

Pengembangan *Handout* Keragaman Koloni Bakteri pada Rizosfer Pohon Kelapa Sawit di Lingkungan Lahan Basah

Madinatul Munawarah¹, Aulia Ajizah², dan Sri Amintarti³
 Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
 Universitas Lambung Mangkurat
 Jl. Brigjen. H. Hasan Basry Kayu Tangi, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70123
e-mail: madina.munawarah123@gmail.com

Abstrak

Pengembangan media pembelajaran diperlukan dalam proses pembelajaran karena akan sangat membantu kepraktisan dan keefektifan proses pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. Salah satu pengembangan media pembelajaran yang digunakan adalah *handout* yang dipergunakan untuk menunjang perkuliahan salah satunya mata kuliah Mikrobiologi. Pembelajaran dalam Mikrobiologi melingkupi tentang karakteristik koloni mikroba dan sitologi yang diperoleh dari mana saja seperti pada makanan basi, air, sampah, feses, tanah dan lain-lain. Pengembangan media pembelajaran berbentuk *handout* bertujuan mendeskripsikan kesesuaian dan kelayakan hasil pengembangan *handout* keragaman koloni bakteri pada rizosfer pohon kelapa sawit di lingkungan lahan basah sebagai materi penunjang pada mata kuliah Mikrobiologi. Metode yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini yakni deskriptif kualitatif dengan penelitian dan pengembangan atau disebut juga *Research and Development* (R & D) menggunakan model 4-D menurut Thiagarajan *et al.* (1974) yang terdiri dari *Define*, *Design*, *Development*, dan *Disseminate* yang dibatasi pada tahap *development*. Hasil penelitian menunjukkan pada uji kesesuaian memperoleh rata-rata skor 87,4 % (sangat sesuai), uji kelayakan memperoleh rata-rata skor 81% (sangat layak), dan uji keterbacaan mahasiswa memperoleh rata-rata skor 89% (sangat baik).

Kata Kunci—Keterbacaan, kesesuaian, koloni bakteri, mikrobiologi, pengembangan *handout*.

Abstract

The development of learning media is needed in the learning process because it will really help the practicality and effectiveness of the learning process so that learning objectives can be achieved. One of the developments in the learning media used is handouts which are used to support lectures, one of which is the Microbiology course. Learning in Microbiology covers the characteristics of microbial colonies and cytology obtained from anywhere such as spoiled food, water, rubbish, feces, soil and so on. The development of learning media in the form of handouts aims to describe the suitability and feasibility of the results of developing handouts on the diversity of bacterial colonies in the rhizosphere of oil palm trees in a wetland environment as supporting material for the Microbiology course. The method used in this development research is descriptive qualitative research and development or also called Research and Development (R & D) using the 4-D model according to Thiagarajan *et al.* (1974) which consists of *Define*, *Design*, *Development*, and *Disseminate* which is limited to the development stage. The results showed that the suitability test obtained an average score of 87.4% (very appropriate), the feasibility test obtained an average score of 81% (very appropriate), and the student readability test obtained an average score of 89% (very good).

Keywords: *bacterial colonies, development handout, microbiology, readability, suitability.*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu hal yang pokok dimiliki semua orang untuk dapat hidup dengan

baik dimasyarakat. Selain itu pendidikan juga penting karena menjadi salah satu indikator kemajuan suatu negara. Seperti dikutip dalam artikel CNN Indonesia (2021) “Mayoritas

masyarakat di negara maju menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi.” Pada abad ke-21, mengembangkan keterampilan praktis sama pentingnya dengan memperoleh informasi (Eliaumra *et al.*, 2023). Selain itu, media pembelajaran merupakan komponen penting dalam pendidikan yang membantu mewujudkan pengembangan potensi, kecerdasan, pengendalian diri, kepribadian, serta pengetahuan dan kemampuan siswa yang berharga bagi masyarakat.

Untuk mencapai tujuan pembelajaran, media pembelajaran sangat penting dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan kepraktisan dan efektivitas proses pembelajaran. Menurut Rahmawati (2017), pembelajaran aktif melibatkan pencernaan pengalaman melalui berbicara, menulis, membaca, mendengarkan, merefleksikan rangsangan, dan pemecahan masalah. Penggunaan media pendidikan diyakini akan meningkatkan kemauan belajar dan pemahaman siswa karena informasi disampaikan secara menarik. Sebagaimana yang telah diungkapkan Nisa *et al.* (2021) yaitu memilih media yang tepat sebagai alat dalam pembelajaran salah satunya seperti biologi akan meningkatkan minat siswa dan motivasi, dan membantu siswa dalam memahami materi yang akan disampaikan. Untuk mencapai itu semua diperlukan upaya pengembangan media pembelajaran (Amintarti *et al.*, 2019)

Salah satu mata kuliah wajib Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin adalah Mikrobiologi. Menurut Dwidjoseputro (2020), mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari makhluk mikroskopis, disebut juga protista, mikroba, atau mikroorganisme, yang hanya terlihat di bawah mikroskop.

