

PENGEMBANGAN BUKU AJAR MATAKULIAH MIKROBIOLOGI DASAR

Mohammad Wildan Habibi, Endang Suarsini, Mohammad Amin
Pendidikan Biologi Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: mohammad.wildan.1403415@students.um.ac.id

Abstract: Microbiology is one of the subjects taken by the students of Biology Education graduate level. The learning process is often used for this just use the presentation and discussion, so that the student obtained just a concept. The purpose of this study is to make products in the form of research-based textbook current that can later be applied to the student. The method used is R & D (Research and Development) ADDIE. The results of this study is the product of the research-based textbook latest that has been validated by subject matter experts (91,25%), instructional media experts (92,85%), and user guide.

Keywords: Microbiology, Textbook, ADDIE, Validation

Abstrak: Matakuliah Mikrobiologi merupakan salah satu matakuliah wajib yang ditempuh oleh mahasiswa tingkat S1 Pendidikan Biologi. Proses pembelajaran yang sering digunakan selama ini hanya menggunakan presentasi dan diskusi, sehingga yang diperoleh mahasiswa hanya berupa konsep. Tujuan penelitian ini yaitu membuat produk berupa buku ajar yang berbasis penelitian terkini yang nantinya dapat diterapkan pada mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan yaitu R & D (Research and Development) ADDIE. Hasil penelitian ini yaitu produk berupa buku ajar yang berbasis penelitian terkini yang telah dilakukan validasi oleh ahli materi (91,25%), ahli media pembelajaran (92,85%), dan pengguna buku.

Kata kunci: Mikrobiologi, Buku Ajar, ADDIE, Validasi

Buku merupakan bahan tertulis yang menyajikan ilmu pengetahuan yang disusun secara sistematis. Buku ajar merupakan media pembelajaran cetak yang berisi suatu ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap Kurikulum dalam bentuk tertulis (Depdiknas, 2008). Selain itu buku ajar juga dapat digunakan sebagai buku pegangan mahasiswa karena ditulis dan disusun oleh para ahli dalam bidang yang sesuai dengan materi dalam buku ajar tersebut (Dikti, 2009). Tujuan penyusunan dari buku ajar ini yaitu menyediakan buku ajar yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum dengan mempertimbangkan aspek kebutuhan mahasiswa antara lain sesuai dengan karakteristik dan lingkungan mahasiswa, membantu mahasiswa memperoleh alternatif buku ajar selain buku teks, dan memudahkan seorang pendidik dalam proses pembelajaran (Depdiknas, 2008).

Menurut panduan pengusulan program insentif penulisan buku ajar Perguruan Tinggi (2013) bahwa komponen buku ajar terdiri atas, (1) prakata, (2) daftar isi, (3) batang tubuh berisi bab, (4) daftar pustaka, (5) glosarium, dan (6) indeks. Ukuran fisik dari buku ajar biasanya menggunakan kertas A4 (21 x 29,7 cm), A5 (14,5 x 21 cm), dan B5 (17,6 x 25 cm) (Muslich, 2010). Buku ajar perlu dilengkapi dengan gambar yang bertujuan untuk membantu memperjelas teks. Syarat dalam penggunaan gambar, antara lain (1) berkaitan dengan informasi pokok, (2) mewakili keseluruhan materi pembahasan, dan (3) penggunaannya mendekati bentuk aslinya (Sulton, 2003).

Beberapa langkah dalam penyusunan buku ajar, antara lain (1) menganalisis kurikulum, (2) menentukan judul buku yang akan ditulis sesuai dengan Standar Kompetensi, (3) merancang *online* buku ajar agar isi buku tersebut lengkap dan mencakup keseluruhan aspek yang sesuai dengan kompetensi, (4) mengumpulkan referensi sebagai bahan penulisan, (5) menulis buku dengan memerhatikan penyajian kalimat sesuai usia dan pengalaman pembaca, (6) mengedit hasil tulisan dengan membaca ulang, dan (7) memberikan ilustrasi gambar, tabel, diagram serta proporsional (Prastowo, 2011).

Penyusunan buku ajar harus memenuhi beberapa standar penilaian, antara lain materi, penyajian, dan bahasa. Standar materi buku ajar meliputi kelengkapan materi, keakuratan materi, kegiatan yang mendukung materi, kemutakhiran materi, dan upaya untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa. Standar penyajian meliputi organisasi penyajian umum dan per bab serta mempertimbangkan kebermaknaan dan kebermanfaatannya. Standar bahasa meliputi penggunaan bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD), kejelasan bahasa yang digunakan, kesesuaian bahasa, dan kemudahan untuk dibaca (Prastowo, 2011).

Pengembangan buku ajar harus memerhatikan tiga aspek utama, yaitu (1) aspek materi, (2) aspek penyajian, dan (3) aspek kebahasaan (Abidin, 2014). Ketiga aspek tersebut memiliki peran penting untuk mencapai tujuan pembelajaran yaitu mencetak generasi muda yang berilmu dan berbudi pekerti luhur sesuai dengan karakter dan budaya bangsa Indonesia (Mitasari, 2012). Penjelasan secara detail ketiga aspek tersebut adalah sebagai berikut.

