



## PENGEMBANGAN *E-BOOKLET* KLASIFIKASI MAHKLUK HIDUP SMA KELAS X MELALUI IDENTIFIKASI BAKTERI PADA IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) KERAMBA JARING APUNG DI WADUK KOTO PANJANG

Ayu Bunayah  
Pendidikan Biologi, Universitas Riau

### Informasi Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima 25 Juni 2025  
Perbaikan 03 Juli 2025  
Disetujui 19 Juli 2025

#### Kata Kunci:

*E-booklet*,

### ABSTRAK

Pengembangan *e-booklet* berbasis hasil penelitian isolasi dan identifikasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) telah divalidasi dan dinyatakan sangat valid untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam pembelajaran Biologi. *E-Boklet* ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep perubahan dan pelestarian lingkungan hidup serta kesadaran terhadap dampak pencemaran logam berat pada ekosistem perairan. Waduk Koto Panjang merupakan ekosistem perairan yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan termasuk budidaya ikan dalam Keramba Jaring Apung (KJA). Aktivitas budidaya ini berkontribusi terhadap peningkatan kandungan bahan organik dan logam berat, yang dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan dan memengaruhi kesehatan organisme akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-booklet* dengan mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dari KJA Waduk Koto Panjang sebagai media pembelajaran Biologi pada materi Klasifikasi Mahkluk Hidup untuk kelas X SMA. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan eksperimen dan pengembangan media pembelajaran. Sampel ikan mas diperoleh dari KJA Waduk Koto Panjang, kemudian dilakukan isolasi bakteri dari organ insang dan usus menggunakan metode spread plate dan streak plate pada media Nutrient Agar (NA). Isolat bakteri yang diperoleh diidentifikasi berdasarkan karakteristik makroskopis, mikroskopis (pewarnaan Gram), serta uji biokimia (TSIA, SCA, SIM). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat tiga genus bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yaitu *Proteus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Escherichia coli* dengan karakteristik morfologi dan biokimia yang berbeda.

© 2025 BEGIBUNG

\*Surat elektronik penulis: [ayu.bunayah5250@student.unri.ac.id](mailto:ayu.bunayah5250@student.unri.ac.id)

### PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 pada saat ini menuntut pembelajaran yang lebih berfokus kepada peserta didik atau disebut dengan student centered learning yang juga sesuai dengan tuntutan pada kurikulum merdeka. Namun, proses pembelajaran di beberapa sekolah cenderung masih berpusat pada

guru sehingga menyebabkan peserta didik merasa bosan dan kurang memahami materi yang diberikan oleh guru (Asrori & Suparman, 2019). Oleh karena itu, dibutuhkan media ajar yang dapat menarik minat peserta didik untuk dapat meningkatkan motivasi belajar dari peserta didik. Salah satu bahan ajar yang

dapat menjadi sarana untuk menarik minat peserta didik yaitu *E-booklet*. Booklet merupakan buku berukuran kecil dan tipis yang menyajikan informasi secara ringkas dan dilengkapi dengan gambar pendukung. Kelebihan *e-booklet* adalah tampilannya yang praktis, fleksibel, serta menyajikan informasi secara sistematis dan visual, sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami konsep maupun fakta yang disajikan (Utami, 2018).

Penyajian booklet dalam format digital juga memberikan kemudahan akses dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, terutama pada materi yang seringkali dianggap abstrak, seperti klasifikasi makhluk hidup, khususnya mengenai bakteri sebagai bagian dari Kingdom Monera. Salah satu potensi lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pengembangan bahan ajar adalah Waduk PLTA Koto Panjang yang terletak di Kabupaten Kampar, Riau. Waduk ini tidak hanya berperan sebagai sumber energi dan pengendali banjir, tetapi juga menjadi sentra budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam keramba jaring apung (KJA). Namun, tingginya intensitas budidaya telah menyebabkan munculnya berbagai masalah lingkungan dan kesehatan ikan, termasuk infeksi penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen. Kematian massal ikan mas akibat infeksi bakteri telah dilaporkan hampir setiap tahun, menunjukkan bahwa keberadaan bakteri di tubuh ikan merupakan fenomena nyata yang penting untuk dikaji lebih dalam. Bakteri pada tubuh ikan tidak hanya bersifat merugikan (patogen), tetapi juga ada yang menguntungkan, seperti membantu pencernaan atau mendekomposisi materi organik.

