

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil

##### 4.1.1. Hasil Penelitian Isolasi dan Identifikasi

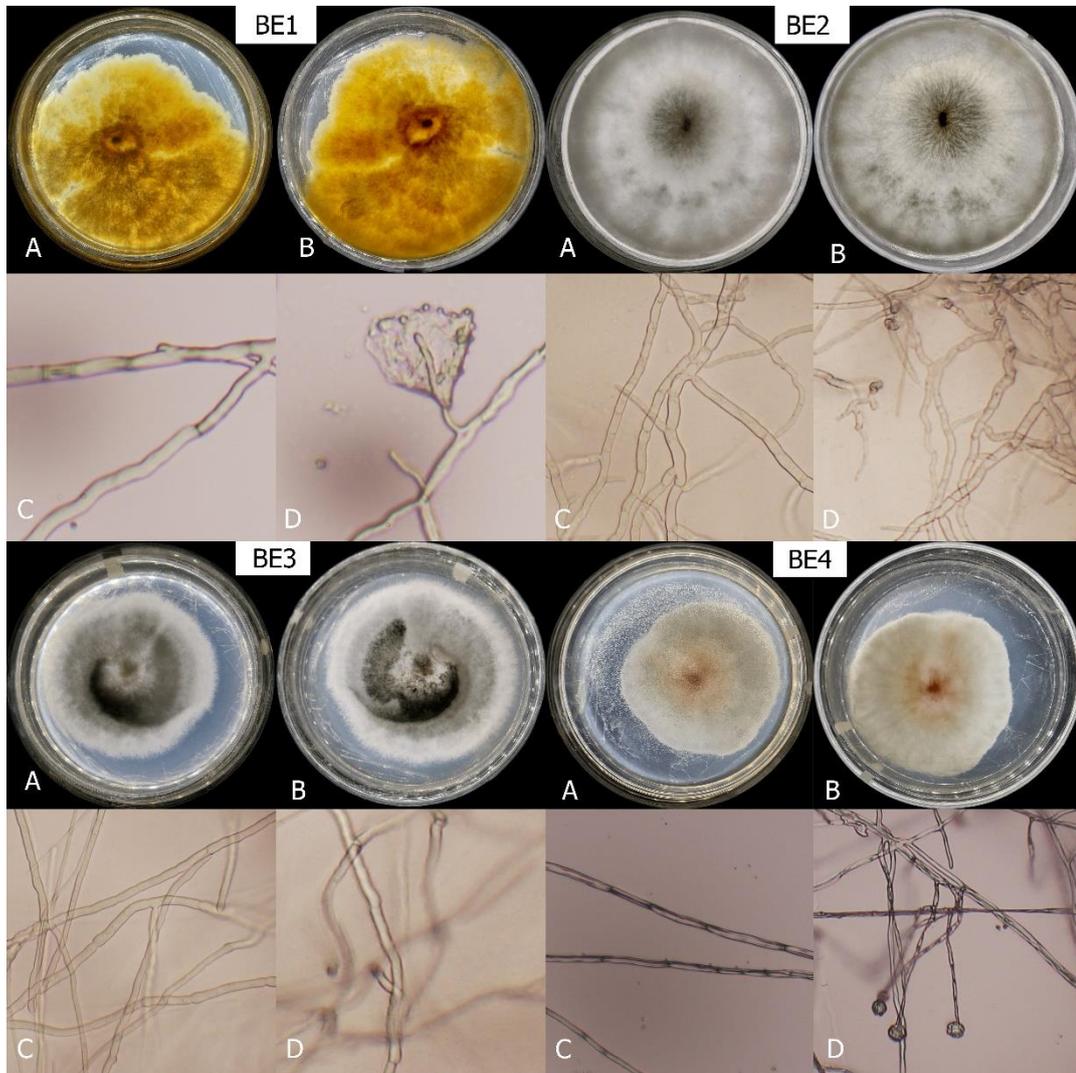
Berdasarkan hasil penelitian diperoleh sebanyak 12 isolat dari kulit batang tanaman mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.). Penanaman dilakukan dengan meletakkan tiga sampel kulit batang yang telah dipotong pada setiap cawan petri dengan masing-masing 3 pengulangan. Pengamatan mulai dilakukan pada hari ketiga sampai hari ketujuh masa inkubasi. Hasil isolasi yang diperoleh selama pengamatan 7 hari yaitu tumbuhnya koloni fungi endofit di sekitar ruas jaringan kulit batang pada setiap pengulangan. Hasil isolasi dari setiap pengulangan dapat dilihat pada (Gambar 4.1).



**Gambar 4.1** Koloni fungi endofit yang tumbuh setelah hari ke-7 di sekitar jaringan kulit batang *Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl)

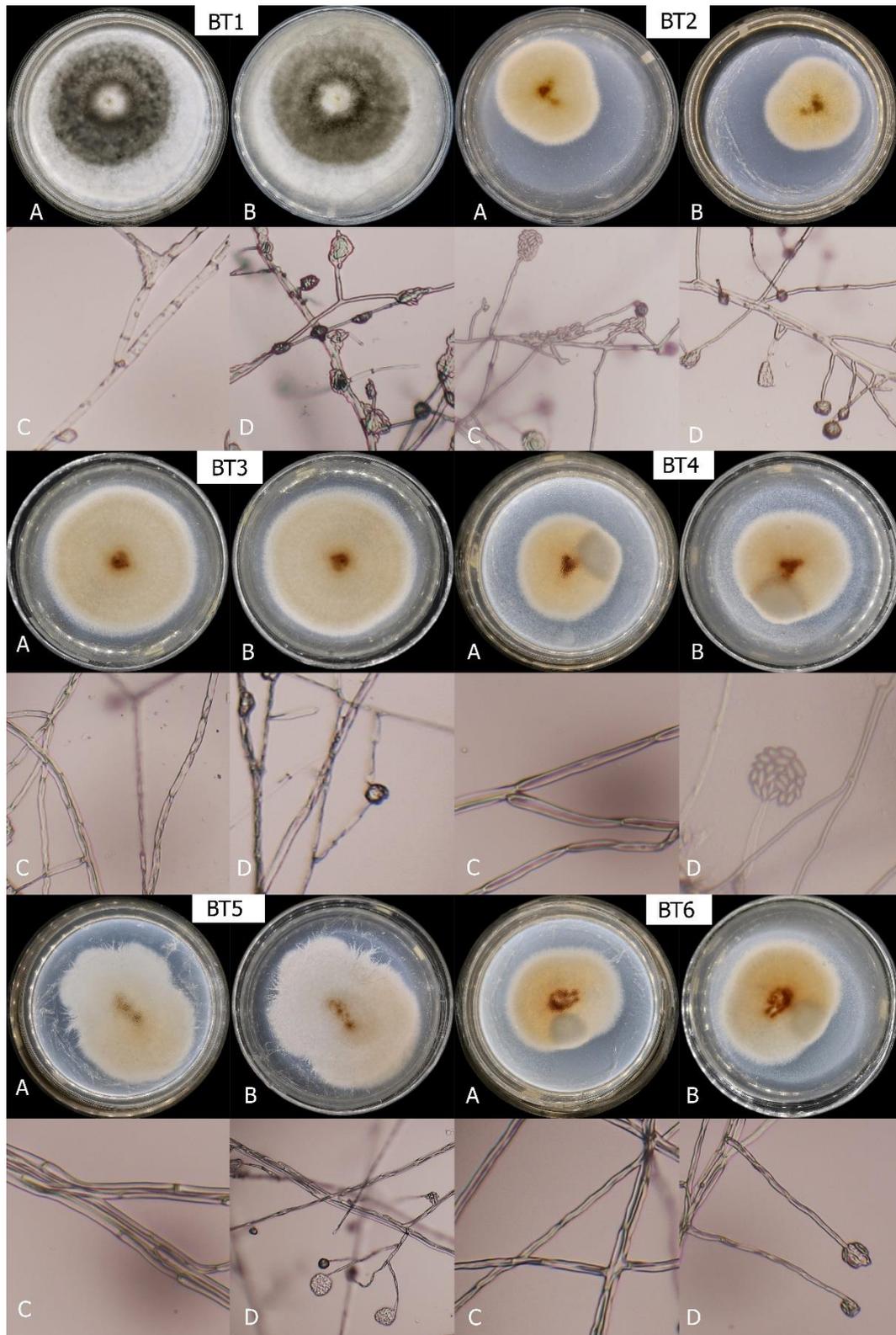
Setelah 7 hari masa inkubasi, dilanjutkan dengan proses pemurniaan dengan mengamati bentuk dan warna koloni pada jamur. Hasil pemurniaan yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi karakteristiknya secara makroskopis dan mikroskopis. Karakteristik tersebut dapat dilihat pada (Gambar 4.2, 4,3 dan Gambar 4.4).

Isolat fungi endofit yang diperoleh dari pengulangan 1 berjumlah 4 isolat. Pengamatan makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada (Gambar 4.2).