I. Aspek Materi

Materi yang disajikan dalam buku ajar menyangkut empat hal, yaitu (a) kesesuaian dengan Kurikulum, (b) kesesuaian materi dengan tujuan pendidikan, (c) kebenaran materi menurut ilmu yang diajarkan, dan (d) kesesuaian materi dengan perkembangan mahasiswa.

II. Aspek Penyajian

Aspek Penyajian dalam buku ajar mengikuti ketentuan sebagai berikut: (a) tujuan pembelajaran harus dinyatakan secara eksplisit, (b) tahap-tahap pembelajaran disesuaikan dengan kerumitan materi, (c) penyajian materi mudah dipahami oleh mahasiswa, (e) penyajian materi dapat mendorong mahasiswa aktif untuk berpikir dan belajar, dan (f) penyajian materi dapat mendorong kreatifitas dan keaktifan mahasiswa untuk berpikir dan bernalar.

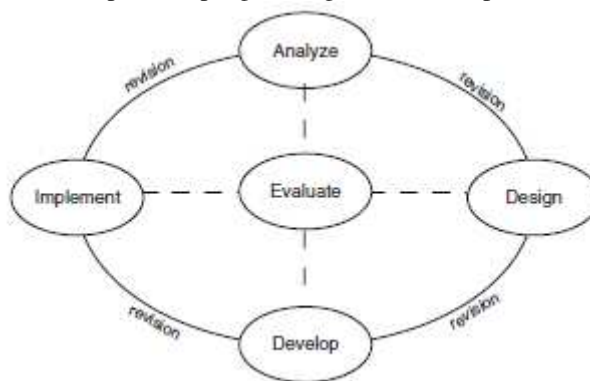
III. Aspek Kebahasaan

Aspek kebahasaan dalam buku ajar berisi ketentuan sebagai berikut: (a) penyajian menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, (b) struktur dan isi bahasa sesuai dengan tingkat penguasaan bahasa mahasiswa, (c) kesesuaian gambar atau ilustrasi dengan materi keilmuan dan kebenaran faktual, (d) kejelasan dan kemenarikan ilustrasi pada buku ajar, dan (e) kesesuaian materi dengan tingkat kemampuan mahasiswa (Abidin,2014).

METODE

Model ADDIE

Metode penelitian pengembangan ini menggunakan (*Research & Development*) Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE) yang dikembangkan oleh Branch (2009). Dalam pemilihan model pengembangan ini berdasarkan pada: 1) perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus dalam setiap langkahnya sehingga menghasilkan suatu bahan ajar yang lebih baik. 2) pengembangan ini sangat sederhana dan praktis, namun implementasinya sistematis. Prosedur model pengembangan ini yaitu: 1) analisis (*analyze*), 2) rancangan (*design*), 3) pengembangan (*develop*), 4) implementasi (*implement*) dan 5) evaluasi (*evaluate*). Konsep model pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Alur Model Pengembangan ADDIE (Branch, 2009)

A. Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis ini dilakukan beberapa tahapan antara lain, identifikasi, pengembangan dan pemahaman tentang tingkat kebutuhan siswa pada buku ajar matakuliah terkait. Lebih penting lagi, dalam buku ajar ini diharapkan mampu mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator yang di berikan dalam proses pembelajaran. Sehingga mahasiswa nantinya setelah mempelajari atau menempuh matakuliah Mikrobiologi ini mampu memahami konsep Mikrobiologi, mengetahui manfaat Mikrobiologi dalam kehidupan sehari-hari, mampu mengaplikasikan dan mengatasi permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya dengan menggunakan Mikrobiologi.

Pada tahap analisis kebutuhan ini terdapat dua tahap yaitu a) analisis kurikulum b) analisis sumber belajar. Dalam analisis kurikulum ini dilakukan untuk mengetahui silabus yang dibuat oleh tim matakuliah Mikrobiologi sehingga buku ajar yang akan dibuat ini dapat menjadi salah satu referensi yang digunakan dalam pembelajaran Mikrobiologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Sedangkan pada analisis sumber belajar digunakan untuk mengetahui kebutuhan terhadap buku ajar dalam matakuliah Mikrobiologi yang selama ini digunakan dalam pembelajaran Mikrobiologi, mengetahui kekurangan pada bahan ajar yang selama ini digunakan, dan mengetahui permasalahan mahasiswa dalam memahami konsep dan praktik matakuliah Mikrobiologi. Dari hasil analisis kurikulum dan sumber belajar nantinya dihasilkan produk buku ajar yang bisa mencakup segala aspek yang telah di analisis sebelumnya.

B. Desain (*Design*)

Pada tahapan desain (*design*) ini dilakukan perencanaan buku ajar tentang isolasi gen bakteri pengkelat krom pada limbah. Beberapa kajian yang ada dalam rancangan ini antara lain, rancangan tujuan pembelajaran dan rancangan materi pembelajaran. Dalam rancangan tujuan pembelajaran ini diharapkan mampu mencakup semua kompetensi yang akan diberikan

pada mahasiswa yang menempuh matakuliah Mikrobiologi. Sedangkan pada rancangan materi pembelajaran berisi tentang mikrobiologi lingkungan, mikrobiologi modern (genom bakteri, ekspresi gen, bioinformatika), teknik-teknik mikrobiologi (isolasi DNA, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), Elektroforesis) yang dideskripsikan dan dilengkapi dengan foto-foto penunjang. Desain buku ajar ini meliputi beberapa komponen yaitu:

- 1) Kata Pengantar
- 2) Daftar Isi
- 3) Daftar Tabel
- 4) Daftar Gambar
- 5) BAB 1 Mikrobiologi Lingkungan
 - a) Pendahuluan
 - b) Ruang Lingkup Mikrobiologi Lingkungan (Kathleen,2012; Pelczar,2009; Okafor, 2011)
 - c) Mikroorganisme sebagai Indikator Polusi Lingkungan (Permen LH, 2014; Permen LH, 2009)
 - d) Rangkuman
 - e) Latihan Soal
- 6) BAB 2 Mikrobiologi Modern
 - a) Genom Bakteri (Sai, 2015; Relman, 2011)
 - b) Ekspresi Gen (Snustad, 2012)
 - c) Bioinformatika (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>; <http://www.ebi.ac.uk>; <http://www.uniprot.org>; <http://www.rcsb.org>)
 - d) Rangkuman
 - e) Latihan Soal
- 7) BAB 3 Teknik-Teknik Mikrobiologi
 - a) Isolasi DNA (Amin, 2013)
 - b) *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Clark, 2010; Bustin, 2009; Bustin, 2013; Mengoli, 2009; Marx, 2013)
 - c) Elektroforesis (Clark, 2005)
 - d) Praktikum
- 8) Daftar Pustaka
- 9) Glosarium
- 10) Lampiran

C. Pengembangan (Development)

Pada tahapan pengembangan ini meliputi membuat, mengembangkan, memodifikasi dan melakukan uji coba buku ajar yang akan digunakan dalam matakuliah Mikrobiologi. Tahap pengembangan ini merupakan penjabaran dari desain dan disusun berdasarkan atas teknik yang dilakukan dalam penelitian dan hasil penelitian isolasi gen bakteri pengkelat logam Cr pada limbah. Uji coba produk buku ajar untuk matakuliah Mikrobiologi dilakukan oleh para ahli antara lain, ahli materi Mikrobiologi, ahli media dan desain pembelajaran. Pada tahap selanjutnya, dilakukan evaluasi formatif hasil validasi berupa revisi dari ahli materi Mikrobiologi, ahli media dan desain pembelajaran.

D. Implementasi (Implement)

Pada tahapan implementasi ini, hasil pengembangan buku ajar nantinya dilakukan uji coba pada proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi jika alokasi waktunya memungkinkan. Dalam penerapannya, buku ajar ini dapat disampaikan dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat sehingga diharapkan nantinya mahasiswa yang mengikuti matakuliah Mikrobiologi ini akan tertarik, memahami konsep dan mampu menerapkan dalam kehidupan sehari-hari.

E. Evaluasi (Evaluation)

Evaluasi dan revisi adalah langkah berkelanjutan yang dilakukan pada setiap siklus pengembangan buku ajar. Dalam kegiatan evaluasi ini diikuti dengan revisi yang bertujuan untuk memperbaiki beberapa hal pada tahap selanjutnya. Evaluasi pada setiap siklus ini disebut evaluasi formatif tujuannya untuk revisi (Supriatna dan Mulyadi, 2009). Sehingga proses evaluasi ini memudahkan untuk memperbaiki setiap tahap yang dilalui.

Tahapan akhir dari evaluasi ini meliputi penilaian terhadap modul yang akan digunakan dalam proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi.

I. Pengembangan Produk Awal

Pengembangan produk awal berupa penyusunan *draft* buku ajar, validasi isi oleh tim ahli (materi dan pengembangan bahan ajar), analisis hasil validasi, refleksi, dan revisi hasil validasi.

A. Penyusunan Draft Buku Ajar

Penyusunan buku ajar mengikuti pendapat Herry dkk (2010) dengan modifikasi sesuai dengan materi. Cakupan materi dalam buku ajar meliputi Mikrobiologi Lingkungan: a) Pendahuluan; b) Ruang Lingkup Mikrobiologi Lingkungan; c) Mikroorganisme sebagai Indikator Polusi Lingkungan; Mikrobiologi Modern; a) Genom Bakteri; b) Ekspresi Gen; c) Bioinformatika; Teknik-Teknik Mikrobiologi; a) Isolasi DNA; b) *Polymerase Chain Reaction* (PCR); c) Elektroforesis; d) Praktikum.

B. Validasi oleh Tim Ahli

1) Ahli materi

Validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan data berupa penilaian, pendapat, dan saran terhadap ketepatan dan kesesuaian materi yang ada dalam pengembangan buku ajar Mikrobiologi. Ahli materi merupakan dosen prodi Biologi yang kompeten dalam bidang Mikrobiologi. Dosen ahli yang menjadi validator berkualifikasi minimal S2 Biologi.

2) Ahli Bahan Ajar / Media

Validasi ini bertujuan untuk mendapatkan data berupa pendapat dan saran mengenai buku ajar mikrobiologi sebagai bahan ajar. Dalam penelitian ini ahli bahan ajar yaitu ahli pengembangan buku ajar. Ahli pengembangan buku ajar merupakan dosen prodi Pendidikan Biologi atau Teknologi Pendidikan yang kompeten dalam pengembangan buku ajar. Dosen ahli yang menjadi validator berkualifikasi minimal S2 Pendidikan Biologi atau Teknologi Pendidikan.