Koloni bakteri dapat diperoleh dari mana saja seperti pada makanan basi, air, sampah, feses, tanah dan lain-lain (Wicaksono *et al.*, 2019). Beberapa jenis bakteri memiliki peran yang menguntungkan contohnya pada penggunaan bakteri pada pembuatan yogurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus*, namun beberapa bakteri juga ada yang merugikan dan bersifat patogen. Bakteri patogen contohnya yaitu bakteri

Escherichia coli. Bakteri *Escherichia coli* yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan infeksi/diare (Ajizah & Rahma, 2017).

Bagian lainnya dari sumber daya yang merupakan keberlangsungan hidup organisme yakni bakteri tanah pada bagian rizosfer yaitu merupakan bagian tanah yang berada disekitar perakaran suatu tumbuhan seperti salah satunya kelapa sawit. Tumbuhan kelapa sawit di Indonesia banyak dibudidayakan sebagai salah satu sumber bahan baku pengolahan minyak nabati. Di Kalimantan Selatan didapati kelapa sawit yang tumbuh pada lahan basah. Kebun kelapa sawit yang ada pada Desa Jelapat Kabupaten Barito Kuala salah satunya berada pada lingkungan lahan basah. Menurut Tang (2022), lahan basah adalah tempat dimana terjadi kejenuhan tanah dengan air secara permanen atau musiman.

Adanya penelitian sebelumnya mengenai koloni bakteri pada rizosfer seperti pada penelitian Asmara *et al.* (2021) untuk mengeksplorasi dan mengetahui karakteristik bakteri rizosfer, selain itu pada penelitian Istina *et al.* (2020) penelitian mengenai koloni bakteri bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan mikroba potensial sebagai pupuk hayati meningkatkan efisiensi input produksi khususnya pemupukan. Hal ini menjadi landasan bagi peneliti yang ingin mempelajari keanekaragaman koloni pohon kelapa sawit pada rhizosfer di Desa Jelapat Kabupaten Barito Kuala sebagai bahan ajar.

Handout Mikrobiologi yang juga dilakukan oleh peneliti lain juga telah divalidasi oleh ahli materi Mikrobiologi dengan skor 98,25%, dan oleh ahli media pembelajaran dengan skor 99,5% dengan kriteria sangat valid, menurut penelitian Izzatinnisa' *et al.* (2020). Hasil tes keterbacaan siswa menunjukkan skor 87,18% dengan kriteria sangat bermanfaat. Temuan evaluasi ini mendukung pernyataan bahwa *handout* ini layak digunakan sebagai bahan ajar mikrobiologi seperti pada penelitian Ristiari *et al.* (2018), sehingga peneliti akan melakukan penelitian dengan judul Pengembangan *Handout* Keragaman Koloni Bakteri pada Rizosfer Pohon Kelapa Sawit di Lingkungan Lahan Basah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dan pengembangan, atau R&D, adalah jenis penelitian yang digunakan. Thiargarajan dkk. (1974) mendefinisikan model 4-D yang terdiri *Define, Design, Development, Disseminate* namun hanya dibatasi pada *development*. Keanekaragaman koloni bakteri diamati untuk melakukan penyelidikan. Pada semester ganjil tahun ajaran 2022–2023, dilakukan pengambilan sampel rizosfer tanaman kelapa sawit di Jl. Taman Sari Bunga, Desa Jelapat I, Kecamatan Tamban, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. Uji pada pengembangan ini dilakukan oleh tiga orang ahli yakni ahli Mikrobiologi, ahli tumbuhan rendah (Cryptogamae), serta ahli media dengan instrumen berupa angket kesesuaian dan angket kelayakan. Sedangkan untuk keterbacaan yang diuji pada enam mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP ULM Banjarmasin yang telah menyelesaikan mata kuliah Mikrobiologi dengan instrumen angket keterbacaan.

Sebelum melakukan uji coba produk, validasi ahli dimaksudkan untuk memvalidasi media pembelajaran *handout*. Hasil validasi ini kemudian dijadikan masukan untuk menyempurnakan media *handout* yang sedang dikembangkan. Skor hasil uji kelayakan dan kesesuaian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Validitas} = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

Keterangan:

TSe = Total skor empirik

TSh = Total skor maksimal

Sumber: (Akbar, 2017)

Hasil uji kesesuaian dan uji kelayakan yang diketahui nilai validasi skornya kemudian dicocokkan dengan tabel berikut:

Tabel 1.
Kriteria validasi uji kesesuaian dan uji kelayakan

Kriteria Pencapaian Nilai	Tingkat Kelayakan
81,00% < x ≥ 100,0%	Sangat layak, dapat digunakan tanpa perbaikan
61,00% - 80,00%	Cukup layak, dapat digunakan dengan perbaikan kecil
41,00% - 60,00%	Kurang layak, dapat digunakan dengan perbaikan besar
21,00% - 40,00%	Tidak layak, tidak dapat digunakan
00,00% - 20,00%	Sangat tidak layak, tidak dapat digunakan

Sumber: (Akbar, 2017)

Setelah diperoleh hasil validitas, enam mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP ULM Banjarmasin yang telah menyelesaikan mata kuliah Mikrobiologi diberikan tes keterbacaan. Pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi kesesuaian dan kegunaan produk yang sedang dikembangkan. Skor tes keterbacaan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Validitas} = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

Keterangan:

TSe = Total skor empirik

TSh = Total skor maksimal

Sumber: (Akbar, 2017)

Hasil uji keterbacaan yang diketahui nilai validasi skornya kemudian dicocokkan dengan Tabel 2. berikut:

Tabel 2.
Kriteria validasi uji keterbacaan

Kriteria Pencapaian Nilai	Tingkat Kelayakan
81,00% < x ≥ 100,0%	Sangat layak, dapat digunakan tanpa perbaikan
61,00% - 80,00%	Cukup layak, dapat digunakan dengan perbaikan kecil
41,00% - 60,00%	Kurang layak, dapat digunakan dengan perbaikan besar
21,00% - 40,00%	Tidak layak, tidak dapat digunakan
00,00% - 20,00%	Sangat tidak layak, tidak dapat digunakan

Sumber: (Akbar, 2017)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model pengembangan 4D oleh Thiagarajan *et al.* (1974) diterapkan dalam pengembangan *handout* penelitian ini. Peneliti dan mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah mikrobiologi di program studi Pendidikan Biologi FKIP ULM berkolaborasi melakukan penelitian dan menghasilkan *handout* ini pada tahap analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan ini merupakan salah satu komponen tahap *Define* yang mencoba mengidentifikasi permasalahan validitas dan solusi potensial pembuatan *handout* sehingga lebih mudah dalam menentukan langkah awal pembuatan *handout* yang sesuai untuk dikembangkan. Berdasarkan analisis ini diperoleh dari 3 dosen yang mengampu mata kuliah ini, bahwa pembelajaran Mikrobiologi di program studi Pendidikan Biologi FKIP ULM sudah cukup bervariasi dalam menggunakan media ajar, penggunaan media pembelajaran atau

bahan ajar tambahan berupa *handout* hanya terkadang saja dipakai pada saat pembelajaran Mikrobiologi.

Selain dari dosen, analisis kebutuhan juga diperoleh dari mahasiswa. Analisis kebutuhan dilakukan dengan mempertimbangkan ciri, kemampuan, dan pengalaman mahasiswa. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh bahwa mahasiswa menyukai media pembelajaran yang bergambar mengenai materi pengamatan bakteri dilingkungan sekitar. Berdasarkan hasil angket ini pula didapatkan kendala-kendala yang mahasiswa kemukakan dalam mempelajari materi mengenai koloni bakteri, sebagian besar diantaranya mahasiswa masih kesulitan membedakan koloni bakteri yang mereka temukan saat pengamatan dan merasa masih sedikitnya ada referensi mengenai koloni bakteri, sehingga diperlukan adanya pengembangan *handout* mengenai keragaman koloni bakteri sebagai media pembelajaran atau bahan ajar tambahan yang dapat menunjang pembelajaran pada mata kuliah Mikrobiologi.

Handout yang akan dibuat pada pembuatan konten pembelajaran dan konten *handout* dilanjutkan dengan tahap *design*, dimana pemilihan format diselesaikan dengan menghasilkan desain *handout* yang menggabungkan layout, grafik, dan teks. Tampilan *handout* yang telah dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Cover *handout*

DAFTAR ISI

- PRAKATA..... i
- PETUNJUK PENGGUNAAN..... ii
- DAFTAR ISI..... iii
- DAFTAR GAMBAR..... iv
- CPMK DAN SUB-CPMK..... v
- KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN..... ix
- PETA KONSEP HANDOUT..... x
- BAB I PENDAHULUAN..... 1
 - 1.1 Pengertian Rizosfer..... 1
 - 1.2 Tinjauan Umum Bakteri..... 2
 - 1.3 Bentuk Bakteri..... 3
 - 1.4 Sifat-Sifat Koloni Bakteri..... 5
 - 1.5 Tujuan Umum Lokasi Penelitian..... 11
 - 1.6 Latihan..... 12
- BAB II KERAGAMAN KOLONI BAKTERI RIZOSFER KELAPA SAWIT..... 17
 - 2.1 Langkah-langkah Pengamatan Koloni Bakteri..... 17
 - Tumbuhan Kelapa Sawit..... 17
 - 2.2 Koloni Bakteri Yang Ditemukan Pada Rizosfer Kelapa Sawit..... 38
 - 2.3 Contoh-contoh Lain Koloni Bakteri..... 45
 - 2.4 Latihan..... 48
- BAB III PENUTUP..... 54
- DAFTAR PUSTAKA..... 55

Gambar 2. Daftar isi

PETUNJUK PENGGUNAAN

UNTUK MAHASISWA

1. Bacalah dan pelajari petunjuk penggunaan *handout* ini dengan baik
2. Pahami dengan baik CPMK dan Sub-CPMK
3. Perhatikan gambar-gambar yang disajikan pada *handout* ini untuk meningkatkan pemahaman terhadap materi
4. Kerikalah latihan dan yang terdapat pada *handout* ini untuk mengetahui pemahaman kalian terhadap materi
5. Bacalah bagian daftar istilah jika terdapat kata yang kurang dipahami

UNTUK DOSEN

1. Ciptakanlah suasana pembelajaran yang nyaman
2. Jelaskan CPMK dan Sub-CPMK yang harus dicapai mahasiswa
3. Jelaskanlah kepada mahasiswa jika terdapat materi yang kurang dipahami
4. Berikalah latihan dan yang terdapat pada *handout* ini untuk mengetahui pemahaman mahasiswa terhadap materi
5. Beri umpan balik positif terhadap mahasiswa dalam pembelajaran