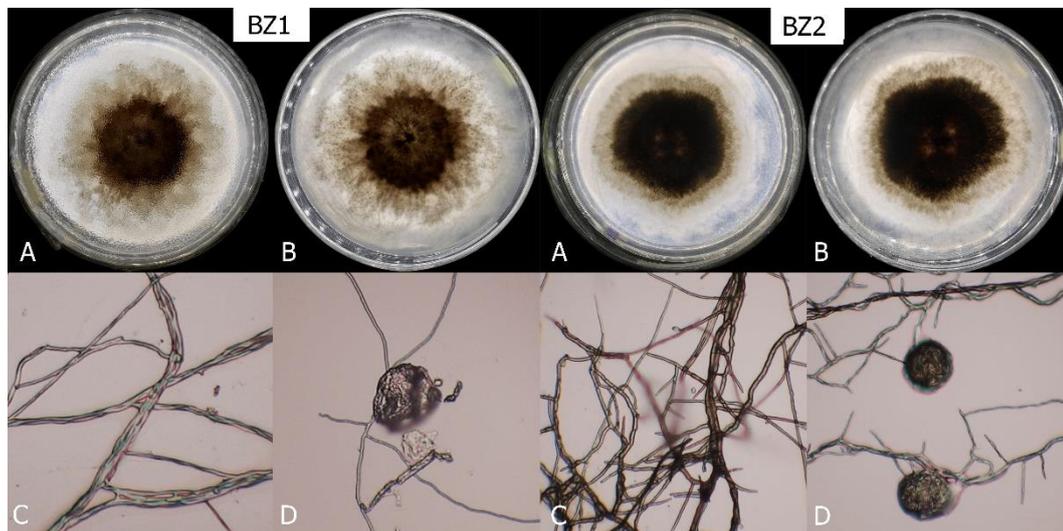
**Gambar 4.2** Isolasi fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl) pengulangan 1; A. Makroskopis tampak depan; B. Makroskopis tampak belakang; C. Mikroskopis hifa; D. Mikroskopis spora

Isolat fungi endofit yang diperoleh dari pengulangan 2 berjumlah 6 isolat. Untuk pengamatan makroskopis dan mikroskopis tertera pada (Gambar 4.3).



**Gambar 4.3** Isolasi fungi endofit pada kulitt batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) pengulangan 2; A. Makroskopis tampak depan; B. Makroskopis tampak belakang; C. Mikroskopis hifa; D. Mikroskopis spora

Isolat fungi endofit yang diperoleh dari pengulangan 3 berjumlah 2 isolat. Pengamatan makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada (Gambar 4.4).



**Gambar 4.4** Isolasi fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) pengulangan 3; A. Makroskopis tampak depan; B. Makroskopis tampak belakang; C. Mikroskopis hifa; D. Mikroskopis spora

Fungi endofit yang telah diamati dapat diidentifikasi dengan menentukan genusnya melalui beberapa buku kunci identifikasi yakni buku *Larone's Medically important fungi: A Guide to Identification* (Thomas et al., 2018), *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnet dan Hunter, 1998) dan *Pictorial of Soil and Seed Fungi* (Watanabe, 2002). Dibawah ini merupakan tabel karakteristik makroskopis dan mikroskopis fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) yang ditunjukkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

**Tabel 4.1** Karakteristik makroskopis isolat fungi endofit kulit batang tanaman mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.)

Isolat	Warna Koloni	Warna Balik Koloni	Tekstur	Topografi	Lingkaran Konsentris	Genus
BE1	Kuning	Kuning	<i>Cottony</i>	<i>Flowery</i>	-	<i>Scopulariopsis</i>
BE2	Putih Kehitaman	Putih Kehitaman	<i>Cottony</i>	<i>Flat</i>	√	<i>Rhizoctonia</i>
BE3	Putih Keabuan	Putih Keabuan	<i>Cottony</i>	<i>Umbonate</i>	-	<i>Aureobasidium</i>
BE4	Putih	Putih	<i>Cottony</i>	<i>Umbonate</i>	-	<i>Mortierella</i>
BT1	Putih Kehijauan	Putih Kehijauan	<i>Powdery</i>	<i>Umbonate</i>	√	<i>Acremonium</i>
BT2	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan	<i>Cottony</i>	<i>Umbonate</i>	-	<i>Mucor</i>
BT3	Putih Cream	Putih Cream	<i>Cottony</i>	<i>Flat</i>	√	<i>Pythium</i>
BT4	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan	<i>Cottony</i>	<i>Umbonate</i>	√	<i>Mortierella</i>
BT5	Putih	Putih	<i>Cottony</i>	<i>Convex</i>	-	<i>Umbelopsis</i>
BT6	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan	<i>Cottony</i>	<i>Umbonate</i>	√	<i>Mortierella</i>
BZ1	Putih Kecoklatan	Putih Kecoklatan	<i>Wolly</i>	<i>Flat</i>	√	<i>Pythium</i>
BZ2	Putih Kehitaman	Putih Kehitaman	<i>Powdery</i>	<i>Flat</i>	√	<i>Humicola</i>

Keterangan :

(-) = Tidak ada

(√) = Ada

**Tabel 4.2** Karakteristik mikroskopis isolat fungi endofit kulit batang tanaman mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) (Watanabe, 2002).

Isolat	Tipe Spora	Bentuk Spora	Hifa	Genus	Ciri Khas Fungi
BE1	Konidia	Globose	Septate	<i>Scopulariopsis</i>	Konidian hialin berwarna coklat pucat
BE2	Konidia	Silindris	Septate	<i>Rhizoctonia</i>	Konidia terbentuk kurang jelas
BE3	Konidia	Silindris	Septate	<i>Aureobasidium</i>	Konida tumbuh dalam jumlah sedikit
BE4	Sporangiospora	Globose	Septate	<i>Mortierella</i>	Bagian ujung spora bercabang hingga ke arah puncak
BT1	Konidia	Elipsoidal	Septate	<i>Acremonium</i>	Dari bawah konida berangsur meruncing hingga ke atas
BT2	Sporangiospora	Globose	Aseptate	<i>Mucor</i>	Secara bertahap spora meruncing
BT3	Sporangiospora	Globose	Septate	<i>Pyhtium</i>	Terjadi pembengkakan pada hifa hingga spora tumbuh di tengah hifa
BT4	Sporangiospora	Elipsoidal	Septate	<i>Mortierella</i>	Spora bercabang diawali pada bagian bawah
BT5	Sporangiospora	Globose	Septate	<i>Umbelopsis</i>	Spora membentuk vesikel (ruang yang bulat)
BT6	Sporangiospora	Globose	Septate	<i>Mortierella</i>	Sporangia membentuk bantalan yang bercabang
BZ1	Sporangiospora	Silindris	Septate	<i>Phytium</i>	Bentuk spora pada hifa tidak beraturan
BZ2	Konidia	Subglobose	Septate	<i>Humicola</i>	Konidia berbentuk butiran soliter atau bulat penuh yang menggantung di hifa

Setelah tahapan identifikasi, data dan hasil penelitian kemudian disumbangkan pada media ensiklopedia materi fungi kelas X SMA/MA. Untuk menentukan kelayakan dari media tersebut dilakukan uji validitas oleh tiga validator yaitu guru yang mengajar di SMA Negeri 22 Palembang kemudian dilanjutkan dengan uji praktikalitas respon ke siswa.

#### 4.1.2. Hasil Sumbangsih Ensiklopedia

Hasil penelitian isolasi dan identifikasi fungi endofit pada tanaman mahkota dewa kemudian disumbangsihkan ke dalam media pembelajaran cetak berbentuk ensiklopedia. Ensiklopedia menggunakan Research and Development dengan tahapan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*).

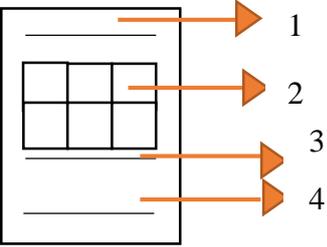
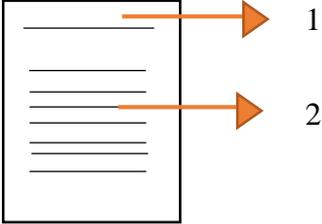
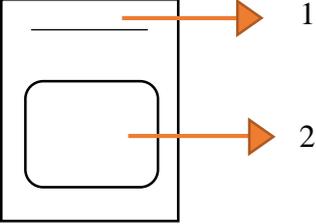
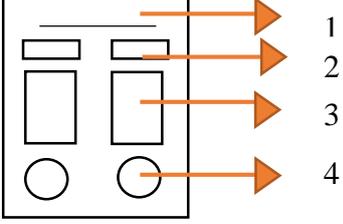
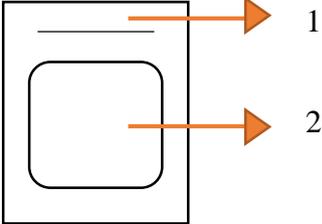
##### a. Tahap Analisis (*Analysis*)

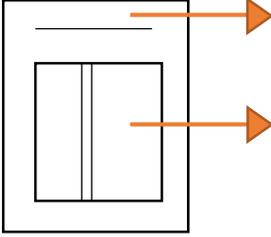
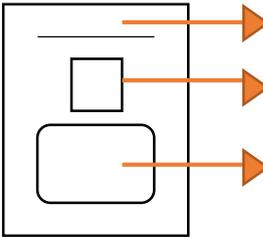
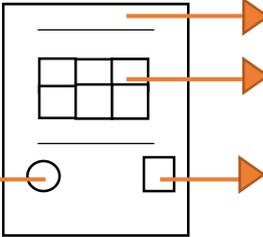
Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan melalui wawancara bersama guru mata pelajaran biologi kelas X. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi diperoleh informasi bahwa media pembelajaran yang sering digunakan adalah PPT, Video pembelajaran, dan alat peraga. Siwa dalam mempelajari materi fungi tidak memungkinkan untuk melaksanakan kegiatan praktikum dikarenakan beberapa hal diantaranya keterbatasan waktu, serta fasilitas laboratorium khusus untuk melakukan pengamatan terhadap fungi di sekolah tidak ada sehingga diperlukan alternatif dalam menyampaikan informasi mengenai prosedur dalam melakukan pengamatan terhadap fungi endofit. Dari tujuan analisis kebutuhan tersebut, guru tertarik untuk mengajar materi fungi endofit melalui media pembelajaran alternatif yang dikembangkan dalam bentuk ensiklopedia berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.