Identifikasi dan klasifikasi bakteri pada ikan mas tidak hanya relevan dalam konteks perikanan dan kesehatan lingkungan, tetapi juga dapat menjadi media pembelajaran yang kontekstual dalam pembahasan topik klasifikasi makhluk hidup di jenjang SMA. Sayangnya, pembahasan tentang bakteri dalam materi klasifikasi sering kurang mendapatkan perhatian. Oleh karena itu, hasil identifikasi bakteri pada ikan mas di Waduk Koto Panjang dapat dikembangkan menjadi sebuah *e-booklet* yang menarik, aplikatif, dan berbasis data lokal. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 12 Pekanbaru, diketahui

bahwa pembelajaran telah menerapkan Kurikulum Merdeka, namun media ajar yang digunakan masih terbatas pada buku paket, LKPD, dan PowerPoint. Pengembangan bahan ajar baru seperti *e-booklet* yang menyajikan konteks lokal dan ilmiah sangat dibutuhkan untuk memperkaya proses belajar dan meningkatkan keaktifan siswa dalam memahami materi klasifikasi makhluk hidup. Berdasarkan latar belakang diatas, pengembangan *e-booklet* berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dari Waduk Koto Panjang menjadi solusi inovatif yang dapat menggabungkan pembelajaran berbasis lingkungan, pendekatan ilmiah, dan media digital yang menarik. Selain berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran, *e-booklet* ini juga mendukung pelaksanaan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan eksploratif.

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian:

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu identifikasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) Keramba jarring apung dan perancangan *E-booklet*. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan metode survey yang dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

### 2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Isolasi dan Identifikasi Bakteri ikan mas (*Cyprinus carpio*) dilakukan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 - Maret 2025.

### 3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gill net, kamera, kantong plastik, tisu steril, pisau, erlenmeyer, gelas ukur, beaker glass, neraca analitik, pinset, mortar dan alu, kertas saring, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vorteks, cawan petri, jarum ose, bunsen, loupe, gelas objek, cover glass, autoklaf, hot plate, laminar air flow, rotary shaker, mikro pipet dan tip, inkubator, vortex, mikroskop, kertas label, aluminium foil, kapas, kasa, batang pengaduk serta buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9 th Edition*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging ikan mas, media NB (Nutrient broth), media NA (Nutrient agar), natrium hipoklorit 5,25%, alkohol 70%, larutan garam fisiologi, kristal violet, lugol, safranin, akuades, dan alkohol 96%, media uji biokimia TSIA (Triple Sugar Iron Agar), SCA (Simmons Citrate Agar) dan SIM (Sulphite Indole Motility).

#### 4. Prosedur Penelitian

Langkah pertama yaitu Sterilisasi Alat dan Bahan, Pembuatan Media, Pemiakan Sampel Bakteri pada Media Nutrient Broth (NB) secara homogen, Pengenceran Sampel Bakteri, Isolasi Bakteri pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).

5. Pengamatan morfologi makroskopis dan mikroskopis bakteri adalah metode identifikasi awal yang digunakan untuk mengenali ciri-ciri fisik bakteri. Morfologi makroskopis dilakukan dengan mengamati koloni bakteri yang tumbuh pada media padat secara langsung menggunakan mata atau lup, meliputi bentuk koloni, warna, tepi, elevasi, permukaan, dan konsistensi. Sementara itu, morfologi mikroskopis dilakukan dengan bantuan mikroskop setelah proses pewarnaan, seperti pewarnaan Gram, untuk melihat bentuk sel bakteri (seperti basil atau kokus), susunan sel, serta menentukan sifat Gram-positif atau Gram-negatif berdasarkan warna hasil pewarnaan. Kedua jenis pengamatan ini penting untuk membantu identifikasi awal dan klasifikasi bakteri berdasarkan ciri morfologinya.