Gambar 3. Petunjuk penggunaan

CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

CPMK 2
Mahasiswa mampu menelaah ciri dan karakteristik bentuk-bentuk koloni mikroba

SUB-CPMK 2
Mahasiswa mampu menelaah ciri dan karakteristik bermacam koloni mikroba yang dapat tumbuh pada medium biakan

KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

1. Mahasiswa mampu mendefinisikan istilah koloni mikroba
2. Mahasiswa mampu menelaah keberagaman koloni mikroba yang dapat tumbuh pada medium campuran
3. Mahasiswa mampu mengonversi verbal citr dari masing-masing koloni dengan memperhatikan bentuk, rona, ukuran, elevasi, tekstur dan permukaan koloni
4. Mahasiswa mampu membedakan antara koloni bakteri dengan koloni jamur
5. Mahasiswa mampu menganalisa bagaimana koloni suatu mikroba dapat terbentuk

Gambar 4. CPMK dan Sub-CPMK pada mata kuliah mikrobiologi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Rizosfer

Rizosfer adalah suatu zona lingkungan mikro yang berada disekitar perakaran tanaman karena Hilmer yang merupakan seorang ilmuwan Jerman adalah orang yang memperkenalkan istilah "Rizosfer" untuk menjelaskan aktivitas pada perakaran tanaman.

Khan et al. (2014) menyebutkan menurut keluasannya istilah rizosfer berasal dari kata Yunani "rhizo" yang berarti akar dan "sphaera" yang berarti bidang atau daerah pengaruh. Secara umum lajur rizosfer sangat dipengaruhi oleh aktivitas hayatnya diarah yang tumbuh terakumulasi oleh pengaruh aktivitas perakaran tanaman beserta dengan mikroorganisme yang berasosiasi dengannya.

Darrah rizosfer akan selalu merupakan lingkungan dimana kegiatan metabolik selalu lebih aktif berhadapan dengan opan dan lebih kompetitif dibandingkan dengan bagian tanah yang ada disekelilingnya. Sekedar gambaran bahwa pada daerah rizosfer terdapat sekitar 10¹¹ ml per gram tanah bakteri, dan fungi sekitar 10¹⁰ sampai dengan 10¹¹ per gram tanah rizosfer (Silvia, 2006 dalam Lumbantjo, 2013). Koo et al. (2010) menyebutkan bahwa "Tergantung pada spesies tanaman, beberapa zona rizosfer tidak terakumulasi mencapai dari 2 sampai 30 mm dari permukaan akar."

BAB II KERAGAMAN KOLONI BAKTERI RIZOSFER KELAPA SAWIT

2.1 Langkah-langkah Pengamatan Koloni Bakteri Rizosfer Tumbuhan Kelapa Sawit

Untuk mengamati keragaman koloni bakteri pada rizosfer pohon kelapa sawit diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengambil Sampel Tanah Rizosfer Pohon Kelapa Sawit

Adapun alat dan bahan yang digunakan, yaitu:

Alat:
1. Kertas label
2. Spidol
3. Cangkuk/kepuk
4. Botol

Bahan:
1. Kertas label
2. Kertas komo
3. Es batu

Cara Kerja

1. Menentukan lokasi dan titik pengambilan sampel
2. Mengambil sampel tanah dengan menggunakan cangkuk

Gambar 5. Materi *handout*



Gambar 6. Latihan/quiz dalam *handout*

Setelah dilakukan tahapan *design* kemudian dilanjutkan dengan tahapan *development* dimana tahap ini dilakukan uji kesesuaian dan uji kelayakan yang dilakukan dengan menggunakan angket dinilai oleh 3 validator ahli. Pada Uji kesesuaian bertujuan untuk melihat kesesuaian sumber ajar yang dikembangkan dengan tujuan pembelajaran yang dicapai oleh mahasiswa. Hasil uji kesesuaian oleh ahli mengenai *handout* yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Rekapitulasi Kesesuaian *Handout*

No.	Sub aspek yang Dinilai	Skor			Rata-rata
		V1	V2	V3	
A. Tujuan Pembelajaran					
1.	Relevansi tujuan pembelajaran yang ditetapkan sesuai.	4	4	4	4
2.	Tujuan pembelajaran bermakna bagi dosen.	4	4	4	4
3.	Tujuan pembelajaran bermakna bagi Mahasiswa/i.	4	4	4	4
4.	Sumber dari tujuan pembelajaran yang turunkan jelas.	5	4	4	4,33
5.	Tujuan pembelajaran berasal dari sumber yang lain.	5	4	4	4,33
B. Isi					
6.	Relevansi isi (konten) sesuai dengan tujuan pembelajaran.	5	5	4	4,67
7.	Isi teoritis disajikan secara lengkap.	4	5	4	4,33
8.	Definisi dan penjelasan disajikan secara lengkap.	4	5	4	4,33
9.	Penggunaan istilah teknis, rumus dan simbol disajikan secara lengkap.	5	5	4	4,67
C. Contoh-contoh					