##### b. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap *design* meliputi penyusunan rancangan ensiklopedia yang disajikan di dalam ensiklopedia. Berikut adalah hasil rancangan *storyboard* yang dibuat:

**Tabel 4.3** Rancangan *storyboard* ensiklopedia

No	Board	Keterangan Gambar
1.	Cover depan 	1. Judul depan 2. Gambar hasil fungsi endofit yang diperoleh 3. Nama penulis 4. Asal instansi
2.	Daftar isi 	1. Judul halaman 2. Daftar materi yang disajikan
3.	Sub bahasan materi 	1. Judul bahasan 2. Bahasan/materi yang dijelaskan
4.	Hasil penelitian isolasi dan identifikasi 	1. Judul bahasan 2. Genus fungi endofit 3. Materi fungi 4. Gambar isolat
5.	Daftar pustaka 	1. Judul halaman 2. Daftar referensi

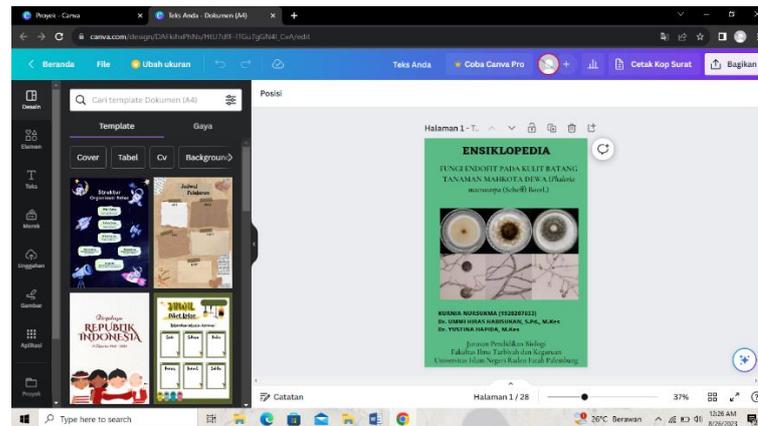
6.	Glosarium 	1. Judul halaman 2. Kata kunci beserta artinya
7.	Biografi penulis 	1. Judul halaman 2. Foto penulis 3. Biodata penulis
8.	Cover belakang 	1. Judul 2. Gambar fungi endofit 3. Logo kelas X 4. QR barcode

### c. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini terdiri dari penyusunan materi yang akan dikembangkan seperti materi, gambar-gambar fungi yang dibuat menggunakan aplikasi canva. Setelah produk dihasilkan maka dilanjutkan dengan uji validitas ke guru sebagai pendapat ahli. Selanjutnya produk yang telah divalidasi dilakukan revisi atas saran dan masukan dari validator. Berikut hasil produk pengembangan sumbangsih ensiklopedia:

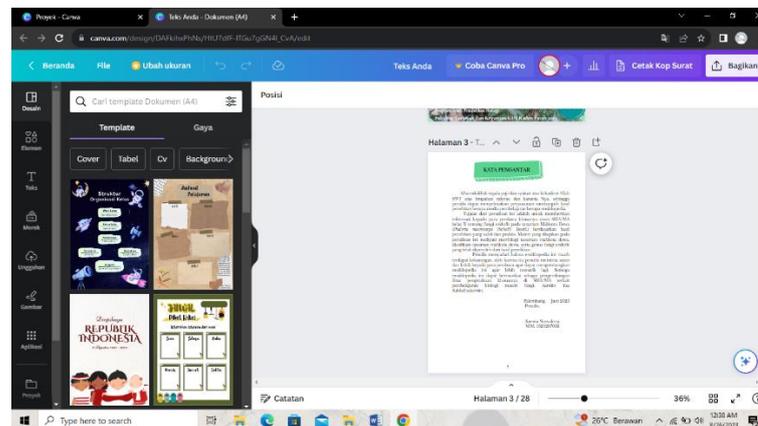
#### 1) Pembuatan ensiklopedia

a) Halaman utama/cover depan



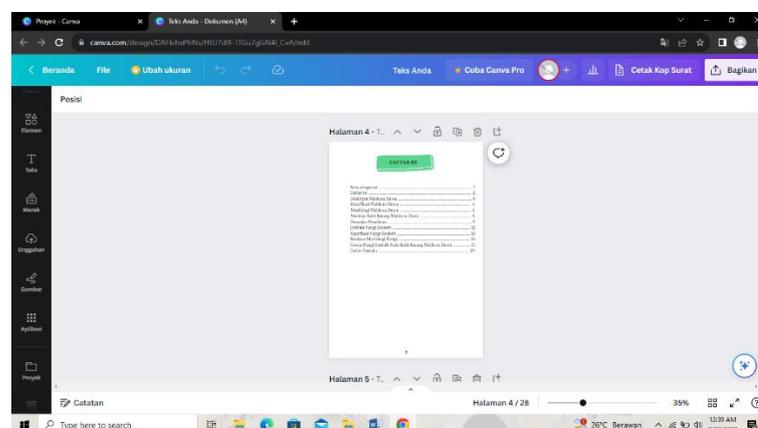
Gambar 4.5 Cover depan

b) Kata pengantar



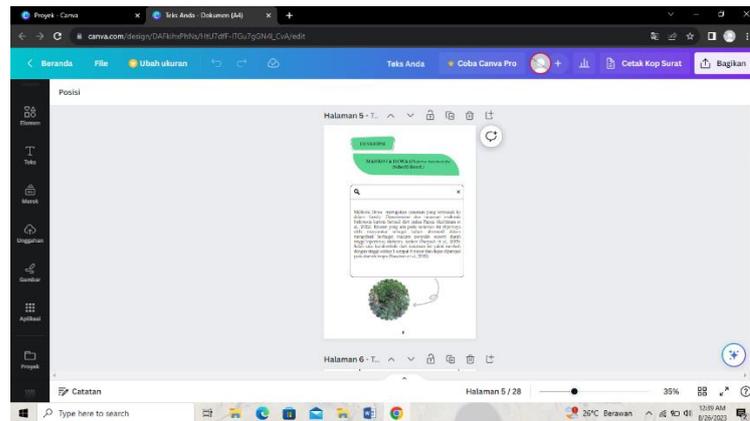
Gambar 4.6 Kata pengantar

c) Daftar isi



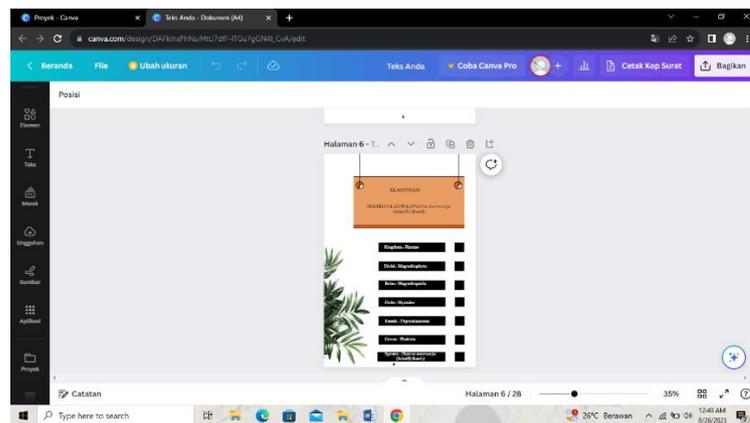
Gambar 4.7 Daftar isi

## d) Deskripsi mahkota dewa



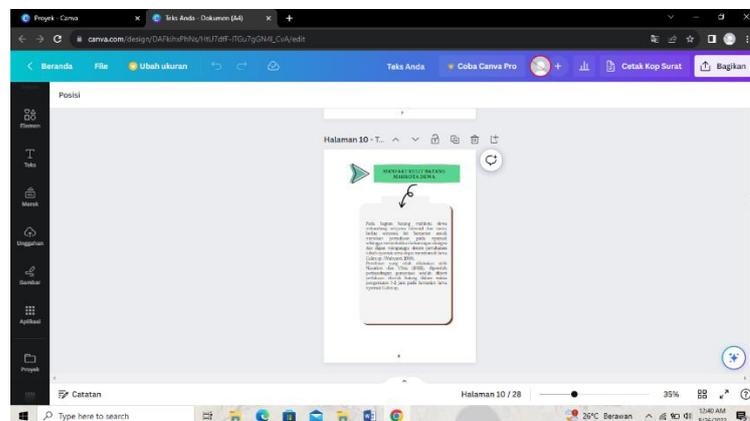
Gambar 4.8 Deskripsi mahkota dewa

## e) Klasifikasi mahkota dewa



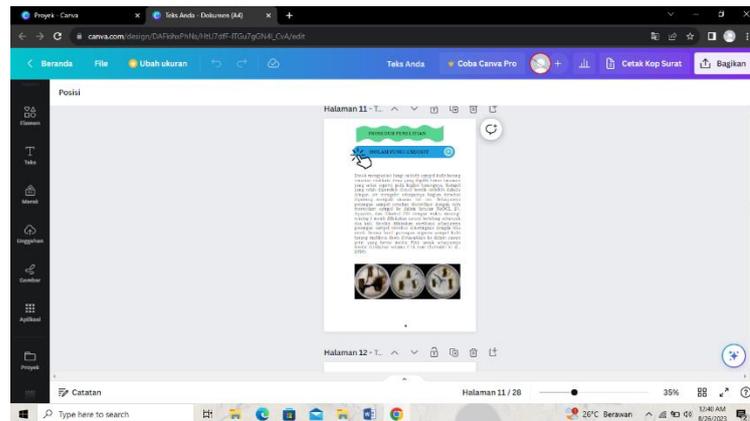
Gambar 4.9 Klasifikasi mahkota dewa

## f) Manfaat kulit batang mahkota dewa



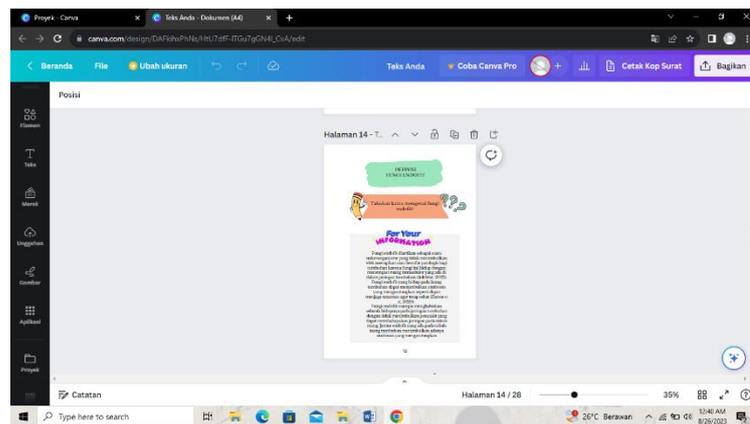
Gambar 4.10 Manfaat kulit batang mahkota dewa

