kecamatan Pasir Sakti kabupaten Lampung Timur sebagai bahan dalam pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal (pengelolaan limbah organik) dan menganalisis kebutuhan bahan ajar mahasiswa di Program Studi Tadris Biologi IAIN Metro. Eksperimen bertujuan untuk melaksanakan percobaan pembuatan POC dari limbah cair budidaya vaname dan pembuatan kompos dari limbah padat budidaya Vaname. *Study literature* dimaksudkan untuk mencari referensi yang digunakan sebagai bahan penunjang dalam pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal (pengelolaan limbah organik) di Kampung *Vaname*. Angket kelayakan bahan ajar yang dikembangkan diperoleh dari angket yang diberikan kepada validator ahli materi dengan kisi-kisi instrumen angket dapat dilihat pada Tabel 1, angket ahli media dengan kisi-kisi instrumen angket dapat dilihat pada Tabel 2, dan angket respons uji coba kelompok kecil dengan kisi-kisi instrumen angket dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	Nomor Butir
<i>Subject matters</i>	Isi materi	1, 2, 3, 4
	Akurasi materi dengan tujuan belajar	5
	Bahasa	6,7
	Keakuratan Materi	8,9,10
<i>Affective considerations</i>	Motivasi belajar	11, 12
Pembelajaran	Sistematika penyajian materi	13, 14, 15

Tabel 2. Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Nomor Butir
<i>Visual</i>	Ukuran Bahan Ajar	1, 2
	Desain Sampul Bahan Ajar	3, 4, 5, 6
	Desain Isi Bahan Ajar	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Tabel 3. Kisi-kisi Angket Respons Uji Coba Kelompok Kecil

Aspek	Indikator	Nomor Butir
<i>Visual</i>	Bahasa	1,3
	Tampilan Bahan Ajar	2,9,
	Keakuratan Materi	4,8,10, 11, 12, 13
<i>Affective considerations</i>	Motivasi Belajar	5, 6, 7

Teknik Analisis data terhadap hasil validasi yang dilakukan oleh validator ditentukan dari persentase rata-rata skor kelayakan dengan menggunakan rumus *SV*. Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria sebagaimana terdapat dalam Tabel 4.

$$SV = \frac{\text{rataan skor masing - masing validator}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan: *SV* = persentase rataan skor hasil validasi

Setelah diperoleh persentase rataan skor hasil validasi kemudian menentukan kriteria kelayakan bahan ajar dengan menggunakan tabel kriteria pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kelayakan Bahan Ajar

SV Persentase	Kriteria	Keterangan
$90\% \leq SV \leq 100\%$	Sangat Layak	Tidak perlu revisi
$80\% \leq SV < 90\%$	Layak	Perlu Revisi
$60\% \leq SV < 80\%$	Kurang Layak	Revisi Besar
$0\% \leq SV < 60\%$	Tidak Layak	Belum dapat digunakan

Analisis respons uji coba kelompok kecil mahasiswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan diperoleh dari angket yang diberikan pada saat uji coba produk. Data hasil angket tanggapan mahasiswa berupa skor dianalisis dengan rumus:

$$\text{Persentase tanggapan mahasiswa} = \frac{\text{jumlah tanggapan positif}}{\text{jumlah mahasiswa keseluruhan}} \times 100\%$$

Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria sebagaimana terdapat dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kriteria Respon Mahasiswa terhadap Bahan Ajar yang dikembangkan

Persentase	Kriteria
$90\% \leq SV \leq 100\%$	Sangat Baik
$80\% \leq SV < 90\%$	Baik
$60\% \leq SV < 80\%$	Kurang Baik
$0\% \leq SV < 60\%$	Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Pengembangan Produk