3) Refleksi dan revisi hasil validasi

Refleksi yang dilakukan oleh pengembang merupakan pemeriksaan buku ajar dan analisa hasil validasi oleh validator. Revisi dilakukan apabila buku ajar yang telah divalidasi memerlukan perbaikan.

C. Uji Coba Terbatas

Uji coba produk berupa buku ajar ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menetapkan kelayakan bahan ajar dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran matakuliah Mikrobiologi. Subjek uji coba dalam kegiatan ini adalah mahasiswa yang telah menempuh matakuliah Mikrobiologi dengan rincian 10 mahasiswa dan 10 mahasiswi. Mahasiswa melakukan penilaian terhadap buku ajar dengan menggunakan angket mahasiswa.

D. Revisi Produk Tahap Awal

Revisi dilakukan apabila buku ajar yang sudah diuji cobakan pada mahasiswa memerlukan perbaikan berdasarkan angket yang sudah diisi oleh mahasiswa.

1) Jenis Data

Data yang diperoleh terdiri atas dua jenis yaitu dari validator dan data hasil uji coba terbatas. Data yang diperoleh adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah tanggapan yang diberikan oleh validator dan mahasiswa berupa kritik maupun saran tentang buku ajar untuk pembelajaran matakuliah Mikrobiologi. Data kuantitatif diperoleh dari hasil perhitungan nilai rata-rata dari angket yang menggunakan skala *Liekert* sebagai acuan, sehingga dapat diketahui kelayakan buku ajar untuk digunakan pada proses pembelajaran.

2) Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam pengembangan buku ajar adalah lembar validasi dan angket persepsi mahasiswa.

a) Lembar Validasi

Lembar validasi digunakan untuk mengumpulkan data hasil pengecekan dari validator. Lembar validasi diberikan kepada validator untuk memberi skor dengan cara memberi tanda centang (√) pada setiap aspek yang dinilai pada daftar yang telah disediakan.

b) Angket Mahasiswa

Metode pengumpulan data dengan membuat pertanyaan yang akan dijawab oleh subjek uji coba untuk mengetahui informasi dari para ahli. Angket yang diberikan kepada uji coba kelompok kecil (mahasiswa) bertujuan untuk mendapat tanggapan tentang rancangan produk.

III. Teknik Analisis Data Hasil Validasi Buku Ajar

Angket validasi dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Data yang digunakan adalah skor yang ada pada angket validasi buku ajar. Skor dari angket validasi buku ajar menggunakan skala likert (Tabel 1). Data skor yang diperoleh dari validasi ahli materi, validasi ahli media pembelajaran dan pengguna buku ajar (mahasiswa). Kemudian melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan (Riduwan, 2003) dengan rumus:

$$K = \frac{F}{N \times I \times R} \times 100\%$$

Keterangan:

- K : Prosentase Kelayakan
 F : Jumlah Jawaban Responden
 N : Skor Tertinggi dalam Angket
 I : Jumlah Pertanyaan dalam Angket
 R : Jumlah Responden (Riduwan, 2003)

Setelah hasil diperoleh, maka akan disesuaikan dengan kriteria kevalidan data angket penilaian oleh validator yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Skor Validasi Angket

Skor	Kriteria
1	Sangat kurang
2	baik/jelas/menarik/layak/mudah/sesuai/tepat
3	Kurang baik/jelas/menarik/layak/mudah/sesuai/tepat
4	Cukup baik/jelas/menarik/layak/mudah/sesuai/tepat Sangat baik/jelas/menarik/layak/mudah/sesuai/tepat

(Sumber: BNSP, 2006)

Tabel 2. Kriteria Prosentase Respon Validator

Skor	Keterangan	Keputusan Uji
0%-20%	Sangat Kurang Valid	Tidak layak dan perlu revisi besar
21%-40%	Kurang Valid	Kurang layak dan perlu revisi besar
41%-60%	Cukup Valid	Cukup layak dan perlu revisi besar
61%-80%	Valid	Layak namun tetap dilakukan revisi kecil
81%-100%	Sangat Valid	Sangat layak dan tidak revisi jika mencapai 100%

(Sumber: Diadaptasi dari Riduwan, 2003)

HASIL

I. Buku Ajar dengan Model Pengembangan ADDIE

Hasil penelitian tentang isolasi gen bakteri pereduksi krom pada limbah penyamakan kulit digunakan sebagai pengembangan pada buku ajar matakuliah Mikrobiologi. Buku ajar matakuliah Mikrobiologi yang disusun ini mengadaptasi model pengembangan Branch (2009) yang terdiri dari tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Hasil ketiga tahapan di atas diuraikan sebagai berikut.

A. Tahap Analisis

Hasil analisis pada tahap ini diuraikan sebagai berikut.