## g) Prosedur penelitian



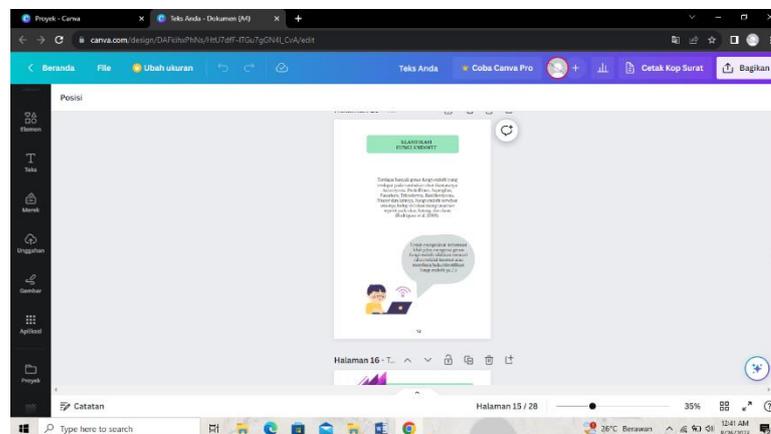
Gambar 4.11 Prosedur penelitian

## h) Definisi fungsi endofit



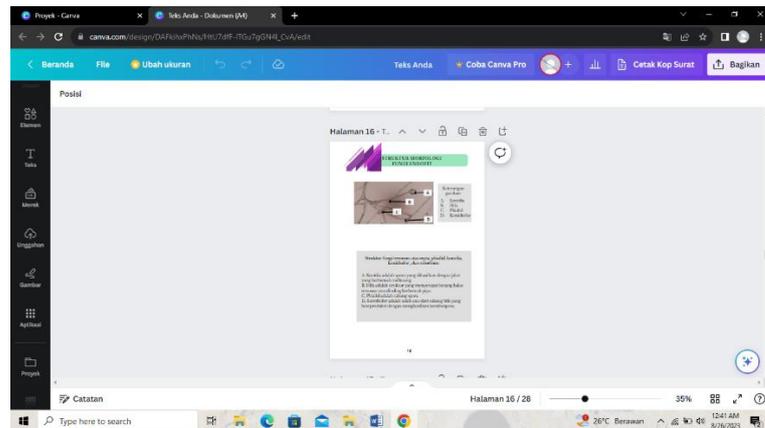
Gambar 4.12 Definisi fungsi endofit

## i) Klasifikasi fungsi endofit



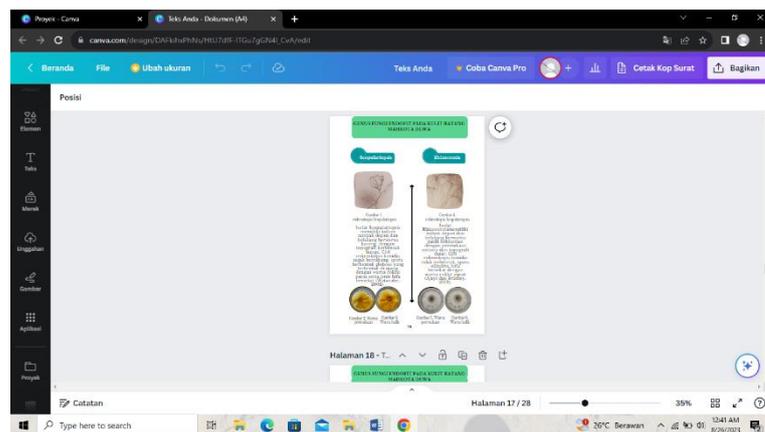
Gambar 4.13 Klasifikasi fungsi endofit

## j) Struktur morfologi fungi endofit



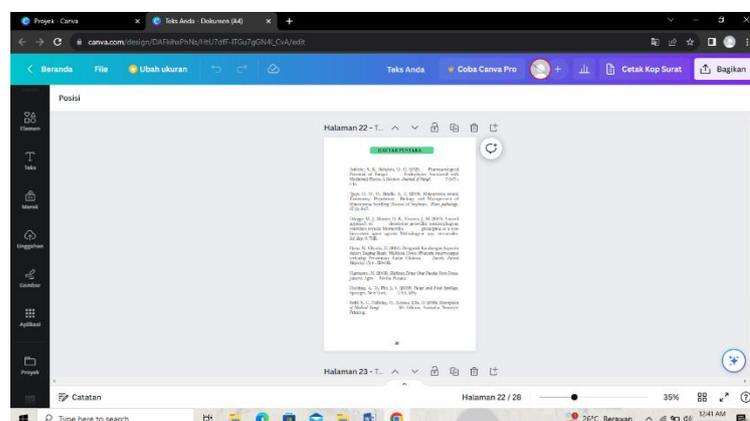
Gambar 4.14 Struktur morfologi fungi endofit

## k) Genus fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa



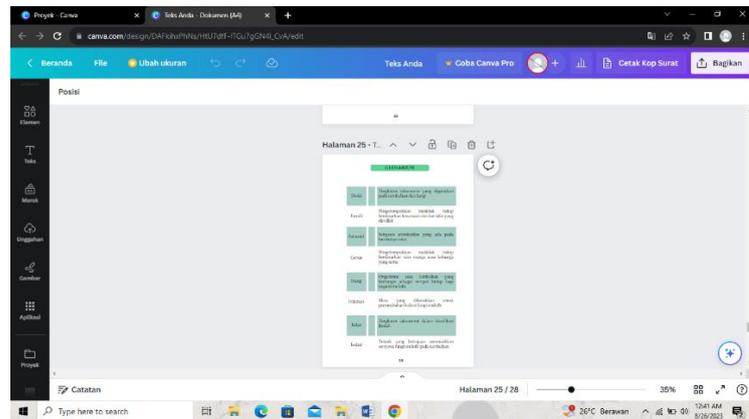
Gambar 4.15 Genus fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa

## l) Daftar pustaka



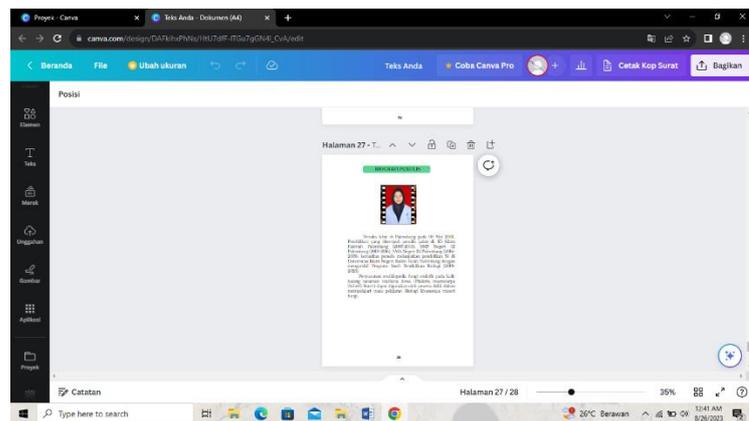
Gambar 4.16 Daftar pustaka

## m) Glosarium



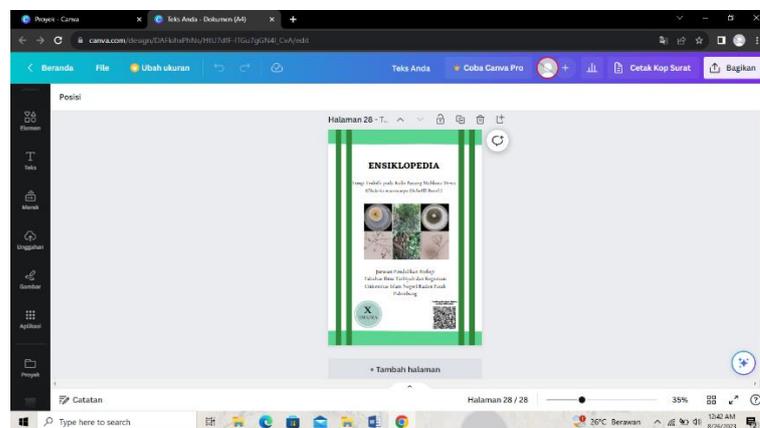
Gambar 4.17 Glosarium

## n) Biografi penulis



Gambar 4.18 Biografi penulis

## o) Cover belakang



Gambar 4.19 Cover belakang

## 2) Validasi produk ensiklopedia

Penilaian kelayakan/kevalidan media ensiklopedia dilakukan oleh tiga orang sebagai validator yaitu ahli materi, ahli bahasa dan ahli media. Tiga validator tersebut merupakan guru yang mengajar di SMA Negeri 22 Palembang. Berikut merupakan data nama validator:

**Tabel 4.4** Data uji validitas ke guru

No	Nama validator	Mata pelajaran yang diampuh	Bidang validasi
1	Yulia Sari, S.Pd., M.Si	Guru Biologi	Materi
2	Rahmiyanti, S,Si	Guru Biologi	Bahasa
3	Mastoh, S.Pd	Guru Biologi	Media

## a) Uji validitas ahli materi

**Tabel 4.5** Hasil uji validitas materi

Aspek penilaian	Perolehan skor	Skor maksimal	Presentase	Kategori
Aspek isi materi	40	45	88,9 %	Sangat valid

Untuk uji validasi ahli materi (tabel 4.5) pada ensiklopedia diperoleh skor sebesar 40 dengan presentase nilai 88,9 %, hal ini menunjukkan materi pada ensiklopedia sangat valid.