10.	Contoh-contoh disajikan pada <i>Handout</i>	5	5	5	5
11.	Contoh-contoh yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari.	4	5	4	4,33
D. Bahasa					
12.	<i>Handout</i> menggunakan struktur kalimat yang tepat	4	4	4	4
13.	<i>Handout</i> menggunakan kalimat yang efektif	4	4	4	4
14.	<i>Handout</i> menggunakan istilah yang baku	5	5	4	4,67
15.	Bahasa yang digunakan dalam <i>handout</i> mudah dipahami	5	4	4	4,33
16.	Bahasa yang digunakan dalam <i>handout</i> sesuai dengan PUEBI	4	4	4	4
E. Format					
17.	Konsep Keragaman Koloni Bakteri dalam <i>handout</i> disajikan secara runtut	5	5	5	5
18.	<i>Handout</i> dilengkapi dengan pendahuluan rangkuman, dan daftar istilah, dan referensi	5	5	5	5
19.	Terdapat soal evaluasi serta kunci jawaban yang disajikan secara lengkap pada <i>handout</i>	5	5	3	4,33
F. Penyajian					
20.	<i>Layout</i> dan tata letak pada <i>handout</i> konsisten	5	4	4	4,33

Berdasarkan data pada Tabel 3. diketahui bahwa hasil uji kesesuaian mencapai skor 87,4% berdasarkan tingkat kesesuaian yang diadaptasi dari Akbar (2017) skor kesesuaian mencapai sangat sesuai dapat digunakan tanpa perbaikan. Menurut Akbar (2017) menyatakan bahwa skor kesesuaian sebesar 4,33 (86,6%) yang dapat tergolong sangat sesuai berdasarkan. Hal ini didasarkan pada sub aspek tujuan pembelajaran pada sub sub aspek relevansi tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Selain itu, baik dosen maupun mahasiswa mendapat nilai 4 (80%) pada kebermaknaan tujuan pembelajaran yang cukup memadai. Salah satu syarat bahan ajar yang ingin disampaikan kepada siswa adalah harus sesuai dengan standar kompetensi topik dan kompetensi

dasar yang perlu dikuasai siswa, menurut Iskandarwassid & Sunendar (2008) dalam Magdalena *et al.* (2020). Berdasarkan pernyataan tersebut, skor yang diperoleh pada sub aspek tujuan pembelajaran pada hasil penelitian sudah sesuai dan dapat digunakan sebagai media ajar/bahan ajar yang menjadi materi penunjang mata kuliah Mikrobiologi.

Berdasarkan sub aspek isi relevansi isi dengan tujuan pembelajaran diketahui bahwa penyajian istilah teknis, rumus, dan simbol secara lengkap memperoleh skor 4,67 (93,4%) yang tergolong sangat tepat. Selain itu, pada subsub aspek isi Menurut Akbar (2017), baik informasi teoritis yang disajikan secara lengkap maupun definisi dan penjelasan yang disajikan secara lengkap memperoleh skor sebesar 4,33 (86,6%) yang sangat sesuai. *Handout* adalah sumber pengajaran yang digunakan di kelas untuk memfasilitasi pembelajaran (Febrianto, 2018) . Selain itu, isi materi disajikan secara ringkas dan disusun sesuai dengan tujuan pembelajaran. Bahan ajar harus mencakup komponen-komponen pengetahuan, seperti fakta, konsep, prinsip, dan prosedur, serta harus disusun secara sistematis dari yang sederhana hingga yang kompleks (Magdalena *et al.*,2020). Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut skor yang diperoleh pada sub aspek isi pada hasil penelitian sudah sesuai dan dapat digunakan sebagai media ajar/bahan ajar yang menjadi materi penunjang mata kuliah Mikrobiologi.

Berdasarkan sub aspek contoh-contoh pada sub sub aspek contoh-contoh disajikan pada *handout* memperoleh skor 5 (100%) yang dapat dikategorikan sangat sesuai dan pada sub sub aspek contoh-contoh yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari memperoleh skor 4,33 (86,6%) yang dapat dikategorikan sangat sesuai berdasarkan Akbar (2017). Adanya perbedaan skor antara sub sub aspek pertama pada sub aspek contoh-contoh dengan sub sub aspek kedua ini dikarenakan pada sub sub aspek kedua cukup sulit dicari contoh-contoh mengenai koloni bakteri yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan sub aspek bahasa pada sub sub aspek *handout* menggunakan struktur kalimat yang tepat, menggunakan kalimat yang efektif dan menggunakan bahasa yang sesuai dengan

PUEBI memperoleh skor 4 (80%) yang dapat dikategorikan cukup valid. Pada sub sub aspek bahasa yang mudah yang digunakan dalam *handout* memperoleh skor 4,33 (86,6%) yang dapat dikategorikan sangat sesuai dan pada sub sub aspek *handout* menggunakan istilah yang baku memperoleh skor 4,67 (93,4%) yang dapat dikategorikan sangat sesuai berdasarkan Akbar (2017) bahan ajar hendaknya menggunakan bahasa yang jelas, ringkas, dan tidak mempunyai makna lebih dari satu, menurut Sadjati (2012) dalam Rahima *et al.* (2022). Hal ini dikarenakan bahasa yang digunakan dalam materi tersebut dapat berdampak pada bahasa komunikatif sumber belajar. Menurut Nugraha *et al.* (2012) dalam Rahima *et al.* (2022), siswa mungkin akan lebih mudah mempelajari bahan ajar jika disajikan dalam bahasa yang sederhana . Berdasarkan pernyataan-pernyataan dan skor yang diperoleh pada sub aspek bahasa pada hasil penelitian sudah sesuai dan dapat digunakan sebagai media ajar/bahan ajar yang menjadi materi penunjang mata kuliah Mikrobiologi.