- 1) Hasil analisis Rencana Perkuliahan Semester (RPS) menunjukkan bahwa salah satu kompetensi dasar yang harus dicapai yaitu mahasiswa mampu menjelaskan tentang mikrobiologi lingkungan. Selama ini proses pembelajaran dilakukan melalui ceramah, diskusi, presentasi, dan praktikum. Pada referensi yang selama ini digunakan hanya menjelaskan tentang konsep dasar dan belum ada pembaharuan referensi mengingat semakin banyak dan mudahnya akses untuk mencari referensi yang mendukung dan terbaru.
- 2) Hasil wawancara dengan dosen pengampu matakuliah Mikrobiologi yang menunjukkan bahwa selama ini beliau masih menggunakan referensi yang terbatas dan kekurangan referensi terbaru. Dosen tersebut mengalami kesulitan referensi yang memuat tentang hasil penelitian terkini yang dapat disampaikan dalam proses pembelajaran. Buku ajar yang digunakan masih belum memunculkan ide-ide penelitian karena buku ajar tersebut tidak memuat contoh aplikasi suatu konsep untuk

memunculkan ide penelitian seorang mahasiswa. Oleh karena itu diperlukan sebuah terobosan baru yaitu penggunaan bahan ajar berupa buku ajar yang berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi terkini serta berdasarkan penelitian terbaru dengan harapan mahasiswa mempunyai bekal ilmu pengetahuan dan teknologi terbaru dan mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

- 3) Hasil wawancara dengan mahasiswa yang telah menempuh matakuliah Mikrobiologi menunjukkan bahwa mereka masih mengalami kesulitan untuk mencari referensi yang valid dan sesuai dengan konsep yang telah diajarkan, hanya berfokus pada beberapa buku ajar yang telah diberikan oleh dosen sehingga banyak informasi baru yang tertinggal. Mahasiswa juga memberikan masukan agar nantinya dalam pembelajaran matakuliah Mikrobiologi terdapat suatu inovasi baru yang mampu memunculkan ide kreatif mahasiswa dan mampu diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut maka penyusunan buku ajar matakuliah Mikrobiologi yang berjudul “Kemampuan Bakteri sebagai Agen Pereduksi Logam Cr⁶⁺ ” perlu dilakukan untuk membantu dan menunjang proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi.

B. Tahap Desain

Pada tahap *design* ini akan dilakukan pembuatan *draft* buku ajar yang meliputi: 1) Kata Pengantar; 2) Daftar Isi; 3) Daftar Tabel; 4) Daftar Gambar; 5) BAB 1 Mikrobiologi Lingkungan: a) Pendahuluan; b) Ruang Lingkup Mikrobiologi Lingkungan; c) Mikroorganisme sebagai Indikator Polusi Lingkungan; d) Rangkuman; e) Latihan Soal; 6) BAB 2 Mikrobiologi Modern; a) Genom Bakteri; b) Ekspresi Gen; c) Bioinformatika; d) Rangkuman; e) Latihan Soal; 7) BAB 3 Teknik-Teknik Mikrobiologi; a) Isolasi DNA; b) *Polymerase Chain Reaction* (PCR); c) Elektroforesis; d) Praktikum.

C. Tahap Pengembangan

Buku ajar yang telah disusun akan dilakukan validasi oleh beberapa ahli antara lain: validator ahli Mikrobiologi, validator ahli media pembelajaran, dan pengguna buku ajar. Hasil validasi, komentar dan masukan dari beberapa pihak diatas diuraikan sebagai berikut.

1) Hasil Validasi Buku Ajar Matakuliah Mikrobiologi oleh Ahli Mikrobiologi

Validator ahli Mikrobiologi untuk buku ajar matakuliah Mikrobiologi ialah Dr. Hj. Dwi Wahyuni, Dra., M.Kes, Dosen Pendidikan Biologi Universitas Jember yang memiliki keahlian dalam bidang Mikrobiologi. Hasil analisis data penilaian validator ahli Mikrobiologi sebesar 91,25% yang berarti valid dan tidak revisi. Komentar dan saran dari validator ahli Mikrobiologi ini sangat dibutuhkan oleh mahasiswa S1 Pendidikan Biologi, karena memberikan informasi berdasarkan penelitian terkini, sehingga penelitian mudah dipahami.

Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari ahli Mikrobiologi yaitu perlu ditambahkan glosarium pada buku ajar. Revisi dilakukan dengan penambahan glosarium sehingga buku ajar mudah dipelajari dan dipahami.

2) Hasil Validasi Buku Ajar Matakuliah Mikrobiologi oleh Ahli Media Pembelajaran

Validator ahli Media Pembelajaran untuk buku ajar matakuliah Mikrobiologi ialah Dr. Drs. Anselmus J.E Toenloe M.Pd., Dosen TEP FIP UM yang memiliki keahlian dalam bidang Media Pembelajaran. Hasil analisis data penilaian validator ahli Media Pembelajaran sebesar 92,85% yang berarti valid dan tidak revisi. Komentar dan saran dari validator ahli yaitu ukuran gambar kurang tajam dan terlalu kecil.

Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari ahli Media Pembelajaran diuraikan sebagai berikut.

- a. Gambar pada tampilan awal buku ajar kurang tajam. Revisi dilakukan dengan mengedit tampilan agar lebih tajam sehingga terlihat lebih jelas
- b. Gambar pada awal tampilan terlihat kecil. Revisi dilakukan dengan memperbesar ukuran gambar sehingga tampak lebih jelas.