## b) Uji validitas ahli bahasa

**Tabel 4.6** Hasil uji validitas bahasa

Aspek penilaian	Perolehan skor	Skor maksimal	Presentase	Kategori
Kesesuaian bahasa	27	30	90 %	Sangat valid
Bersifat sebagai komunikatif	15	15	100 %	Sangat valid
Jumlah	42	45	190 %	-
Rata-rata			93 %	Sangat valid

Pada tabel 4.6 di atas merupakan hasil validasi bahasa pada ensiklopedia yaitu mendapatkan nilai akhir sebesar 93 %, maka bahasa yang digunakan pada ensiklopedia sangat valid.

c) Uji validitas ahli media

**Tabel 4.7** Hasil uji validitas media

Aspek penilaian	Perolehan skor	Skor maksimal	Presentase	Kategori
Konten dan isi	24	25	96 %	Sangat valid
Tampilan	23	25	92 %	Sangat valid
Penggunaan dan penyajiaan	25	25	100 %	Sangat valid
Jumlah	72	75	288 %	-
Rata-rata			96 %	Sangat valid

Untuk uji validitas oleh ahli media pada ensiklopedia (tabel 4.7) adalah memperoleh nilai yaitu 96 %, maka untuk penilaian media sangat valid.

3) Hasil revisi uji validitas

Beberapa komentar dan saran yang telah dinialai dan diberikan oleh validator selanjutnya dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki ensiklopedia.

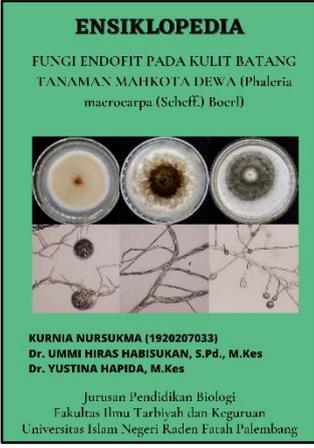
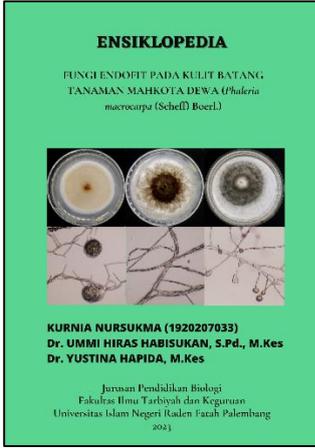
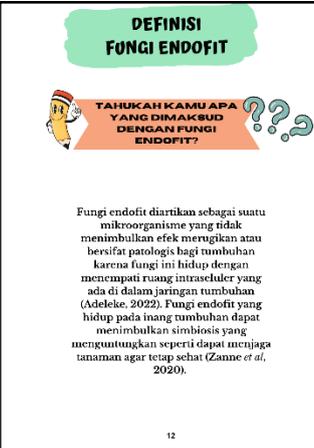
a) Ahli materi

**Tabel 4.8** Komentar ahli materi

Nama validator	Komentar yang diberikan	Keterangan perbaikan
Yulia Sari, S.Pd., M.Si	1. Tulisan mahkota dewa dimiringkan, warna sampul diubah 2. Pada halaman 12 pengertian dari fungsi endofit ditambahkan lagi.	1. Tulisan ( <i>Phaleria macrocarpa</i> ) sudah dibuat miring dan warna diganti 2. Penambahan penjelasan mengenai definisi dari fungsi endofit.

Berdasarkan hasil saran dan masukan yang diberikan oleh ibu yulia sari, maka peneliti melakukan perbaikan dengan megacu dari saran/ dan komentar yang telah diberikan. Revisi ensiklopedia yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.9** Hasil perbaikan berdasarkan validasi materi

Sebelum revisi	Setelah revisi
	
Keterangan : tulisan <i>Phaleria macrocarpa</i> dibuat miring, warna sampul diubah	
	
Keterangan : penambahan materi definisi fungi endofit	

b) Ahli bahasa

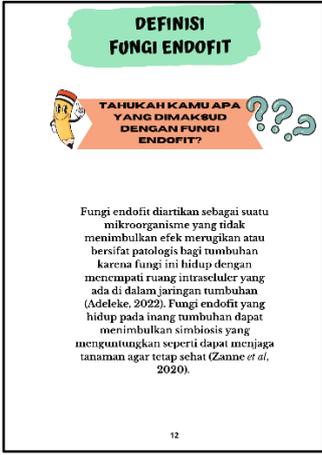
**Tabel 4.10** Komentar ahli bahasa

Nama validator	Komentar yang diberikan	Keterangan perbaikan
Rahmiyanti, S.Si	1.Pada halaman di bawah kalimat yang menyatakan pertanyaan “tahukah kamu	1.Di halaman sudah ditambahkan ikon <i>for your information</i> sebagai

	apa yang dimaksud fungsi endofit?" ditambahkan ikon/symbol yang menyatakan jawaban dari pertanyaan tersebut.	jawaban dari pertanyaan "tahukan kamu apa yang dimaksud dengan fungsi endofit?".
--	--	--

Berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh ibu rahmi, maka peneliti melakukan perbaikan dengan megacu dari saran/ dan komentar yang telah diberikan. Revisi ensiklopedia yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.11** Hasil perbaikan berdasarkan validasi bahasa

Sebelum revisi	Setelah revisi
	
Keterangan : penambahan ikon <i>for your information</i>	

c) Ahli media

**Tabel 4.12** Komentar ahli media

Nama validator	Komentar yang diberikan	Keterangan perbaikan
Mastoh, S.Pd	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Perbaiki ukuran garis tepi pada ensiklopedia</li> <li>2.Ukuran font harus diseragamkan</li> <li>3. Jenis font yang dipilih sebaiknya diseragamkan semua</li> <li>4. Di halaman 25 indeks sebaiknya dihapus saja karena sudah terdapat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Ukuran garis tepi pada ensiklopedia sudah diperbaiki</li> <li>2.Ukuran font sudah diubah yakni ukuran 14 untuk judul dan ukuran 12 untuk isi</li> <li>3. Jenis font sudah diseragamkan semua dengan memilih jenis font libre baskerville</li> </ol>

	glosarium yang berisi penjelasan mengenai istilah asing	4. Pada bagian indeks dihalaman 25 sudah dihapus
--	---	--

Berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh ibu mastoh, maka peneliti melakukan perbaikan dengan megacu dari saran/ dan komentar yang telah diberikan. Revisi ensiklopedia yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.13** Hasil perbaikan berdasarkan validasi media

Sebelum revisi	Setelah revisi
<p style="text-align: center;"><b>KATA PENGANTAR</b></p> <p>Alhamdulillah segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan sumbngsih hasil penelitian berupa media pembelajaran berupa ensiklopedia.</p> <p>Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memberikan informasi kepada para pembaca khususnya siswa SMA/MA kelas X tentang fungsi endofit pada tanaman Mahkota Dewa (<i>Phaleria macrourapa</i> (Scheff.) Boerl) berdasarkan hasil penelitian yang valid dan praktis. Materi yang disajikan pada penulisan ini meliputi morfologi tanaman mahkota dewa, klasifikasi tanaman mahkota dewa, serta genus fungi endofit yang telah diperoleh dari hasil penelitian.</p> <p>Penulis menyadari bahwa ensiklopedia ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis meminta saran dan kritik kepada para pembaca agar dapat mengembangkan ensiklopedia ini agar lebih menarik lagi. Semoga ensiklopedia ini dapat bermanfaat sebagai pengembngan ilmu pengetahuan khususnya di SMA/MA terkait pembelajaran biologi materi fungi. Aamiin Yaa Rabbal'alamin.</p> <p style="text-align: right;">Palembang, Juni 2023 Penulis,  Kurnia Nursukma NIM. 1920207033</p>	<p style="text-align: center;"><b>KATA PENGANTAR</b></p> <p>Alhamdulillah segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan sumbngsih hasil penelitian berupa media pembelajaran berupa ensiklopedia.</p> <p>Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memberikan informasi kepada para pembaca khususnya siswa SMA/MA kelas X tentang fungsi endofit pada tanaman Mahkota Dewa (<i>Phaleria macrourapa</i> (Scheff.) Boerl) berdasarkan hasil penelitian yang valid dan praktis. Materi yang disajikan pada penulisan ini meliputi morfologi tanaman mahkota dewa, klasifikasi tanaman mahkota dewa, serta genus fungi endofit yang telah diperoleh dari hasil penelitian.</p> <p>Penulis menyadari bahwa ensiklopedia ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis meminta saran dan kritik kepada para pembaca agar dapat mengembangkan ensiklopedia ini agar lebih menarik lagi. Semoga ensiklopedia ini dapat bermanfaat sebagai pengembngan ilmu pengetahuan khususnya di SMA/MA terkait pembelajaran biologi materi fungi. Aamiin Yaa Rabbal'alamin.</p> <p style="text-align: right;">Palembang, Juni 2023 Penulis,  Kurnia Nursukma NIM. 1920207033</p>
Keterangan : perbaikan ukuran garis tepi	
<p style="text-align: center;"><b>MORFOLOGI MAHKOTA DEWA</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>AKAR</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>BATANG</b></p>  </div> </div> <p>Akar pada tanaman mahkota dewa memiliki sistem perakaran tunggang, yaitu tumbuh terus kemudian menjadi akar pokok yang bercabang lalu menjadi akar-akar kecil. Pada bagian ujung akarnya memiliki warna kuning kecokelatan dan untuk pertumbuhan akarnya sendiri panjangnya mencapai hingga 100 cm (Nasution et al., 2022).</p> <p>Batangnya mempunyai diameter mencapai 15 cm dan pada bagian batang terdapat getah. Batang ini memiliki perantangan yang cukup banyak, batang terdiri dari kulit dengan warna cokelat kehitaman dan memiliki kayu yang berwarna putih (Harmanto, 2003).</p>	<p style="text-align: center;"><b>MORFOLOGI MAHKOTA DEWA</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>AKAR</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>BATANG</b></p>  </div> </div> <p>Akar pada tanaman mahkota dewa memiliki sistem perakaran tunggang, yaitu tumbuh terus kemudian menjadi akar pokok yang bercabang lalu menjadi akar-akar kecil. Pada bagian ujung akarnya memiliki warna kuning kecokelatan dan untuk pertumbuhan akarnya sendiri panjangnya mencapai hingga 100 cm (Nasution et al., 2022).</p> <p>Batangnya mempunyai diameter mencapai 15 cm dan pada bagian batang terdapat getah. Batang ini memiliki perantangan yang cukup banyak. Batang terdiri dari kulit dengan warna cokelat kehitaman dan memiliki kayu yang berwarna putih (Harmanto, 2003).</p>
Keterangan : perubahan ukuran font pada judul dan isi	