Menurut Akbar (2017), sub aspek format meliputi soal evaluasi dan kunci jawaban yang disajikan secara lengkap pada *handout*. Sub aspek ini memperoleh skor sebesar 4,33 (86,6%) yang tergolong sangat sesuai. Sub sub aspek juga mencakup penyajian konsep secara berurutan dan *handout* yang mencakup pendahuluan, daftar istilah, dan referensi. Menurut Febrianto (2018), semua item (yang mungkin mencakup teks, informasi, atau alat) yang disajikan secara metodis dan menunjukkan kompetensi yang akan dikuasai siswa dianggap sebagai bahan ajar. Berdasarkan pernyataan tersebut, skor yang diperoleh pada sub aspek format pada hasil penelitian sudah sesuai dan dapat digunakan sebagai media ajar/bahan ajar yang menjadi materi penunjang mata kuliah Mikrobiologi.

Berdasarkan sub aspek penyajian pada sub sub aspek *handout* menggunakan huruf, gambar dan warna yang serasi memperoleh skor 4 (80%) yang bisa dikategorikan cukup sesuai. Pada sub sub aspek *layout* dan tata letak pada *handout* konsisten serta proposionalnya teks dan gambar yang digunakan, sama-sama memperoleh skor 4,33 (86,6%) yang bisa dikategorikan sangat sesuai. Dan pada sub sub aspek Ilustrasi pada sampul *handout* menggambarkan isi/materi dari

konsep keragaman koloni bakteri memperoleh nilai tertinggi dalam sub aspek penyajian ini yaitu sebesar 4,67 (93,4%) yang dapat dikategorikan sangat sesuai berdasarkan Akbar (2017). Adanya skor 4 (80%) yang menjadi skor terendah yang didapatkan pada sub aspek ini diduga dikarenakan ada huruf, gambar maupun warna yang masih dinilai kurang serasi. Dan untuk skor tertinggi yang diperoleh pada sub aspek ini, dikarenakan pada sampul, penyusun meletakkan gambar/ilustrasi koloni bakteri yang didapatkan dari hasil penelitian, sehingga menggambarkan isi/materi konsep keragaman koloni bakteri yang akan dijabarkan. Meskipun begitu skor pada sub aspek yang diperoleh ini masih tergolong sesuai dan *handout* dapat digunakan sebagai materi penunjang mata kuliah Mikrobiologi.

Kemudian dilakukan uji kelayakan untuk mengetahui apakah *handout* yang dikembangkan layak dan dapat digunakan sebagai sumber belajar. Hasil uji kelayakan yang didapat dari 3 validator ahli pada Tabel 4.

Tabel 4
Rekapitulasi Kelayakan *Handout*

No.	Sub aspek yang Dinilai	Skor			Rata-Rata Skor
		V1	V2	V3	
1.	Pengemasan <i>handout</i>	5	4	4	4,33
2.	<i>Handout</i> disusun secara lengkap	4	4	4	4
3.	Ketersediaan materi tambahan yang sesuai dengan konsep	4	5	5	4,67
4.	<i>Handout</i> dapat digunakan secara berulang	5	5	5	5
5.	Persyaratan tersedia (Petunjuk penggunaan, Identitas CPL)	5	3	3	3,67
6.	Ruang lingkup materi pembelajaran tersedia	4	4	4	4
7.	Alokasi waktu penggunaan <i>Handout</i> tersedia	4	3	3	3,33
8.	<i>Handout</i> dapat digunakan secara mandiri	5	5	4	4,67
9.	Panduan penggunaan <i>Handout</i> untuk dosen	4	3	3	3,33
10.	Prosedur penggunaan <i>Handout</i>	4	3	3	3,33
11.	Kemudahan penggunaan <i>Handout</i>	5	4	4	4,33

12.	Diperlukan pengetahuan khusus dalam penggunaan <i>Handout</i>	1	5	4	3,33
13.	Kemungkinan penerimaan <i>Handout</i> oleh Mahasiswa/i	5	4	5	4,67
14.	Kemungkinan penerimaan <i>Handout</i> oleh dosen	4	4	4	4
Total Skor Akhir		59	56	55	56,66
Rata-Rata Skor Akhir		4,21	4	3,93	4,05
Skor Kelayakan		4,05 (81%)			
Kesimpulan Kelayakan		Skor Sangat Layak			

Berdasarkan hasil uji kelayakan tersebut *handout* yang dikembangkan memperoleh skor kelayakan sebesar 81%, berdasarkan tingkat kelayakan yang diadaptasi dari Akbar (2017) skor kelayakan berkategori sangat layak dapat digunakan tanpa perbaikan. Sub aspek yang mendapatkan skor tertinggi yaitu dapat digunakan secara berulang yaitu memperoleh skor 5 (100%). Hal ini menandakan bahwa *handout* yang dikembangkan dapat digunakan kapanpun dan dimana saja sesuai dengan kesiapan dan kemampuan mahasiswa/i (*learner*).