#### 6. Uji Biokimia

Uji Biokimia merupakan metode identifikasi biakan murni bakteri berdasarkan karakter fisiologisnya. Tiga uji utama yang digunakan dalam identifikasi bakteri adalah:

Uji Simmons Citrate Agar (SCA):

Bertujuan menguji kemampuan bakteri memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon. Hasil positif ditandai perubahan warna media menjadi biru setelah inkubasi 24 jam pada 29°C.

Uji Triple Sugar Iron Agar (TSIA):

Digunakan untuk mengetahui kemampuan fermentasi tiga jenis gula dan produksi gas atau H<sub>2</sub>S. Hasil uji dibaca dari warna lereng dan dasar media setelah inkubasi 24 jam pada 37°C.

- K/A: fermentasi glukosa saja
- A/A: fermentasi semua gula
- K/K: tidak mampu memfermentasi gula

Uji Sulphite Indole Motility (SIM):

Menguji motilitas bakteri dengan melihat penyebaran pertumbuhan sepanjang jalur tusukan. Hasil positif ditandai penyebaran seperti akar berwarna putih di sekitar titik inokulasi setelah inkubasi 24 jam pada 37°C.

#### 7. Perancangan E-LKPD

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Yang disederhanakan menjadi tahap *Analysis, Design, Development*.

##### a. Tahap Analysis (Analisis)

Tahapan yang pertama yaitu tahapan analyze (analisis). Pada tahap ini hal yang perlu dianalisis yaitu analisis kurikulum. Analisis kurikulum dilakukan agar dapat mengetahui materi yang akan dikembangkan dalam bahan ajar, yang dalam hal ini materi yang akan dikembangkan yaitu klasifikasi makhluk hidup SMA pada keanekaragaman hayati di kelas X SMA. Pada tahap ini juga dianalisis capaian pembelajaran yang digunakan yang disesuaikan dengan mata pelajaran biologi SMA Fase E. Selain itu, tujuan pembelajaran juga di analisis pada bagian ini.

##### b. Tahap Design (Desain)

Pada tahap ini, *E-booklet* dirancang menggunakan Pdf. Proses perancangan melibatkan beberapa komponen penting, di antaranya rancangan ATP (Alur Tujuan Pembelajaran), modul ajar, dan *E-booklet*. Modul ajar disusun dengan mengacu pada prinsip-prinsip Kurikulum Merdeka dan menerapkan model pembelajaran Discovery Learning (DL), berfokus pada penemuan konsep atau prinsip oleh peserta didik secara mandiri melalui eksplorasi dan penyelidikan

c. Tahap Development (Pengembangan)

Peneliti mengembangkan produk berupa *E-booklet* yang disusun dengan bantuan Canva. Produk yang dikembangkan tidak hanya dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran, tetapi juga melalui tahapan uji kelayakan untuk memastikan bahwa *E-booklet* tersebut efektif dan layak digunakan. Untuk memvalidasi draft *E-booklet*, digunakan lembar validasi. Lembar validasi yang digunakan ada 2 yaitu lembar validasi ahli materi dan lembar validasi ahli media. Indikator yang akan dinilai oleh validator ahli materi yaitu aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan dan aspek pemelajaran. Sedangkan, indikator yang akan dinilai oleh validator ahli media yaitu ukuran *E-booklet* isi, bahasa, dan tampilan *E-booklet*.