<p style="text-align: center;"><b>PROSEDUR PENELITIAN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ISOLASI FUNGI ENDOFIT</b></p> <p>Untuk mengisolasi fungi endofit sampel kulit batang tanaman mahkota dewa yang dipilih harus tanaman yang sehat seperti pada bagian batangnya. Sampel yang telah diperoleh dicuci bersih terlebih dahulu dengan air mengalir selanjutnya bagian tersebut dipotong menjadi ukuran 1x1 cm. Selanjutnya potongan sampel tersebut disterilkan dengan cara merendam sampel ke dalam larutan NaOCl 2%, Aquades, dan Alkohol 70% dengan waktu masing-masing 1 menit dilakukan secara berulang sebanyak dua kali. Setelah dilakukan sterilisasi selanjutnya potongan sampel tersebut dikeringkan dengan tisu steril. Semua hasil potongan segmen sampel kulit batang mahkota dewa dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA untuk selanjutnya media diinkulasi selama 7-14 hari (Sufraidei et al., 2020).</p>  <p style="text-align: center;">9</p>	<p style="text-align: center;"><b>PROSEDUR PENELITIAN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ISOLASI FUNGI ENDOFIT</b></p> <p>Untuk mengisolasi fungi endofit sampel kulit batang tanaman mahkota dewa yang dipilih harus tanaman yang sehat seperti pada bagian batangnya. Sampel yang telah diperoleh dicuci bersih terlebih dahulu dengan air mengalir selanjutnya bagian tersebut dipotong menjadi ukuran 1x1 cm. Selanjutnya potongan sampel tersebut disterilkan dengan cara merendam sampel ke dalam larutan NaOCl 2%, Aquades, dan Alkohol 70% dengan waktu masing-masing 1 menit dilakukan secara berulang sebanyak dua kali. Setelah dilakukan sterilisasi selanjutnya potongan sampel tersebut dikeringkan dengan tisu steril. Semua hasil potongan segmen sampel kulit batang mahkota dewa dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA untuk selanjutnya media diinkulasi selama 7-14 hari (Sufraidei et al., 2020).</p>  <p style="text-align: center;">10</p>																																
Keterangan : perubahan jenis font																																	
<p style="text-align: center;"><b>INDEKS</b></p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td><b>D</b></td> <td><b>O</b></td> </tr> <tr> <td>Divisi, 4</td> <td>Ordo, 4</td> </tr> <tr> <td><b>F</b></td> <td><b>P</b></td> </tr> <tr> <td>Famili, 3,4</td> <td>Pemurniaan, 10</td> </tr> <tr> <td>Falavoid, 8</td> <td><b>S</b></td> </tr> <tr> <td><b>G</b></td> <td>Spesies, 4</td> </tr> <tr> <td>Genus, 4,18,15,16,17,18,19</td> <td>Sterilisasi, 9</td> </tr> <tr> <td><b>I</b></td> <td><b>T</b></td> </tr> <tr> <td>Inang, 12,13</td> <td>Tanin, 8</td> </tr> <tr> <td>Inkulasi, 9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Isolasi, 9</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>K</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kelas, 9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Khasiat, 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kingdom, 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Koloni, 10,11,15,16,17,18</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">25</p>	<b>D</b>	<b>O</b>	Divisi, 4	Ordo, 4	<b>F</b>	<b>P</b>	Famili, 3,4	Pemurniaan, 10	Falavoid, 8	<b>S</b>	<b>G</b>	Spesies, 4	Genus, 4,18,15,16,17,18,19	Sterilisasi, 9	<b>I</b>	<b>T</b>	Inang, 12,13	Tanin, 8	Inkulasi, 9		Isolasi, 9		<b>K</b>		Kelas, 9		Khasiat, 3		Kingdom, 4		Koloni, 10,11,15,16,17,18		<p style="text-align: center;"><b>BIOGRAFI PENULIS</b></p>  <p>Penulis lahir di Palembang pada 08 Mei 2001. Pendidikan yang ditempuh penulis yakni di SD Islam Fatmiah Palembang (2007-2013), SMP Negeri 32 Palembang (2013-2016), SMA Negeri 22 Palembang (2016-2019), kemudian penulis melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang dengan mengambil Program Studi Pendidikan Biologi (2018-2020).</p> <p>Penyusunan ensiklopedia fungi endofit pada kulit batang tanaman mahkota dewa (<i>Phaleria macrocarpa</i> (Schaff. Boerl.) dapat digunakan oleh peserta didik dalam mempelajari mata pelajaran Biologi khususnya materi fungi.</p> <p style="text-align: center;">25</p>
<b>D</b>	<b>O</b>																																
Divisi, 4	Ordo, 4																																
<b>F</b>	<b>P</b>																																
Famili, 3,4	Pemurniaan, 10																																
Falavoid, 8	<b>S</b>																																
<b>G</b>	Spesies, 4																																
Genus, 4,18,15,16,17,18,19	Sterilisasi, 9																																
<b>I</b>	<b>T</b>																																
Inang, 12,13	Tanin, 8																																
Inkulasi, 9																																	
Isolasi, 9																																	
<b>K</b>																																	
Kelas, 9																																	
Khasiat, 3																																	
Kingdom, 4																																	
Koloni, 10,11,15,16,17,18																																	
Keterangan : penghapusan bagian indeks																																	

#### d. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Setelah media pembelajaran telah dilakukan uji validitas selanjutnya media akan dilakukan uji coba atau uji praktikalitas ke peserta di kelas X. untuk mengetahui tingkat kepraktisan dari ensiklopedia. Hasil praktikalitas dari media ensiklopedia dilihat dari skor hasil jawaban angket dari setiap peserta didik. Uji coba praktikalitas dilakukan oleh 1 orang pendidik, uji perorangan diambil sebanyak 3 peserta didik di dalam kelas yang dipilih secara acak dan uji kelompok terbatas sebanyak 15 orang peserta didik

kelas X di SMA Negeri 22 Palembang. Berikut merupakan hasil uji praktikalitas terhadap pendidik peserta didik

1) Praktikalitas oleh pendidik

**Tabel 4.14** Praktikalitas oleh pendidik

No	Aspek penilaian	Perolehan skor	Skor maksimal	Presentase	Kategori
1	Tampilan	27	30	90 %	Sangat praktis
2	Kemudahan penggunaan	27	30	90 %	Sangat praktis
3	Penyajiaan materi	23	25	92 %	Sangat praktis
4	Manfaat	8	10	80 %	Sangat praktis
Jumlah		85	95	352 %	
Rata-rata				89,47 %	Sangat praktis

2) Praktikalitas oleh peserta didik

a) Uji perorangan (*One-to-one evaluation*)

**Tabel 4.15** Hasil angket praktikalitas uji perorangan

No	Nama Responden	Skor	Presentase	Kategori
1	A.T.R	80	94,11 %	Sangat Praktis
2	A.N.R	71	83,52 %	Sangat Praktis
3	D.A.A	72	84,70 %	Sangat Praktis
Rata-rata			87,84 %	Sangat Praktis

Hasil saran dan masukan yang diberikan oleh peserta didik dalam uji coba perorangan, maka digunakan untuk perbaikan. Berikut merupakan tabel komentar ensiklopedia dari uji perorangan:

**Tabel 4.16** Komentar peserta uji coba perorangan

Responden	Saran/masukan	Hasil perbaikan
Aditia Toni Rahmat	Pada bagian klasifikasi fungi endofit tolong ditambahkan bagian penjelasannya dengan background yang menarik	Halaman 14 yang menjelaskan klasifikasi fungi endofit sudah diberikan background dengan warna yang soft yaitu pink

**Tabel 4.17** Hasil perbaikan dari uji coba perorangan

Sebelum revisi	Setelah revisi
<p><b>KLASIFIKASI FUNGI ENDOFIT</b></p> <p>Terdapat banyak genus fungi endofit yang terdapat pada tumbuhan obat diantaranya Ascomycota, Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Tricoderma, Basidiomycota, Mucor dan lainnya. Fungi endofit tersebut umumnya hidup di lokasi inang tanaman seperti pada akar, batang, dan daun (Rodriguez et al. 2009).</p> <p>Untuk mengetahui informasi lebih jelas mengenai genus fungi endofit silahkan mencari tahu melalui internet atau membaca buku identifikasi fungi endofit ya...!</p>	<p><b>KLASIFIKASI FUNGI ENDOFIT</b></p> <p>Terdapat banyak genus fungi endofit yang terdapat pada tumbuhan obat diantaranya Ascomycota, Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Tricoderma, Basidiomycota, Mucor dan lainnya. Fungi endofit tersebut umumnya hidup di lokasi inang tanaman seperti pada akar, batang, dan daun (Rodriguez et al. 2009).</p> <p>Untuk mengetahui informasi lebih jelas mengenai genus fungi endofit silahkan mencari tahu melalui internet atau membaca buku identifikasi fungi endofit ya...!</p>
Keterangan : penambahan baground dengan warna pink	

b) Uji kelompok kecil (*Small group*)**Tabel 4.18** Hasil angket praktikalitas uji coba kelompok kecil