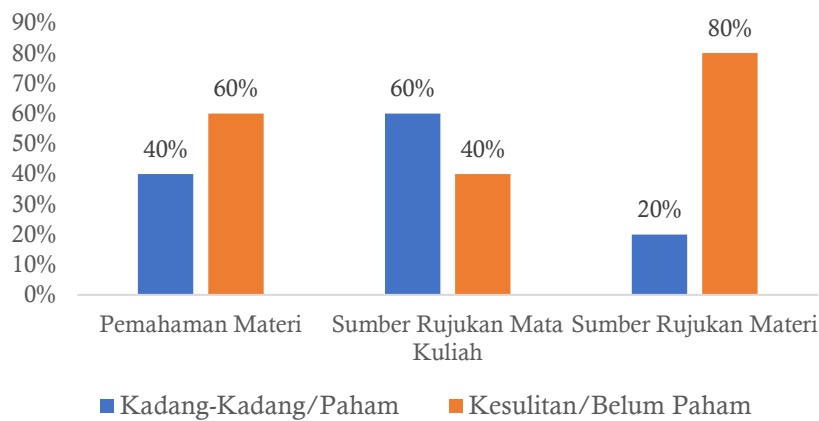
Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal dengan judul Budidaya dan Pengelolaan Limbah di Kampung *Vaname*. Pengembangan ini menggunakan langkah-langkah penelitian pengembangan model 4D (Thiagarajan, et al, 1974), dengan langkah-langkah meliputi: *Define* (pendefinisian), memaparkan tentang permasalahan serta kesenjangan yang ada dalam suatu proses pembelajaran. *Design* (perancangan), menjelaskan tentang konsep rancangan awal

produk dan spesifikasi produk yang dikembangkan. *Develop* (pengembangan) menjelaskan tentang mengembangkan produk sesuai dengan penilaian kelayakan dan saran dari validator.

Prosedur pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal dengan judul *Budidaya dan Pengelolaan Limbah di Kampung Vaname* terdiri dari beberapa tahap di antaranya:

a. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian dimulai dengan analisis kebutuhan yang dilakukan pada perkuliahan Mikrobiologi. Berdasarkan wawancara belum tersedia referensi yang secara spesifik membahas mengenai pengelolaan limbah organik berbasis potensi lokal. Hasil wawancara dan pengisian angket kebutuhan dengan mahasiswa Tadris Biologi IAIN Metro yang menempuh mata kuliah Mikrobiologi diperoleh hasil yang tertera pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil Analisis Kebutuhan Mahasiswa Tadris Biologi

Berdasarkan Hasil Analisis kebutuhan mahasiswa Tadris Biologi IAIN Metro pada Gambar 1, diperoleh persentase 60% mahasiswa belum memahami sistem pengelolaan limbah secara mikrobiologi yang diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. 40% mahasiswa mengalami kesulitan mencari referensi untuk mata kuliah mikrobiologi, 80% Mahasiswa mengalami kesulitan dalam untuk menemukan referensi yang membahas pengelolaan limbah lokal. Dan 100% mahasiswa setuju jika terdapat bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal. Berdasarkan analisis kebutuhan ini, maka dilakukan pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis lokal (pengelolaan limbah organik) di kampung Vaname.

b. Tahap Perancangan (*Design*)

Setelah melakukan analisis kebutuhan, selanjutnya dilakukan perancangan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal dikampung vaname. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan capaian pembelajaran mata kuliah Mikrobiologi
- 2) Menentukan format penulisan bahan ajar dengan jenis huruf *Times new Roman*, ukuran huruf 12, dan spasi 1,5.
- 3) Menentukan ukuran buku yaitu 13,5cm x 25cm dan jenis kertas Sidu (B5 70 GSM). Pemilihan kertas mempengaruhi kualitas produk dan hasil gambar yang akan dicetak. Maka perlu disesuaikan kualitas gambar ukuran jpeg 1280x1080 dpi agar hasil cetak warnanya tidak buram. Kualitas kertas yang baik akan membuat hasil cetak menjadi baik.
- 4) Menentukan jumlah Bab dalam buku. Buku disusun dalam 4 Bab, **Bab I** Budidaya Udang *Vaname*, **Bab II** Limbah Budidaya Udang *Vaname*, **Bab III** Pengelolaan Limbah Budidaya Udang *Vaname*, dan **Bab IV** Pemanfaatan Limbah Budidaya Udang *Vaname* sebagai pupuk organik cair.
- 5) Menentukan gambar-gambar berdasarkan materi. Penulis mendokumentasikan gambar-gambar pada lokasi budidaya udang *Vaname* yang diperlukan untuk menjang materi.
- 6) Penyusunan instrumen penilaian kelayakan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal di kampung *vaname*. Pada tahap desain, disusun juga instrumen penilaian kualitas produk yang dikembangkan dalam bentuk angket validasi ahli materi dan ahli media. Instrumen disusun berdasarkan kisi-kisi angket validasi ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan.

c. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Mengembangkan produk mulai desain cover, hingga pengembangan isi setelah selesai dilakukan validasi produk. Produk bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal (pengelolaan limbah organik) di kampung *vaname* ini dibuat dalam bentuk buku cetak (*printed*) dan buku digital (*pdf*). Pada tahap validasi dilakukan secara *online* menggunakan *soft file* dengan format file PDF buku yang telah dikembangkan. Kemudian dilakukan validasi produk oleh Auliya Dzakiyah, M.Pd selaku validator materi, Anis Fajri Kurniawati, M.Pd selaku validator media. Setelah produk selesai divalidasi, kemudian direvisi sesuai saran yang diberikan ahli. Validasi produk oleh ahli materi dan ahli media sebanyak 2 kali. Pada hasil validasi pertama diperoleh hasil layak dengan revisi, setelah

itu dilakukan revisi kemudian dilanjutkan dengan validasi ke-2 diperoleh hasil validasi layak tanpa revisi. Setelah dilakukan validasi dan diperoleh hasil validasi layak tanpa revisi dilanjutkan uji respons dengan menggunakan uji coba kelompok kecil terhadap 10 mahasiswa Tadris Biologi diperoleh hasil uji respons dengan kategori sangat baik.

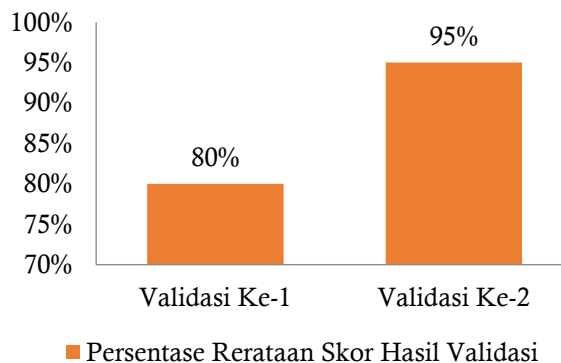
d. Tahap menyebarluaskan (*Disseminate*)

Pada tahap ini produk yang telah dikembangkan disempurnakan berdasarkan masukan dan saran pada tahap validasi dan hasil respons mahasiswa. Setelah produk selesai disebarluaskan ke mahasiswa berupa *softfile* dalam format Pdf.

2. Kelayakan Produk

a. Validasi Ahli Materi

Uji kelayakan bahan ajar yang telah dikembangkan salah satunya melalui angket validasi ahli materi. Uji kelayakan Produk pada ahli materi dilakukan sebanyak dua kali, dengan hasil validasi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

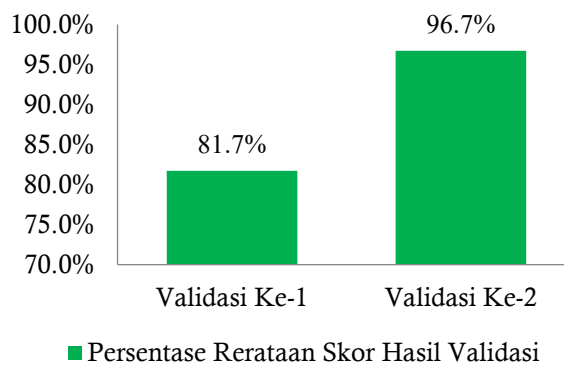


Gambar 2. Data Validasi Ahli Materi

Pada gambar tersebut terlihat perbedaan hasil validasi antara validasi pertama dan validasi kedua. Pada validasi pertama diperoleh persentase rerata hasil validasi ahli materi sebanyak 80% dengan kategori Layak dengan revisi. Pada validasi pertama mendapat beberapa catatan kemudian direvisi dan dilakukan validasi ke-2 diperoleh hasil validasi dengan persentase rerataan skor validasi sebanyak 95% dengan kategori sangat layak tanpa revisi.

b. Validasi Ahli Media

Uji kelayakan bahan ajar yang telah dikembangkan salah satunya melalui angket validasi ahli media. Uji kelayakan Produk pada ahli media dilakukan sebanyak dua kali, dengan hasil validasi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