Setelah melakukan validasi, data kemudian dilakukan analisis. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif, dengan cara menghitung skor dari setiap indikator yang digunakan untuk menentukan validitas draft E-LKPD. Aspek validasi dibuat dalam bentuk skala penilaian dengan jenis skala likert skor 1-4. Adapun pengkategorian penilaian dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Skor Penilaian *E-booklet*

Skor Penilaian	Kriteria
4	SS : Sangat setuju
3	S : Setuju
2	KS : Kurang setuju
1	TS : Tidak setuju

Sumber : (Haini et al., 2021)

Hasil validasi oleh validator dihitung melalui rumus berikut :

$$M = (\sum Fx)/N$$

Keterangan :

M = Rata-rata skor penilaian

Fx = Skor yang diperoleh

N = Jumlah komponen yang divalidasi

Kriteria dalam pengambilan keputusan validasi draft *E-booklet* dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Validasi *E-booklet*

No	Interval rata-rata skor	Kategori
1	3, 25 < X < 4,00	Sangat valid
2	2,50 ≤ X < 3,25	Valid
3	1,75 ≤ X < 2,50	Kurang valid
4	1,00 < X < 1,75	Tidak valid

Sumber : (Suigoyono, 2016)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengembangan *E-booklet* Biologi Kelas X

#### a. Analysis

Tahap analisis adalah tahap dimana peneliti menganalisis kurikulum dan proses pembelajaran. Analisis kurikulum diawali dengan telaah kurikulum yang pada saat ini sudah digunakan kurikulum merdeka. Setelah itu, menganalisis capaian pembelajaran untuk dikembangkan berdasarkan hasil penelitian menjadi rancangan *E-booklet*. Pada tahap pertama, menganalisis capaian pembelajaran pada mata pelajaran Biologi SMA Fase E, setelah itu, dilakukan analisis terhadap tujuan pembelajaran sehingga capaian pembelajaran dapat dicapai. Adapun analisis materi dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Analisis Materi

Hasil Analisis Materi	Sub-Materi	Kelas
<b>Klasifikasi Mahkluk Hidup</b>	Klasifikasi pada kingdom monera seperti bakteri.	X
Mengidentifikasi akteri pada ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> )		

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa data tersebut memiliki potensi sebagai alternatif sumber belajar pada materi klasifikasi makhluk hidup di kelas X. Potensi ini muncul karena pada materi klasifikasi makhluk hidup, dikarenakan pada proses pembelajaran sangat jarang membahas tentang klasifikasi pada bakteri yang relevan dengan model pembelajaran Discovery Learning (DL), dapat mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah.

## b. Design

Setelah dilakukan analisis, tahap berikutnya yaitu tahap perancangan atau design dari *E-booklet*. *E-booklet* akan di design di aplikasi canva kemudian akan dirancang menggunakan Pdf yang mana peserta didik dapat langsung melihat atau mengakses *e-booklet* tersebut melalui smartphone yang mereka miliki. *E-booklet* yang disusun mengacu pada prinsip-prinsip kurikulum merdeka dan menerapkan model pembelajaran Discovery Learning (DL). Model DL Meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menemukan sendiri konsep atau prinsip melalui proses eksplorasi, penyelidikan, dan pengamatan secara aktif.

Desain format dari *E-booklet* mengacu pada format Kemendikbud pada tahun 2017. Berikut uraian rancangan *E-booklet* dari materi Klasifikasi Mahkluk Hidup :

### 1) Cover/Sampul

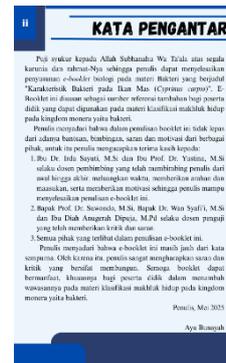
Desain tampilan cover atau sampul buku Identifikasi Bakteri pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) menggunakan gambar yang mewakili isi dalam *e-booklet*. Warna sampul didesain full colour dengan warna dasar biru dan ditambah karakteristik pendukung sampul yang terdiri dari beberapa komponen judul, nama penulis, nama pembimbing, logo Universitas. Cover buku dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Cover *E-booklet*

### 2) Kata Pengantar

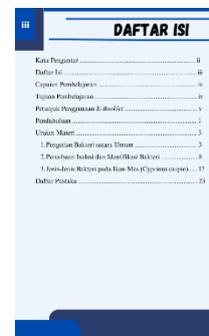
Kata pengantar pada rancangan *e-booklet* ini berisi kalimat pujian kepada Allah SWT, ucapan terima kasih, permohonan kritik dan saran dari pembaca, serta tertanda penulis. Kata pengantar *e-booklet* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Kata Pengantar *E-booklet*