3) Hasil Validasi Buku Ajar Matakuliah Mikrobiologi oleh Validator Pengguna Buku Ajar

Buku ajar matakuliah Mikrobiologi ini divalidasi oleh mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah menempuh matakuliah Mikrobiologi. Jumlah pengguna buku ajar yang telah melakukan validasi sebanyak 15 orang mahasiswa. Beberapa kriteria yang dilakukan validasi dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi Buku Ajar oleh Mahasiswa

No	Aspek yang divalidasi	Skala Kevalidan (%)
1.	Identitas buku ajar jelas	85
2.	Gambar dalam cover buku ajar dapat menarik perhatian dan sesuai dengan tema	83
3.	Bahasa yang digunakan dalam buku	85

No	Aspek yang divalidasi	Skala Kevalidan (%)
4.	ajar jelas Bahasa yang digunakan dalam latihan soal mudah dipahami	87
5.	Buku ajar yang dipelajari menimbulkan motivasi dalam kegiatan pembelajaran	80
6.	Buku ajar yang dipelajari menimbulkan sikap kemandirian dalam belajar	85
7.	Buku ajar yang dipelajari mampu memunculkan ide baru berdasarkan pada penelitian "Isolasi Gen Bakteri Pengkelat Krom pada Limbah Penyamakan Kulit"	78
8.	Materi dalam buku ajar relevan dengan yang dipelajari mahasiswa	90
9.	Materi dalam buku ajar lengkap dan mudah dipahami	78
10.	Penggunaan buku ajar ini akan membantu dalam menguasai konsep Mikrobiologi	82
11.	Gambar pada buku ajar memudahkan memahami konsep	82

Berdasarkan pada Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa item-item dengan skala nilai sebesar 86-100% (valid dan tidak revisi) yaitu item 4 dan 8. Skala nilai sebesar 68-85% (cukup valid dan revisi) yaitu item 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, dan 11. Berdasarkan hasil validasi di atas, maka buku ajar matakuliah Mikrobiologi dengan judul "*Kemampuan Bakteri sebagai Agen Pereduksi Logam Cr⁶⁺*" dinyatakan layak dengan catatan memerhatikan saran dan masukan yang telah diberikan pada Tabel 4

Tabel 4. Saran dan Masukan dari Validator Pengguna Buku Ajar

No	Saran dan Masukan
1	Gambar-gambar yang ditampilkan juga ditambah agar dapat mempermudah pemahaman.
2	Font tulisan yang digunakan lebih konsisten
3	Beberapa kalimat yang tidak rata kanan kiri sehingga menyebabkan adanya ruang kosong

Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari validator pengguna Buku Ajar diuraikan sebagai berikut.

- Gambar pada awal buku ajar sedikit. Revisi dilakukan dengan menambahkan gambar untuk mempermudah konsep
- Font tulisan pada buku ajar kurang konsisten. Revisi dilakukan dengan mengedit font tulisan sehingga buku ajar terlihat rapi.
- Beberapa kalimat tidak rata kanan kiri. Revisi dilakukan dengan mengedit kalimat dengan rata kanan kiri sehingga terlihat lebih rapi.

II. Deskripsi Desain Buku Ajar

Buku ajar matakuliah Mikrobiologi yang dikembangkan terdiri atas bagian pendahuluan, inti, dan penutup. Penjelasan bagian-bagian tersebut dijabarkan sebagai berikut.

A. Bagian Pendahuluan

Bagian pendahuluan dari buku ajar matakuliah Mikrobiologi ini terdiri atas cover depan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel.

1) Cover Depan

Cover depan berisi judul buku: *Kemampuan Bakteri sebagai Agen Pereduksi Logam Cr⁶⁺*, selain itu juga terdapat identitas penulis, editor, dan institusi asal

2) *Kata Pengantar*

Kata pengantar berisi ucapan syukur, tujuan penyusunan buku ajar, isi buku, saran dan kritik untuk buku ajar.

3) *Daftar Isi*

Daftar isi berisi bab dan sub bab materi yang ada didalam buku yang disertakan nomor halaman.

4) *Daftar Gambar*

Daftar gambar berisi tentang gambar yang digunakan untuk menjelaskan materi yang terkait dengan buku ajar.

5) *Daftar Tabel*

Daftar tabel berisi tentang tabel yang digunakan untuk menjelaskan materi yang terkait dengan buku ajar.

B. Bagian Inti

Bagian inti buku ajar matakuliah Mikrobiologi yang dikembangkan terdiri atas tiga bab, yaitu bab I (Mikrobiologi Lingkungan), bab II (Mikrobiologi Modern), bab III (Teknik-Teknik Mikrobiologi)

1) *Bab I:*

Bagian dari bab mikrobiologi lingkungan terdiri atas pendahuluan, ruang lingkup mikrobiologi lingkungan, mikroorganisme sebagai indikator polusi lingkungan, rangkuman, latihan soal.

2) *Bab II:*

Bagian dari bab mikrobiologi modern terdiri atas genom bakteri, ekspresi gen, bioinformatika, rangkuman, latihan soal.

3) *Bab III:*

Bagian dari bab teknik-teknik mikrobiologi terdiri atas isolasi DNA, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), elektroforesis, praktikum.

C. Bagian penutup

Bagian penutup dari buku ajar ini terdiri atas daftar rujukan, lampiran, glosarium, dan cover belakang.