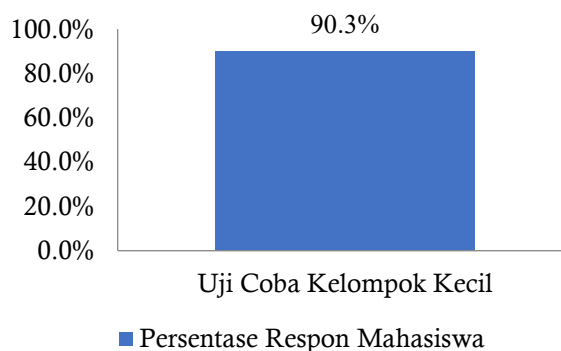


Gambar 3. Data Validasi Ahli Media

Pada validasi ahli media pertama diperoleh hasil persentase rerataan skor validasi sebanyak 81,7% dengan kategori layak dengan revisi. Pada validasi ke-2 diperoleh hasil persentase rerataan skor validasi sebanyak 96,7% dengan kategori sangat layak tanpa revisi.

3. Uji Respons pada Uji Coba Kelompok Kecil

Data hasil uji coba kelompok kecil pada mahasiswa Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Metro untuk memperoleh data respons mahasiswa terhadap bahan ajar yang telah di kembangkan dan telah dinyatakan layak oleh validator materi dan media. Respons mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Data Hasil Respons Mahasiswa

Berdasarkan Gambar 4 tersebut, dapat dilihat data hasil uji coba kelompok kecil pada mahasiswa Tadris Biologi IAIN Metro dimana respons yang diberikan terhadap produk yang dikembangkan dengan persentase rerataan skor respons mahasiswa sebanyak 90,3% dengan kategori sangat baik.

Pembahasan

Pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal (pengelolaan limbah organik) dikampung Vaname dengan judul budidaya dan pengelolaan limbah budidaya di kampung *vaname*. Penelitian pengembangan atau dikenal dengan RnD (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4 D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) (Thiagarajan, et al, 1974).

Tahap pertama yang dilakukan yaitu *Define*, peneliti melakukan analisis kebutuhan pada pembelajaran mata kuliah Mikrobiologi. Berdasarkan wawancara dan studi literatur, belum cukup tersedia referensi yang secara spesifik membahas mengenai pengelolaan limbah cair secara mikrobiologi berbasis potensi lokal. Hal ini dibuktikan dengan data hasil analisis kebutuhan mahasiswa yang menunjukkan persentase 60% mahasiswa belum memahami sistem pengelolaan limbah lokal secara mikrobiologi yang diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. 40% mahasiswa mengalami kesulitan mencari referensi untuk mata kuliah mikrobiologi, 80% Mahasiswa mengalami kesulitan dalam untuk menemukan referensi yang membahas pengelolaan limbah secara mikrobiologi berbasis potensi lokal. Dan 100% mahasiswa setuju jika terdapat bahan ajar berupa pengelolaan limbah secara mikrobiologi berbasis potensi lokal di kampung Vaname. Berdasarkan analisis kebutuhan ini, maka dilakukan pengembangan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal.

Tahap Perancangan (*Design*), perancangan bahan ajar yaitu menentukan capaian pembelajaran mata kuliah Mikrobiologi, format penulisan bahan ajar buku monograf dengan jenis huruf *Times new Roman*, ukuran huruf 12, dan spasi 1,5, ukuran buku monograf yaitu 13,5cm x 25cm dan jenis kertas Sidu (B5 70 GSM), gambar ukuran jpeg 1280x1080 dpi, jumlah Bab dalam buku monograf. Buku monograf disusun dalam 4 Bab, **Bab I** Budidaya Udang *Vaname*, **Bab II** Limbah Budidaya Udang *Vaname* (Delgado, 2001), **Bab III** Pengelolaan Limbah Budidaya Udang *Vaname* (Tim Perikanan WWF-Indonesia. 2014), dan **Bab IV** Pemanfaatan Limbah Budidaya Udang *Vaname* sebagai pupuk organik cair (Sari, 2022), Peneliti mendokumentasikan gambar-gambar pada lokasi budidaya udang *Vaname* yang diperlukan untuk menunjang materi. Selain mendesain bahan ajar pada tahap ini juga dilakukan penyusunan instrumen penilaian kelayakan bahan ajar mikrobiologi berbasis pengelolaan limbah lokal dikampung Vaname. Pada tahap desain, disusun juga instrumen penilaian kualitas produk yang dikembangkan dalam bentuk angket validasi ahli materi dan ahli media. Instrumen disusun berdasarkan kisi-kisi angket validasi ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan. Pada tahap desain selain perencanaan bahan ajar kegiatan yang dilakukan yaitu observasi dan wawancara kepada anggota POKDAKAN Mina Bahari di kampung Vaname yang beralamatkan di desa purworejo kecamatan Pasir Sakti kabupaten Lampung Timur, data yang diperoleh yaitu data dan dokumentasi tentang budidaya vaname, limbah yang dihasilkan dalam budidaya vaname