### 3) Daftar Isi

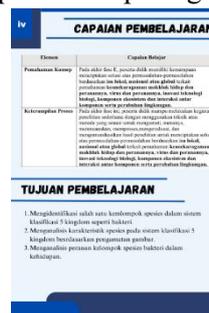
Daftar isi memuat daftar yang disesuaikan dengan isi *e-booklet* yang dirancang. Daftar isi *e-booklet* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Daftar isi pada *E-booklet*

### 4) Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

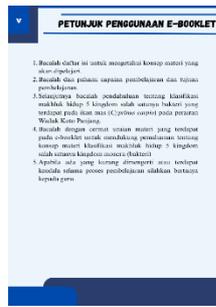
Bagian ini berisi capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran sesuai dengan hasil penelitian. Dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Daftar Isi pada *E-booklet*

### 5) Panduan Penggunaan *E-booklet*

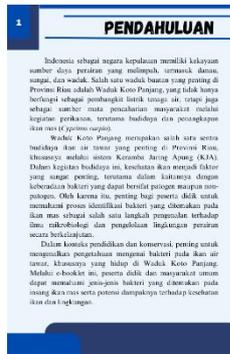
Panduan penggunaan *e-booklet* ini berisi tata cara menggunakan *e-booklet* agar mudah dipahami dan efisien dalam penggunaan.



Gambar 5. Petunjuk Penggunaan *E-booklet*

6) Pendahuluan

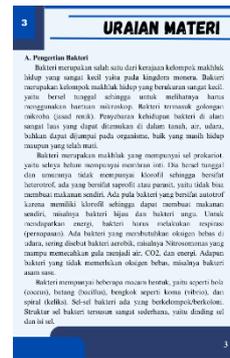
Pendahuluan dalam *e-booklet* ini berisi penjelasan secara umum tentang bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada Waduk Koto Panjang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau dan penjelasan tujuan dari perancangan *e-booklet* ini. Pendahuluan *e-booklet* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Pendahuluan pada *E-booklet*

7) Uraian Materi

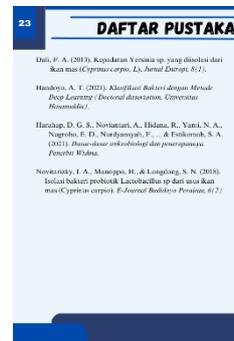
Pada bagian ini berisi pengertian bakteri secara umum, Jenis-jenis bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) di Waduk Koto Panjang yang ditemukan Gambar 34solate bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang ditemukan Klasifikasi, karakteristik serta peranan bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). Bagian uraian materi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Uraian materi pada *E-booklet*

8) Daftar Pustaka

Berisi refrensi dan sumber yang digunakan dalam penyusunan *e-booklet*. Daftar Pustaka dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Daftar Pustaka *E-booklet*

c. Development

Tahap selanjutnya yaitu melakukan validasi produk yang telah dikembangkan. Lembar validasi diisi oleh dua orang validator, yaitu seorang ahli materi dan seorang ahli media. Hasil validitas ahli materi didapatkan hasil validasi materi *E-booklet* dilihat dari ketiga aspek yakni sebesar 3,58 (Sangat valid). Sedangkan hasil validitas ahli media *E-booklet* dilihat dari aspek isi, bahasa, dan tampilan *e-booklet* yakni sebesar 3,93 (Sangat valid). Hal ini berarti bahwa *E-booklet* yang dirancang telah sesuai dengan standar media pembelajaran dan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran materi keanekaragaman hayati kelas X.