1) *Daftar Rujukan*

Daftar rujukan berisi berbagai sumber rujukan yang digunakan dalam penyusunan buku ajar ini

2) *Lampiran*

Lampiran berisi jawaban latihan soal yang diberikan pada buku ajar ini

3) *Glosarium*

Glosarium berisi kata-kata penting, istilah yang digunakan dalam buku ajar

4) *Cover belakang*

Cover belakang berisi profil penulis dan riwayat penulis.

PEMBAHASAN

Buku Ajar Model ADDIE

Matakuliah Mikrobiologi merupakan salah satu matakuliah wajib yang ditempuh oleh mahasiswa tingkat S1 Pendidikan Biologi. Salah satu materi matakuliah Mikrobiologi yaitu Mikrobiologi lingkungan dan terapan. Pembelajaran yang dilakukan selama ini dengan cara presentasi dan diskusi, sehingga yang diperoleh mahasiswa hanya berupa konsep. Pembelajaran seharusnya dapat dilakukan dengan kegiatan studi kasus terkini dan pengamatan langsung di lapangan atau di laboratorium, sehingga mahasiswa dapat diarahkan untuk menemukan fakta, konsep, prinsip dan aplikasi.

Pengembangan buku ajar yang dilakukan ini dalam rangka memfasilitasi mahasiswa dalam proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi yang berbasis penelitian terkini. Buku ajar yang dibuat terdiri dari tiga bab yang berisi antara lain: mikrobiologi lingkungan, mikrobiologi modern (genom bakteri, ekspresi gen, bioinformatika), teknik-teknik mikrobiologi (isolasi DNA, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), Elektroforesis).

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi Mikrobiologi menyatakan bahwa buku ajar yang telah dibuat ini memiliki tingkat validasi sekitar 91,25% sehingga dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi. Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari ahli Mikrobiologi diuraikan sebagai berikut.

1. Perlu ditambahkan glosarium pada buku ajar. Revisi dilakukan dengan penambahan glosarium sehingga buku ajar mudah dipelajari dan dipahami.

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli media pembelajaran menyatakan bahwa buku ajar yang telah dibuat ini memiliki tingkat validasi sekitarn 92,85% sehingga dapat dinyatakan layak untuk digunakan dengan memerhatikan beberapa masukan yang telah diberikan sebelumnya. Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari ahli Media Pembelajaran diuraikan sebagai berikut.

1. Gambar pada tampilan awal buku ajar kurang tajam. Revisi dilakukan dengan mengedit tampilan agar lebih tajam sehingga terlihat lebih jelas
2. Gambar pada awal tampilan terlihat kecil. Revisi dilakukan dengan memperbesar ukuran gambar sehingga tampak lebih jelas.

Berdasarkan hasil uji keterbacaan oleh pengguna buku ajar sekitar 15 mahasiswa menyatakan bahwa buku ajar yang telah dibuat layak digunakan. Adanya buku ajar ini sangat membantu dalam proses pembelajaran matakuliah Mikrobiologi karena materi yang ada dalam buku ajar tersebut berbasis penelitian terkini sehingga mahasiswa banyak yang berminat dalam mempelajarinya. Revisi buku ajar yang dilakukan berdasarkan komentar dan masukan dari validator pengguna Buku Ajar diuraikan sebagai berikut.

1. Gambar pada awal buku ajar sedikit. Revisi dilakukan dengan menambahkan gambar untuk mempermudah konsep
2. Font tulisan pada buku ajar kurang konsisten. Revisi dilakukan dengan mengedit font tulisan sehingga buku ajar terlihat rapi.
3. Beberapa kalimat tidak rata kanan kiri. Revisi dilakukan dengan mengedit kalimat dengan rata kanan kiri sehingga terlihat lebih rapi.

II. Deskripsi Desain Buku Ajar

Buku ajar matakuliah mikrobiologi yang dikembangkan terdiri atas bagian pendahuluan, inti, dan penutup. penjelasan bagian-bagian tersebut dijabarkan sebagai berikut.

A. Pendahuluan

Bagian pendahuluan dari buku ajar matakuliah Mikrobiologi ini terdiri atas cover depan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel.

1) Cover Depan

Cover depan berisi judul buku: Kemampuan Bakteri sebagai Agen Pereduksi Logam Cr⁶⁺, selain itu juga terdapat identitas penulis, editor, dan institusi asal (Gambar 2).



Gambar 2. Tampilan Cover Depan

2) Kata Pengantar

Kata pengantar berisi ucapan syukur, tujuan penyusunan buku ajar, isi buku, saran dan kritik untuk buku ajar.

3) Daftar Isi

Daftar isi berisi bab dan sub bab materi yang ada didalam buku yang disertakan nomor halaman.

4) Daftar Gambar

Daftar gambar berisi tentang gambar yang digunakan untuk menjelaskan materi yang terkait dengan buku ajar.

5) *Daftar Tabel*

Daftar tabel berisi tentang tabel yang digunakan untuk menjelaskan materi yang terkait dengan buku ajar.

B. Bagian Inti

Bagian inti buku ajar matakuliah Mikrobiologi yang dikembangkan terdiri atas tiga bab, yaitu bab I (Mikrobiologi Lingkungan), bab II (Mikrobiologi Modern), bab III (Teknik-Teknik Mikrobiologi)

1) *Bab I:*

Bagian dari bab mikrobiologi lingkungan terdiri atas pendahuluan, ruang lingkup mikrobiologi lingkungan, mikroorganisme sebagai indikator polusi lingkungan, rangkuman, latihan soal.