dan pengelolaan limbah budidaya vaname. data inilah yang digunakan sebagai referensi dalam pengembangan bahan ajar berbasis potensi lokal. Selain melakukan observasi peneliti juga melakukan eksperimen pembuatan POC dari limbah cair budidaya Vaname dan pembuatan kompos dari limbah padat budidaya udang vaname, dan melakukan uji coba penggunaan POC dan kompos pada tanaman cabai dan bunga Kamboja dengan hasil pertumbuhan pada kedua tanaman menunjukkan perbedaan pertumbuhan antara tanaman yang di aplikasikan POC dan kompos dengan yang tidak diaplikasi. Dari data ini sehingga bisa dikembangkan menjadi referensi dalam pengembangan bahan ajar berbasis potensi lokal (Ulfa, 2017).

Tahap Pengembangan (*Develop*) yaitu mengembangkan produk mulai desain cover, hingga pengembangan isi setelah selesai dilakukan validasi produk. Produk bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal pengelolaan limbah organik) di kampung *vaname* ini dibuat dalam bentuk buku cetak (*printed*). Pada tahap validasi dilakukan secara *online* menggunakan *softfile* dengan format file PDF buku yang telah dikembangkan. Kemudian dilakukan validasi produk oleh Auliya Dzakiyah, M.Pd selaku validator materi, Anis Fajri Kurniawati, M.Pd selaku validator media. Setelah produk selesai divalidasi, kemudian direvisi sesuai saran yang diberikan ahli. Validasi bahan ajar oleh ahli materi, pada hasil validasi pertama diperoleh skor 80% dengan kategori layak dengan revisi, selain persentase skor hasil validasi dalam angket validasi ahli materi terdapat beberapa catatan saran dari validator yaitu pada item pertanyaan kedalaman materi dengan skor penilaian 2 saran dari validator yaitu penambahan materi untuk lebih memperdalam materi pada bahan ajar yang dikembangkan yaitu dengan menambahkan materi tentang budidaya udang *vaname* dan kolam budidaya. Dengan demikian pengguna buku dapat memahami terlebih dahulu bagaimana kondisi kolam dan bagaimana budidaya udang *vaname* itu sendiri sehingga menghasilkan limbah budidaya. Baru runtut ke topik mengenai limbah budidaya *Vaname*, pengelolaan limbahnya dan bagaimana memanfaatkan limbah ini sebagai POC. Selain terkait dengan kedalaman materi validator juga memberikan catatan terkait kejelasan bahasa yang digunakan dengan skor 2 yaitu di dalam bahan ajar buku masih terdapat beberapa kata yang *typo*. Berdasarkan catatan saran dan hasil validasi ini kemudian peneliti merevisi bahan ajar kemudian dilanjutkan dengan validasi yang ke-2 untuk memperoleh hasil validasi yang optimal. Setelah dilakukan revisi atas masukan dan saran dari validator maka bahan ajar dilakukan validasi ke-2 (Kristanti, 2012). Validasi ke-2 diperoleh hasil validasi dengan skor 95% dengan kategori sangat layak tanpa revisi.