**Identifikasi Morfologi dan Uji Biokimia Bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*)**

Berdasarkan hasil isolasi bakteri dari insang dan usus ikan mas (*Cyprinus carpio*), diperoleh

empat isolat yang memiliki karakteristik morfologi berbeda, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Isolat dengan kode IIIWa1 yang berasal dari insang di lokasi 3 menunjukkan morfologi koloni berbentuk bulat, berwarna putih kekuningan, dengan tepi bergelombang dan elevasi datar. Sedangkan isolat IIIWa2 yang berasal dari usus di lokasi yang sama memiliki koloni berwarna hijau kebiruan dengan bentuk tidak beraturan, tepi rata, dan elevasi cembung. Sementara itu, isolat IUIWa1 yang diambil dari insang di lokasi 1 menunjukkan koloni berbentuk bulat, berwarna putih keabu-abuan, tepi rata, dan elevasi cembung. Adapun isolat IUIWa2 yang berasal dari usus di lokasi 1 memiliki koloni bulat, berwarna putih kekuningan, dengan tepi bergelombang dan elevasi datar. Secara umum, hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa keempat isolat memiliki variasi dalam bentuk koloni, warna, elevasi, dan bentuk tepi, meskipun beberapa memiliki karakteristik yang serupa. Warna koloni yang ditemukan mencakup putih kekuningan, putih keabu-abuan, dan hijau kebiruan, dengan bentuk koloni bulat atau tidak beraturan, elevasi datar hingga cembung, serta tepi rata maupun bergelombang.

Hasil pengamatan mikroskopis melalui pewarnaan Gram menunjukkan bahwa seluruh isolat memiliki bentuk sel batang (basil) dan tergolong bakteri Gram negatif, yang ditandai dengan warna merah setelah proses pewarnaan. Hal ini disebabkan oleh struktur dinding sel bakteri Gram negatif yang mengandung lebih banyak lipid dan memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis, sehingga zat warna kristal violet mudah hilang saat pencucian alkohol dan digantikan oleh safranin.

Temuan ini memperkuat pendapat Ritonga et al. (2014) yang menyatakan bahwa morfologi koloni bakteri patogen pada ikan mas umumnya memiliki tepian rata, elevasi cembung, serta warna putih kekuningan atau kuning, dan keberadaannya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Lingkungan yang tidak terjaga dapat meningkatkan populasi bakteri patogen yang berpotensi menyebabkan penyakit pada ikan mas. Dengan demikian, identifikasi morfologi koloni dan karakteristik mikroskopis seperti ini penting untuk

mendeteksi adanya potensi infeksi bakteri dalam budidaya ikan.

Setelah dilakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopis, uji biokimia dilakukan untuk mengetahui sifat fisiologis dan spesifik dari masing-masing isolat bakteri. Uji yang dilakukan meliputi TSIA (Triple Sugar Iron Agar), SCA (Simmon Citrate Agar), dan SIM (Sulphur Indole Motility). Hasil uji TSIA menunjukkan bahwa keempat isolat, yaitu IIIWa1, IIIWa2, IUIWa1, dan IUIWa2 mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa, ditandai dengan perubahan warna media menjadi kuning pada bagian slant dan butt (reaksi +/+). Namun, tidak semua isolat mampu menghasilkan gas maupun H<sub>2</sub>S. Isolat IIIWa1 dan IUIWa2 menghasilkan H<sub>2</sub>S, sedangkan isolat IIIWa2 dan IUIWa1 tidak. Semua isolat tidak menghasilkan gas. Pada uji SCA, isolat IIIWa1, IIIWa2, dan IUIWa2 menunjukkan hasil positif (+), yang ditandai dengan perubahan warna media dari hijau menjadi biru, menunjukkan kemampuannya memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon. Sebaliknya, isolat IUIWa1 menunjukkan hasil negatif (-), yang berarti bakteri tersebut tidak memiliki enzim sitrat permease untuk memanfaatkan sitrat. Hasil uji SIM menunjukkan bahwa seluruh isolat bersifat motil, yang ditandai dengan adanya pertumbuhan menyebar di sekitar tusukan media. Hal ini sesuai dengan karakter umum bakteri berbentuk basil yang biasanya memiliki flagela untuk bergerak.