No	Nama Responden	Skor	Nilai	Presentase
1	A.D.R	77	90,58 %	Sangat Praktis
2	A.K.R	79	92,94 %	Sangat Praktis
3	I.K	73	85,88 %	Sangat Praktis
4	M.J.A	72	84,70 %	Sangat Praktis
5	M.A.P	77	90,58 %	Sangat Praktis
6	M.D.A.G	77	90,58 %	Sangat Praktis
7	M.M.H	81	95,29 %	Sangat Praktis
8	M.R	73	85,88 %	Sangat Praktis
9	M.R.G	79	92,94 %	Sangat Praktis
10	N.P.A	85	100 %	Sangat Praktis
11	R.J.I.S	74	87,05 %	Sangat Praktis
12	R	80	94,11 %	Sangat Praktis
13	R.P	73	85,88 %	Sangat Praktis
14	S.A	81	95,29 %	Sangat Praktis
15	V.R.P	76	89,41 %	Sangat Praktis
Rata-rata			90,74 %	Sangat Praktis

Hasil saran dan masukan yang diberikan oleh peserta didik dalam uji coba kelompok kecil kemudian digunakan untuk perbaikan. Berikut merupakan tabel komentar ensiklopedia dari uji kelompok kecil:

**Tabel 4.19** Komentar peserta uji coba kelompok kecil

Responden	Saran/masukan	Hasil perbaikan
Nadia Putri Aura	Mohon ditambahkan tujuan pembelajaran menggunakan media ensiklopedia	Telah ditambahkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dari media ensiklopedia

**Tabel 4.20** Hasil perbaikan dari uji coba kelompok kecil

Sebelum revisi	Setelah revisi
Setelah halaman daftar isi telah ditambahkan tujuan pembelajaran	

#### e. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahapan terakhir dari pengembangan ensiklopedia adalah evaluasi berdasarkan hasil revisi produk pada setiap tahapan. Evaluasi dilakukan di secara satu persatu di akhir setiap tahapan (secara formatif) dan dilakukan di akhir pengembangan setelah melakukan uji validitas dan uji praktikalitas (secara sumatif). Tahap evaluasi dimulai dengan tahap awal sampai dengan tahap akhir. Tahap pertama atau *analysis* dalam penelitian ini yaitu melakukan analisis kebutuhan diantaranya menganalisis penggunaan model pembelajaran, media pembelajaran yang diterapkan guru selama pembelajaran, kemudian kesulitan yang dialami dalam pembelajaran maka melalui analisis kebutuhan. Dilanjutkan pada tahap *design*, membuat

rancangan produk yang akan dikembangkan ke dalam bentuk *storyboard* yang berisikan hasil penelitian dan materi yang dimasukkan, *layout* dan design pada ensiklopedia. Tahap selanjutnya adalah *development* yaitu pembuatan produk ensiklopedia menggunakan aplikasi canva dengan mengedit draf yang telah dirancang pada *storyboard*. Tahap ini dilakukan dengan pengeditan dimulai dari pembuatan cover, memasukkan judul pada setiap halaman, menambahkan ikon dan gambar, pemilihan warna, ukuran dan jenis font. Kemudian dilanjutkan dengan uji validitas kepada beberapa guru yang menilai ensiklopedia dari segi aspek materi, bahasa dan media. Setelah produk divalidasi dilakukan beberapa revisi kecil berdasarkan saran dan masukan yang telah diberikan. Pada tahap *implementation* yaitu melakukan uji coba terbatas kepada peserta didik kelas X dengan tujuan untuk mengetahui kepraktisan media ensiklopedia. Tahapan terakhir yaitu melakukan evaluasi atau *evaluation*. Pada tahapan ini dilakukan evaluasi atau perbaikan media ensiklopedia yang dimulai dari tahap awal sampai ke tahap akhir secara bertahap maupun secara langsung.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pembahasan Penelitian Isolasi dan Identifikasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap kulit batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) diperoleh 12 isolat fungi endofit. Dari 12 isolat tersebut berasal dari 9 genus yang berbeda. Setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis terlihat beberapa perbedaan yang signifikan. Pada pengamatan makroskopis (tabel 4.1) menunjukkan keragaman warna koloni tampak depan dan belakang yang meliputi (kuning, putih kehitaman, putih kehijauan, putih keabuan, putih kekuningan, putih kecoklatan, putih dan putih cream). Kemudian tekstur koloni menunjukkan beberapa kategori antara lain cottony (seperti kapas), powdery (seperti tepung), woolly (seperti benang wol). Kemudian pengamatan dilihat juga dari topografinya seperti verrucose (seperti bunga), flat (permukaan rata), umbonate (seperti kubah/menggunung), convex (cembung) (Hidayah, 2020).

Pengamatan mikroskopis menunjukkan beberapa jenis spora (konidia, sporangiospora), lalu keragaman bentuk spora diantaranya *globose* (bulat), *silindris* (hitam tebal), *subglobose* (agak bulat), *elipsoidal* (lonjong atau oval). Perbedaan selanjutnya pada hifa yakni septate dan non septate (bersekat dan tidak bersekat) (Habisukan *et al.*, 2021). Hasil identifikasi menunjukkan 9 genus yang berbeda yakni *scopulariopsis*, *rhizoctonia*, *aureobasidium*, *acremonium*, *mucor*, *pythium*, *mortierella*, *umbelopsis*, *humicola*. Dari beberapa genus tersebut ditemukan paling banyak fungi *pythium* sebanyak 2 isolat dan fungi *mortierella* terdapat 2 isolat. Sedangkan

untuk fungi *scopulariopsis*, *rhizoctonia*, *aureobasidium*, *acremonium*, *mucor*, *umbelopsis*, *humicola* masing-masing hanya terdapat 1 isolat. Untuk ciri mikroskopis dapat dilihat pada (tabel 4.2).

Beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan dan variasi fungi endofit pada suatu tanaman diantaranya musim tanam, letak geografis, kondisi lingkungan, faktor-faktor tersebut memiliki dampak yang signifikan pada struktur dan keragaman komunitas fungi endofit yang dihasilkan (Abdelfattah *et al.*, 2016; Bosch *et al.*, 2021). Adanya perbedaan komposisi koloni fungi endofit pada suatu inang disebabkan karena kondisi mikrohabitat tanaman hubungan kecocokan genotif antara inang dengan endofit. Kesesuaian genotif tanaman inang dapat ditentukan sebagian oleh spesies jamur yang ada pada inang Hoang *et al.*, (2017).

Dari 9 genus fungi endofit yang telah diisolasi pada kulit batang (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl) ditemukan beberapa fungi yang bersifat sebagai endofit, saprofit dan patogen. Adapun yang termasuk fungi endofit yakni *Aureobasidium*, *Acremonium* dan *Humicola*. Kemudian fungi yang bersifat sebagai saprofit adalah *Scopulariopsis*, *Mucor*, *Pythium*, *Mortierella* dan *Umbelopsis*. Lalu fungi yang bersifat patogen adalah *Rhizoctonia*.

Fungi endofit dapat bersifat sebagai endofit, saprofit dan patogen dikarenakan telah diisolasi dari jaringan inang yang masih hidup ataupun telah mati (Zhou *et al.*, 2018). Fungi yang bersifat sebagai endofit adalah kelompok fungi yang berperan dalam menghasilkan berbagai senyawa aktif yang terdapat pada tumbuhan (Hridoy *et al.*, 2018). Adapun fungi yang

bersifat saprofit merupakan fungi yang memiliki fungsi penting dalam suatu jaringan tumbuhan, umumnya fungi ini dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah sehingga dapat juga berfungsi sebagai indikator dalam ekosistem (Kang *et al.* 2022). Fungi yang bersifat sebagai patogen adalah jenis fungi yang menyerang tanaman inang dan dapat menghasilkan metabolit yang beracun bagi inangnya (Goyet, 2013). Metabolit beracun yang dihasilkan oleh fungi yang bersifat patogen dianggap sebagai salah satu penyebab utama terjadinya infeksi atau oenyakit pada suatu tanaman (Li *et al.*, 2022).

Berdasarkan buku acuan identifikasi, isolat dengan kode BE1 pada pengamatan makroskopis (tabel 4.1) termasuk ke dalam genus *Scopulariopsis* dari kelas *Deuteromycotina*. Isolat ini memiliki koloni tampak depan dan belakang berwarna kuning dengan permukaan cottony dan topografi menyerupai bunga, isolat tersebut dapat dilihat pada (gambar 4.2). Pada pengamatan mikroskopis (tabel 4.2) dan (gambar 4.2) di perbesaran 20-200  $\mu\text{m}$  fungi ini memiliki konidia tegak dan bercabang, spora berbentuk globose yang terbentuk khas di ujung dengan warna coklat pucat dan jenis spora bersekat. Menurut watanabe (2002), konidia akan berkembang secara basipetal pada setiap cabang akhir percabangan.

*Scopulariopsis* merupakan genus fungi dengan tekstur berpasir, bagian tengah permukaan halus seperti kapas dan warna yang bervariasi mulai dari putih, kuning, dan krem. Genus ini tingkat pertumbuhannya termasuk lambat (Sidrim, 2004). Fungi ini tergolong saprofit tanah dan tergolong patogen (Issakainen *et al.*, 2007). Untuk genus *scopulariopsis*

sendiri memiliki kurang lebih 22 spesies yang biasanya hidup di tanah, udara, sisa-sisa tanaman (Samson *et al.*, 2010).

Isolat BE2 setelah diamati pada (gambar 4.2) termasuk ke dalam genus *Rhizoctonia* dari kelas *Deuteromycotina*. Berdasarkan pengamatan makroskopis (tabel 4.1) Genus fungi pada isolat ini memiliki koloni depan dan belakang berwarna putih kehitaman dengan permukaan menyerupai kapas dan memiliki topografi flat yakni koloni yang datar. Kemudian pada pengamatan mikroskopis (gambar 4.2) dan (tabel 4.2) di perbesaran 40-800  $\mu\text{m}$  terlihat konidia tidak terbentuk, spora silindris dan hifa berukuran 6-10  $\mu\text{m}$  dan berwarna coklat pucat, hifa bercabang membentuk sudut siku-siku yang dibatasi oleh septa antara hifa utama dan samping cabang (Ajayi Oyetunde dan Bradley, 2018).