Validasi bahan ajar oleh ahli media, pada validasi pertama diperoleh hasil persentase rerataan skor 81,7% dengan kategori layak dengan revisi. Catatan saran untuk revisi pada validasi pertama yaitu pada aspek kover depan belum menggambarkan isi bahan ajar karena belum terdapat gambar yang menggambarkan materi oleh karena itu validator memberikan saran agar desain kover bisa ditambahkan gambar terkait dengan materi seperti gambar pengamatan

mikroskop, kolam budidaya, dan udang *vaname*. selain terkait dengan desain kover catatan dari validator yaitu terkait dengan penggunaan spasi antar kalimat dan spasi antar paragraf yang belum konsisten, sehingga validator menyarankan untuk mengecek kembali spasi baik antar kalimat maupun antar paragraf untuk diperbaiki sehingga konsisten. Bahan ajar setelah itu di revisi sesuai dengan saran hasil validasi media dan dilakukan validasi ke-2 dengan hasil persentase rerataan skor sebesar 96,7% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Hasil validasi ahli materi dan ahli media dengan kategori sangat layak tanpa revisi maka bahan ajar dapat dilanjutkan pada uji coba kelompok kecil untuk mengetahui respons pengguna (Nedyana, 2017).

Hasil uji coba kelompok kecil untuk mengetahui bagaimana respons mahasiswa terkait bahan ajar yang dikembangkan dimana diperoleh hasil persentase rerataan sebesar 90,3% dengan kategori sangat baik. Data hasil respon mahasiswa menunjukkan respons yang positif terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media serta hasil uji coba kelompok kecil dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam perkuliahan mikrobiologi (Yuniartiek, 2015). Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Haryanto, 2018) Modul berbasis potensi lokal dapat digunakan menjadi bahan ajar yang berorientasi kepada pemecahan masalah, dan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif, afektif dan psikomotorik yang signifikan. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Fajeri, 2015) terdapat peningkatan hasil belajar setelah menggunakan bahan ajar pencemaran lingkungan berbasis pengolahan limbah.

Penggunaan bahan ajar dalam memfasilitasi pengalaman belajar dengan mengarahkan mahasiswa tidak hanya pada aspek perolehan konsep, tetapi juga pada aspek pengembangan kemampuan berpikir kreatif (Hartati et al., 2019). Bahan ajar yang dikembangkan yang berkaitan langsung dengan objek pembelajaran berpotensi memberikan pemahaman konsep dan motivasi kepada mahasiswa (Surachman, 2001). Potensi lokal adalah sumber belajar yang perlu diberdayakan. pemanfaatan lingkungan sekitar dapat memperkaya materi dan membuat proses pengajaran lebih bervariasi. Sehingga pembelajaran yang dilaksanakan lebih optimal dalam implementasinya. Selain itu, pembelajaran yang berbasis hasil penelitian diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang kontekstual, serta menanamkan hakikat sains sebagai salah satu bagian yang tidak terpisahkan (Chodijah, 2016). Sehingga dapat disimpulkan bahwa produk bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal layak digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menghasilkan produk bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal berupa Buku Monograf dengan Judul Budidaya dan Pengelolaan Limbah di Kampung Vaname. Tahap pengembangan yang digunakan yaitu pengembangan RnD dengan model 4D yaitu (*Define, Design, Develop, dan*

Disseminate). Hasil akhir uji kelayakan bahan ajar mikrobiologi berbasis potensi lokal pada validasi ahli materi diperoleh persentase rerataan skor sebesar 95% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Sedangkan hasil validasi oleh ahli media diperoleh persentase rerataan skor sebesar 96,7% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Dari hasil kedua validasi ini maka bahan ajar yang dikembangkan dinyatakan layak oleh para ahli dan dapat diuji cobakan pada uji kelompok kecil. Data hasil uji coba kelompok kecil terkait respons mahasiswa menunjukkan respons yang positif terhadap bahan ajar yang dikembangkan dimana diperoleh hasil persentase rerataan sebesar 90,3% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media serta hasil uji coba kelompok kecil dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam perkuliahan mikrobiologi. Perlu adanya uji efektivitas untuk mengetahui keefektifan bahan ajar yang telah dikembangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kelompok Pembudidaya Ikan Mina Bahari, Auliya Dzakiyah, M.Pd selaku validator materi, Anis Fajri Kurniawati, M.Pd selaku validator media, dan Mahasiswa Tadris Biologi IAIN Metro.