2) *Bab II:*

Bagian dari bab mikrobiologi modern terdiri atas genom bakteri, ekspresi gen, bioinformatika, rangkuman, latihan soal.

3) *Bab III:*

Bagian dari bab teknik-teknik mikrobiologi terdiri atas isolasi DNA, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), elektroforesis, praktikum.

C. Bagian Penutup

Bagian penutup dari buku ajar ini terdiri atas daftar rujukan, lampiran, glosarium, dan cover belakang.

1) *Daftar Rujukan*

Daftar rujukan berisi berbagai sumber rujukan yang digunakan dalam penyusunan buku ajar ini

2) *Lampiran*

Lampiran berisi jawaban latihan soal yang diberikan pada buku ajar ini

3) *Glosarium*

Glosarium berisi kata-kata penting, istilah yang digunakan dalam buku ajar

4) *Cover belakang*

Cover belakang berisi profil penulis dan riwayat penulis (Gambar 3)



Gambar 3. Tampilan Cover Belakang

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa pengembangan bahan ajar pada matakuliah Mikrobiologi dihasilkan produk berupa buku ajar yang dapat digunakan mahasiswa sebagai penunjang proses pembelajaran karena berbasis penelitian terkini dan sangat membantu mahasiswa yang selama ini mengalami kesulitan dalam mencari referensi terbaru.

Saran

Penelitian ini menjadi lebih baik jika terdapat pihak yang ingin melanjutkannya pada materi matakuliah mikrobiologi yang lain

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Y. 2014. *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.
- Amin. M. 2013. *Prinsip, Prosedur dan Teknik Dasar Analisis Biologi Molekular untuk Program Sarjana dan Pascasarjana*. Malang: Universitas Negeri Malang
- Bustin, S. A. 2013. Why there is no link between measles virus and autism. In: *Fitzgerald M (ed) Recent advances in autism spectrum disorders, vol I, Intech. Rijeka, Croatia, pp 81–98*.
- Bustin, S. A., Benes, V., Garson, J.A. *et al.* 2009. The MIQE guidelines: minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. *Clin Chem 55:611–622*. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19246619>), diakses 20 Mei 2016.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional Design The ADDIE Approach*. USA: University of Georgia.
- Clark, D. P. 2005. *Molecular Biology Understanding the Genetic Revolution*. Illionis: Elsevier Academic Press.
- Clark, D. P. 2010. *Molecular Biology Academic Cell Update*. USA: Elsevier.
- Depdiknas, 2006. *Pedoman Memilih dan Menyusun Bahan Ajar*. Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Dikti. 2009. *Pedoman Operasional Penilaian Angka Kredit Kenaikan Jabatan Fungsional Dosen ke Lektor Kepala dan Guru Besar*. Jakarta: Kemendiknas.
- Kathleen, T., Chess, B. 2012. *Foundation in Microbiology*. Eight Edition. USA: McGraw-Hill Companies.
- Marx V. 2013. PCR: Living Life Amplified and Standardized. *Nat Methods 10:391–395*. (<http://www.springer.com/cda/content/.../cda.../9781493907328-c1.pdf?...0>), diakses 20 Mei 2016.
- Mengoli, C; Cruciani, M; Barnes R.A, Loef, J; Donnelly J.P. 2009. Use of PCR for diagnosis of invasive aspergillosis: systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis 9:89–96*. ([http://dx.doi.org/10.1016/S14733099\(09\)70019-2](http://dx.doi.org/10.1016/S14733099(09)70019-2)), diakses 21 Mei 2016.
- Mitasari, Z. 2012. *Pengembangan Buku Ajar Immunologi Berbasis Penelitian Respon Imun Mencit akibat Infeksi Bakteri Escherichia Coli*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Muslich, M. 2010. *Text Book Writing: Dasar-Dasar Pemahaman, Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Okafor, N. 2011. *Environmental Microbiology Aquatic and Waste System*. USA: Springer Science.
- Panduan Pengusulan Program Insentif Penulisan Buku Ajar Perguruan Tinggi. 2013. Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pelczar, M dan Chan. 2009. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid II. Jakarta: UI Press.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- Relman. D. A. 2011. Microbial Genomics and Infectious Diseases. *N Engl J Med 2011;365:347-57*. (<http://www.iaclid.com/DL/elm/microbialgenomicsandinfectiousdiseases.pdf>), diakses 21 Mei 2016).
- Riduwan. 2003. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Sai, A. N. S. 2015. *Bacterial Genomics: Genome Organization and Genome Expression Tools*. UK: Cambridge University Press.
- Snustad dan Simmons. 2012. *Principle of Genetics*. Six Edition. USA: University of Minnesota.
- Sulton. 2003. *Desain Pesan Buku Teks IPS SD di Wilayah Kota Malang: Suatu Kajian terhadap Buku Teks IPS Kelas III, IV, V, dan VI SD*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Supriatna, D & Mulyadi, M. 2009. *Konsep Dasar Desain Pembelajaran*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Taman Kanak-Kanak dan Pendidikan Luar Biasa (P4TK dan PLB). (http://jozhmunthe.yolasite.com/resources/3.Konsep_Dasar_Desain_Pembelajaran-www.tkplb.org.pdf), diakses 22 Mei 2016.