Berdasarkan hasil uji kelayakan oleh 3 validator, sub aspek yang memiliki nilai terendah pada uji kelayakan ini diantaranya yaitu alokasi waktu, panduan dan prosedur penggunaan, dan diperlukannya pengetahuan khusus dalam penggunaan *handout* yaitu memperoleh skor 3,33 (66,6%) yang dapat dikategorikan cukup layak. Hal ini dikarenakan pada *handout* masih ada beberapa komponen seperti prosedur/panduan, ruang lingkup, dan alokasi waktu yang belum di masukkan pada *handout* yang dikembangkan sehingga perlu dilakukan revisi pada sub aspek-sub aspek tersebut agar membuat *handout* yang dikembangkan dapat menjadi lebih baik lagi.

Uji keterbacaan untuk mengetahui apakah *handout* yang dikembangkan mudah dibaca dan dapat digunakan sebagai sumber belajar. Hasil uji keterbacaan yang didapat dari 6 mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Rekapitulasi Keterbacaan *Handout*

No.	Sub aspek yang Dinilai	Rata-Rata Skor
A. Menyenangkan		
1.	Belajar dengan <i>handout</i> mampu menciptakan pembelajaran yang menyenangkan	4,67

	B. Kegunaan	
2.	<i>Handout</i> dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri	4,67
	C. Stimulasi	
3.	<i>Handout</i> dapat menstimulasi kemampuan kognitif Mahasiswa/i	4,5
	D. Kekuatan	
4.	<i>Handout</i> Mampu meningkatkan minat baca Mahasiswa/i	4,5
	E. Efektif	
5.	Membaca <i>handout</i> yang dikembangkan dapat mengefektifkan waktu penggunaan bahan ajar	4,5
6.	Membaca <i>handout</i> yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan Mahasiswa/i terhadap tuntutan tujuan pembelajaran	4
	F. Kejelasan	
7.	Petunjuk penggunaan <i>handout</i> jelas dan mudah dipahami	4,33
8.	Gambar yang tersaji pada <i>handout</i> jelas dan berwarna	4,5
9.	Bahasa yang digunakan dalam <i>handout</i> jelas dan mudah dipahami	4,67
	G. Relevan	
10.	Isi <i>handout</i> berkaitan dengan kurikulum	4,67
11.	Materi pembelajaran <i>handout</i> berkaitan dengan CPL	4
12.	Informasi tambahan pada <i>Handout</i> berkaitan dengan konsep yang dipelajari	4,17
	H. Praktis	
13.	<i>Handout</i> dapat digunakan kapan saja	4,17
14.	<i>Handout</i> praktis dalam penggunaannya	4,83
	I. Membantu	
15.	<i>Handout</i> Membantu Mahasiswa/i dalam memahami materi pada mata kuliah Mikrobiologi	4,5
16.	<i>Handout</i> Membantu dalam menambah minat belajar Mahasiswa/i	4,33
	J. Sesuai	
17.	Sistematika penyusunan <i>handout</i> sudah sesuai	4,67
18.	Ilustrasi pada <i>handout</i> sesuai dengan wacana/teks bacaan	4,83
	K. Bermanfaat	
19.	Materi yang disajikan dalam <i>handout</i> bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari	4,33
	L. Terbaru	
20.	Materi yang disajikan dalam <i>handout</i> Mutakhir dan terkini	4,5
	M. Kepentingan	
21.	<i>Handout</i> yang dikembangkan penting sebagai penunjang materi pada mata kuliah Mikrobiologi	4,5
	N. Menarik	
22.	<i>Handout</i> yang dikembangkan memiliki tampilan yang menarik	5
	O. Efisiensi	
23.	Pembelajaran lebih efisien dengan <i>handout</i> yang dikembangkan	4,33
	P. Biaya	
24.	<i>Handout</i> yang dikembangkan memerlukan biaya yang relatif murah	4
	Q. Berharga	
25.	<i>Handout</i> yang dikembangkan memiliki nilai terhadap Mahasiswa/i	4,17

Total Skor	113,34
Rata-Rata Skor Keterbacaan	4,45 (89%)
Kesimpulan Skor Keterbacaan	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa hasil uji keterbacaan mahasiswa memperoleh skor 89% dengan tingkat keterbacaan yang diadaptasi dari Akbar (2017) skor keterbacaan berkategori sangat baik dapat digunakan tanpa perbaikan. Saran dan kritik yang diberikan mahasiswa/i sebagai acuan untuk revisi *handout*. Hasil uji keterbacaan tersebut menunjukkan bahwa *handout* yang dikembangkan memiliki tingkat keterbacaan sangat baik berdasarkan kriteria keterbacaan yang ada. Hal ini menandakan bahwa *handout* yang dikembangkan sangat mudah dipahami dan dibaca oleh peserta didik (*learner*).

Komponen intrik, yang mempunyai subbagian berupa *handout* yang dibuat memiliki tampilan menarik dan mendapat skor 5 (100%), mempunyai skor tertinggi di antara sub aspek-sub aspek berdasarkan hasil tes membaca siswa. Membuat *handout* yang menarik secara visual akan meningkatkan semangat siswa untuk belajar, mencegah mereka menjadi tidak tertarik pada materi yang mereka gunakan. Menurut Emda (2018), siswa yang sangat termotivasi untuk belajar akan mencapai keberhasilan dalam proses pembelajaran. Menurut Officialni *et al.* (2021), mengembangkan bahan ajar yang menarik sangat penting untuk menginspirasi siswa.