Berdasarkan karakteristik makroskopis, mikroskopis, dan fisiologis yang diamati, identifikasi dilakukan dengan merujuk pada Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat IIIWa1 dan IUIWa2 memiliki kemiripan dengan genus *Proteus* sp., isolat IIIWa2 dengan genus *Pseudomonas* sp., dan isolat IUIWa1 dengan genus *Escherichia coli*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa bakteri yang di dapat dari isolasi dan identifikasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) Keramba Jaring Apung Waduk Koto Panjang berasal dari genus *Proteus* sp.,

*Pseudomonas sp.*, dan *Escherichia coli*. Hasil pengembangan *e-booklet* dengan metode isolasi bakteri pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) telah terbukti valid dan dirancang sesuai dengan kriteria media pembelajaran materi klasifikasi makhluk hidup.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alori, E. T., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*, 8, 971
- Anggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. (2016). Identifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan uji mikrobiologi pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. Syiah Kuala University.
- Arya Sukman Jaya, I. G., Sang Ayu Made Putri Suryani, Ni Made Darmadi, & I Wayan Arya. (2023). A Identifikasi Bakteri Patogen Pada Ikan Nyalian (*Rasbora lateristriata*) Yang Didomestikasi. *Gema Agro*, 28(1), 66–76.  
<https://doi.org/10.22225/ga.28.1.6849.66-76>
- Cahyani, Lela Dwi. 2023. Pengembangan Bahan Ajar Booklet Berdasarkan Hasil Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Taman Botani Sukorambi untuk Siswa Kelas X SMA Argopuro Panti Jember. Skripsi. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq. Jember.
- Darlen, R. F., Sjarkawi, S., & Lukman, A. (2024). Pengembangan E-Book Interaktif Untuk Pembelajaran Fisika Smp. Tekno - Pedagogi: Jurnal Teknologi Pendidikan, 5(1), 13–23.  
<https://doi.org/10.22437/teknopedagogi.v5i1.2282>
- Elyza, F., Gofar, N., & Munawar, M. (2016). Identifikasi Dan Uji Potensi Bakteri Lipolitik Dari Limbah Sbe (Spent Bleaching Earth) Sebagai Agen Bioremediasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(1), 12.  
<https://doi.org/10.14710/jil.13.1.12-18>
- Ferdiansyah, R., Nasution, S., Syawal, H. (2016). KORELASI ANTARA KUALITAS PERAIRAN DAN TINGKAT PREVALENSI BAKTERI PATOGEN PADA IKAN MAS YANG DIBUDIDAYAKAN DI WADUK KOTO PANJANG KABUPATEN KAMPAR. 21–33.
- Foris, L. A., & Snowden, J. (2017). *Proteus mirabilis* infections. StatPearls. StatPearls Publishing.
- Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012(1), 963401.
- Hadioetomo, R. S. (1990). Mikrobiologi dasar dalam praktek: teknik dan prosedur dasar laboratorium. (No Title).
- Hanifah, H., Afrikani, T., & Yani, I. (2020). Pengembangan Media Ajar *E-booklet* Materi Plantae Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Siswa. *Journal Of Biology Education Research (JBER)*, 1(1), 10–16.  
<https://doi.org/10.55215/jber.v1i1.2631>
- Lukistyowati, I., & Feliatra. (2019). Teknik Isolasi dan Identifikasi *Escherichia coli* dan Bakteri Patogen pada Ikan. In Unri Press Pekanbaru.
- Maisarah. (2022). TERHADAP BAKTERI PADA DAGING AYAM BROILER (*Gallus-gallus domesticus*) DARI KANDANG OPEN HOUSE SYSTEM DESA SAREE ACEH.
- Muna, R. (2024). Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri. Fakultas Sains dan Teknologi.
- Nisbah, S. H. (2023). ISOLASI BAKTERI PATOGEN PENYEBAB PENYAKIT PADA BUDIDAYA IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) DI KECAMATAN PAMIJAHAN KABUPATEN BOGOR. Universitas Pendidikan Indonesia.