REFERENSI

- Chodijah, S. (2016). Analisis Pelaksanaan Praktikum Pada Pembelajaran Biologi Siswa Kelas Viii Di Smp Negeri 1 Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah Tahun Pelajaran 2015/2016.
- Delgado, P.C., Avnimelech, Y., McNeil, R., Bratvold, D., Browdy, C.L., & Sandifer, P. (2001). Physical, chemical and biological characteristics of radially aerated shrimp ponds. *Aquaculture*, 217(1) [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00231-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00231-4)
- Fajeri, A. M. Z., Irsadi, A., & Budiyanto, K. (2015). Pengembangan Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan Berbasis Pengolahan Limbah Di Madrasah Tsanawiyah Sabilul Ulum Mayong Jepara Alif. *Unnes Journal of Biology Education*, 4(1), 16–21.
- Hartati, E., Sundaryono, A., & Sipriyadi, S. (2019). Pengembangan Audio Visual Bahan Ajar Mikrobiologi Berbasis Penelitian Bakteri Lipolitik Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif. *PENDIPA Journal of Science Education*, 3(1), 14–19. <https://doi.org/10.33369/pendipa.v3i1.6920>.
- Haryanto, R. (2018). Analisis pemanfaatan modul berbasis potensi lokal sebagai alternatif bahan ajar pendidikan lingkungan. *Indonesian Biology Teachers*, 1(2), 62-68.
- Hidayah W, Dewi NK, Retnoningsih A. (2014). Pengembangan Komik Pencemaran Lingkungan Sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas VII SMP. *Unnes Journal of Biology Education. J og Biol Educ.* 3(3):319-329.
- Kristanti, E. A., Bintari, S. H., & Ridlo, S. (2012). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Bioentrepreneurship Pembuatan Makanan Dari Limbah Cair Pengolahan Kedelai. *Journal of Innovative Science Education*, 1(2), 112–118.
- Mulyasa, E. (2014). Pengembangan dan implementasi kurikulum 2013.
- Nedyana, Asep. 2017. Pengembangan Buku Ajar Biologi Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Sma Negeri 1 Penengahan Lampung Selatan. *Bioedukasi: Vol. 8 No. 1 2017*. <http://dx.doi.org/10.24127/bioedukasi.v8i1.832>.
- Nirwana, P., Djangi, M. J., & Side, S. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada Pembuatan Pupuk Organik (Developing Students Worksheet in Making Organic Fertilizer). *Jurnal Chemica*, 20(2), 162–178.

- Sari, Tika Mayang, Asih Fitriana Dewi, Lailatus Solihah, dan Afifah Ariani. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Budidaya Udang Vaname. *Dedikasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat* Vol. 5, No. 1, Juni 2023. <https://doi.org/10.37638/padamunegeri.v1i2.541>
- Situmorang, R. P. (2018). Analisis potensi lokal untuk mengembangkan bahan ajar Biologi di SMA negeri 2 wonosari. *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang*, 4(1), 51-57.
- Sugiyanto, amd. (2020). *Kecamatan Pasir Sakti Dalam Angka 2020 Pasir Sakti Subdistrictin Figures 2020*. Lampung Timur: BPS Kabupaten Lampung Timur.
- Sukirno, S., Setyoko, S., & Indriaty, I. (2020). Pengembangan bahan ajar biologi SMA kontekstual berbasis potensi lokal hutan mangrove. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 3(2), 208-216.
- Surachman. 2001. Pengembangan Bahan Ajar Kuliah Teknologi Pembelajaran Biologi Mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi. Yogyakarta. FMIPA UNY
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Tim Perikanan WWF-Indonesia, B. (2019). *Budidaya Udang Vannamei*. Aji Pamungkas.
- Ulfa, Atiqa, Endang Suarsini, Mimien Henie Irawati. (2017). Pengembangan Buku Ajar Mikrobiologi Tentang Bioreduksi Merkuri Bagi Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* Volume: 2 Nomor: 1 Bulan Januari Tahun 2017.
- Yuniartiek, E., & Dyah Rini Indriyanti, S. A. (2015). Pengembangan Pembelajaran Daur Ulang Limbah Berorientasi Bioentrepreneurship Dengan Model Project Based Learning. *Lembaran Ilmu Kependidikan*, 44 (September), 104–110.