Membaca *handout* yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan siswa akan tuntutan tujuan pembelajaran, *handout* materi pembelajaran yang berkaitan dengan CPL (CPMK. Ahli menyatakan bahwa setelah dilakukan satu hingga dua kali revisi pada produk *handout* maka sudah dapat dikatakan layak dan sesuai, sedangkan pada beberapa mahasiswa/i, *handout* yang dikembangkan pada uji keterbacaan sangat baik akan tetapi dianggap belum memenuhi kebutuhannya sebagai mahasiswa/i terhadap tuntutan tujuan pembelajaran yang diajarkan selain itu beberapa mahasiswa/i menganggap biaya dalam pengembangan *handout* jika dicetak akan mahal. Oleh sebab itu, akan lebih baiknya jika dapat dijadikan file/*e-handout*.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pengembangan Handout Keragaman Koloni Bakteri pada Rizosfer Pohon Kelapa Sawit di Lingkungan Lahan Basah Desa Jelapat Kab. Barito Kuala, Kalimantan Selatan dinyatakan oleh tiga orang ahli yakni ahli Mikrobiologi, ahli tumbuhan rendah (*Cryptogamae*), dan ahli media dengan kriteria pada uji kesesuaian memperoleh rata-rata skor 87,4 % (sangat sesuai), uji kelayakan memperoleh rata-rata skor 81% (sangat layak), dan uji keterbacaan mahasiswa memperoleh rata-rata skor 89% (sangat baik). Hasil uji tersebut telah dilakukan revisi sehingga dikatakan sesuai dan layak sehingga bisa digunakan mahasiswa dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Ajizah, A., & Rahma, K. (2017). The Development of A Handout on Eubacteria Concept for High School. *Proceedings of the 5th SEA-DR (South East Asia Development Research) International Conference 2017 (SEADRIC 2017)*, 100, 109–114. <https://doi.org/10.2991/seadric-17.2017.23>
- Amintarti, S., Ajizah, A., & Utami, N. H. (2019). Pengembangan Media Gambar Alga Mikroskopis Sebagai Penunjang Mata Kuliah Botani Tumbuhan Rendah. 11(1), 10–20. <https://doi.org/10.20527/wb.v19i1.Abstrak>.
- Asmara, R., Suharjo, R., Rini, M. V, Dirmawati, S. R., Agroteknologi, J., Pertanian, F., & Lampung, U. (2021). Kemelimpahan Dan Karakterisasi Bakteri Rizosfer Tanaman Kelapa Sawit Di Pt Bumitama Gunajaya Agro Kalimantan Tengah Abundance and Characterization of Rhizospheric Bacteria of Oil Palm Plant in Pt Bumitama Gunajaya Agro Central Kalimantan. *Journal of Tropical Upland Resources ISSN, 03(02)*, 71–83.
- Eliaumra, Hulinggi, S. A., & Samaela, D. P. (2023). Pengembangan Asesmen Autentik Dengan Menggunakan Metode Jigsaw Untuk Mengukur Kemampuan Kolaboratif Dan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 8(1), 56–66. <https://doi.org/10.23969/10.23969/biosfer.v8i1.8469>
- Emda, A. (2018). Kedudukan Motivasi Belajar Siswa Dalam Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 5(2), 172. <https://doi.org/10.22373/lj.v5i2.2838>
- Febrianto, R., & PGRI Trenggalek, S. (n.d.). *Education Journal: Journal Education Research and Development PENGEMBANGAN HANDOUT MATA KULIAH PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK UNTUK MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BAHASA INDONESIA*. 64–74.
- Istina, I. N., Widiastuti, H., & Joy, B. (2020). Potensi bakteri pelarut P dan Penambat N rhizosper kelapa sawit gambut saprik. *Jurnal Agro*, 7(1), 14–23. <https://doi.org/10.15575/5776>
- Izzatinnisa', I., Hastuti, U. S., & Gofur, A. (2020). Pengembangan Handout Mikrobiologi Berbasis Hasil Penelitian Antagonisme Fungi Antagonis terhadap Fungi Patogen pada Tanaman Stroberi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2), 355. <https://doi.org/10.33394/bjib.v8i2.2765>
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170–187. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Nisa, K., Ajizah, A., & Amintarti, S. (2021). The Validity of Learning Media in the Form of Booklet Types of Pteridophyta (Fern) in the Riverbanks of Wisata Alam Sungai Kembang for Senior High School Grade X. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(2), 92. <https://doi.org/10.20527/bino.v3i2.9978>
- Rahima, R., Kaspul, K., & Putra, A. P. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Peserta Didik Kelas X Sma Terhadap Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Flip Html5 Konsep Protista. *Jurnal Pendidikan*

-
- UNIGA, 16(1), 570.
<https://doi.org/10.52434/jp.v16i1.1828>
- Rahmawati, A. (2017). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Defisiensi Nutrisi Tumbuhan pada Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Pasundan. *BIOSFER : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 21–25.
<https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i1.524>
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Wicaksono, E. B., Hardianto, & Munawar, A. (2019). Rancang Bangun Penghitung Jumlah Koloni Bakteri Berbasis Arduino Uno. *Ijccs*, 13(2), 123–128.