Genus *Rhizoctonia* merupakan jenis patogen yang terjadi secara saprofitik selama miseliumnya masih dalam perkembangan. Fungi ini dapat menyusup melalui akar inang tanaman termasuk batang, stolon, dan umbi yang sedang berkembang. Jenis ini umumnya ditemukan pada tanah (Kara and Arici, 2019). Pertumbuhan fungi *Rhizoctonia* dimulai dari tumbuhnya hifa pada tipikal percabangan di setiap sudut dengan percabangan dari hifa khusus yang terdiri dari sel-sel padat disebut sel monilioid, tipe hifa bercabang dan septum (Taghreed *et al.*, 2023).

Isolat BE3 pada (gambar 4.2) setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis tergolong ke dalam genus *Aureobasidium* berasal dari kelas *Deuteromycotina*. Berdasarkan (tabel 4.1) ciri makroskopis dari genus ini adalah koloni yang berwarna putih keabuan,

dengan permukaan cottony, dan topografi umbonate. Adapun ciri mikroskopisnya (tabel 4.2) yakni pada perbesaran 20-80  $\mu\text{m}$  konidia tumbuh dalam jumlah sedikit, seringkali terlihat tidak jelas, hifa hialin berwarna coklat dengan model hifa bersekat, bentuk spora silinder panjangnya berukuran 6-13  $\mu\text{m}$  (Zalar *et al.*, 2008).

Aureobasidium merupakan genus fungi yang tumbuh tersebar luas di berbagai tempat seperti di hutan, tanah, air tawar, udara, pada daun tanaman dan permukaan buah (Zalar *et al.*, 2008). Ciri dari genus ini memiliki hifa terminal hialin dan menghasilkan konidia bersel tunggal dengan berbagai bentuk dan ukuran (Nasr *et al.*, 2018). Beberapa spesies dari genus ini sulit untuk diidentifikasi, sehingga membutuhkan analisis molekuler (Nieuwenhuijzen, 2014). Aureobasidium tergolong fungi yang bersifat sebagai saprofit, endofit bagi tanaman dan sebagai patogen bagi manusia (Lee *et al.*, 2021).

Berdasarkan (gambar 4.2) yang menunjukkan kode isolat fungi endofit BE4, kode BT4 dan BT6 (gambar 4.3) setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis termasuk ke dalam genus *Mortierella* dari kelas *Zygomycotina*. Dilihat dari karakteristik makroskopis (tabel 4.1) untuk kode isolat BE4 memiliki ciri koloni berwarna putih dan kode isolat BT4 dan BT6 ini memiliki ciri yang sama yakni koloni berwarna putih kekuningan, permukaan cottony, dan topografi umbonate. Umumnya koloni tumbuh dengan bulatan yang rapi, membentuk pola konsentris, terdapat tonjolan pada koloni (Sang *et al.*, 2022). Untuk ciri mikroskopis (tabel 4.2) ketiga isolat tersebut menunjukkan persamaan pada perbesaran 40-400  $\mu\text{m}$  hifa

bersekat, sporangiospora hialin berbentuk globose atau elipsoidal, dan ukuran spora berkisar 5-20  $\mu\text{m}$  (Dilegge *et al.*, 2019).

*Mortierella* merupakan golongan fungi saprobik yang memegang peranan penting bagi tanaman (Zhang *et al.*, 2019). Pada family mortierellaceae dapat menghasilkan asam lemak tak jenuh bagi mamalia (Yadav *et al.*, 2014). Beberapa spesies pada fungi ini juga dilaporkan memegang peranan penting di bidang pertanian, seperti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan membentuk dekomposisi (Ozimek, 2021). Kelebihan lain yang dimiliki fungi ini yaitu dapat tumbuh di bawah suhu yang tidak optimal atau tidak menguntungkan bagi tanaman, serta dapat menghasilkan asam organik yang memiliki sifat sebagai antibakteri (Shemsura *et al.*, 2018).

Berdasarkan (gambar 4.3) isolat fungi kode BT1 setelah diidentifikasi secara makroskopis maupun mikroskopis termasuk ke dalam genus *Acremonium* dari genera *Deuteromycotina*. Berdasarkan (tabel 4.1) *Acremonium* memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna putih kehijauan, tekstur powdery dan topografinya umbonate. Berdasarkan (tabel 4.2) genus ini memiliki ciri mikroskopis yakni pada perbesaran 80-400  $\mu\text{m}$  miselium berwarna gelap dengan bentuk tidak teratur, konidia hialin, spora berwarna coklat pucat atau coklat dengan bentuk silindris atau elipsoidal panjang (Martinez *et al.*, 2022).

Menurut Demirci (2011), *Acremonium* merupakan salah satu jamur yang memiliki kemampuan menghambat adanya senyawa aktivitas yang membahayakan bagi tanaman, ia juga berpendapat bahwa *acremonium*

membantu membunuh fungi yang dapat membahayakan dengan cara melingkari hifa seperti pada *Rhizoctonia solani*, fungi ini juga dapat bersifat sebagai antibiosis. Genus ini menghasilkan enzim yang berfungsi untuk menekan berbagai macam jenis fungi yang bersifat sebagai patogen (Devi *et al.*, 2020).

Isolat BT2 (gambar 4.3) setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis tergolong ke dalam genus *Mucor* dari kelas *Zygomycotina*. Berdasarkan (tabel 4.1) memiliki ciri makroskopis warna koloni putih kekuningan, permukaan cottony dan topografi umbonated. Adapun ciri mikroskopis (tabel 4.2) di perbesaran 80-200  $\mu\text{m}$  hifa tidak bersekat dengan ukuran lebarnya 6-15  $\mu\text{m}$ , sporangiospora hialin panjang bercabang, ujung terminal bulat, spora berbentuk bulat atau agak lonjong (Kidd *et al.*, 2016).

*Mucor* merupakan genus yang termasuk ke dalam fungi saprofit biasanya hidup di tanah, dapat berfungsi sebagai penghalang pertahanan alami untuk melawan adanya kemungkinan infeksi mikroba pada tanaman (Yoder *et al.*, 2013). *Mucor* juga mampu menghasilkan enzim protease yang berperan dalam siklus nitrogen di dalam tanah (Saraswati, *et al.*, 2007). Fungi ini juga dapat mengasimilasi kompleks senyawa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang mewakili komponen utama dinding sel tumbuhan berkayu (Rojasjimenes, 2015).

Berdasarkan isolat fungi endofit kode BT3 (gambar 4.3) dan BZ1 (gambar 4.4) setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis termasuk ke dalam genus *Pythium* dari kelas *Mastigomycotina*. Isolat BT3 memiliki koloni berwarna putih cream, permukaan cottony dan topografi

flat. Untuk isolat BZ1 memiliki ciri makroskopis (tabel 4.1) koloni berwarna putih kecoklatan, permukaan wolly, dan topografi flat. Adapun ciri mikroskopis yang ditunjukkan (tabel 4.2), isolat BT3 dan BZ1 memiliki persamaan pada perbesaran 80-400  $\mu\text{m}$  sporangiospora tidak beraturan berbentuk silindris dan globose, ciri tersebut tergolong genus *Pythium* (Watanabe, 2010).

*Pythium* merupakan saprofit tanah yang berfungsi sebagai agen dekomposer utama yang mampu mengurai kembali senyawa-senyawa organik yang telah mengalami proses pembusukan (Prasad, 2014). Proses pembusukan yang terjadi pada organ tanaman, dengan adanya sekresi enzim ekstraseluler pada fungi ini dapat menghidrolisis molekul kompleks berukuran besar menjadi molekul yang lebih kecil sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme (Hidayat, 2022). *Pythium* memiliki karakteristik miselia putih dengan permukaan berserabut dan spora berwarna hitam. Hifa tidak bersekat dan mempunyai konidia. Fungi ini membentuk bentuk yang tidak beraturan sehingga bentuk sporangium dengan struktur seperti cabang terpisah dari ujung hifa (Astuti *et al.*, 2020).

Berdasarkan gambar (4.3) yang menunjukkan isolat fungi endofit dengan kode BT5 setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis termasuk ke dalam genus *Umbelopsis* dari kelas *Zygomycotina*. Berdasarkan karakteristik makroskopis (tabel 4.1) isolat BT5 memiliki koloni berwarna putih, dengan permukaan velvety dan tipe topografi convex, kadang membentuk sektor, koloni mula-mula putih lalu menjadi coklat tua (Lardizabar *et al.*, 2008). Ciri mikroskopis berdasarkan (tabel 4.1) yakni pada

perbesaran 20-400  $\mu\text{m}$  terlihat hifa bersekat, sporangiospora hialin dengan panjang 1-50  $\mu\text{m}$  membentuk vesikel inflasi bulat di tengah. Spora berwarna coklat kemerahan dan berbentuk bulat dengan diameter 15-23  $\mu\text{m}$  (Wang, 2022).

*Umbelopsis* adalah fungi saprofit heterotrofik yang dapat digunakan di bidaang industri seperti produksi biodiesel, farmasi dan bahan kimia (Crowther *et al.*, 2012; Papanikolaou, 2019). *Umbelopsis* dapat tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan, seperti suhu, pH dan konsentrasi oksigen yang kurang optimal (Ferreira *et al.*, 2013). Fungi ini juga memiliki kemampuan untuk mensintesis metabolit pada tumbuhan (Ruan *et al.*, 2012). Pada jenis *Umbelopsis isabellina* dapat menghasilkan jumlah lipid yang tinggi di bawah kondisi pertumbuhan tertentu pada tanaman (Subramaniam *et al.*, 2010).

Berdasarkan gambar (4.4) yang menunjukkan isolat fungi endofit dengan kode BZ2 setelah diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis tergolong ke dalam genus *Humicola* dari kelas *Deuteromycotina*. Dilihat dari karakteristik makroskopis (tabel 4.1) isolat BZ2 warna koloni putih kehitaman, permukaan powdery, dan topografi flat. Biasanya setelah tujuh hari masa inkubasi koloni akan padat, pada bagian depan koloni berwarna putih bercampur warna gelap dan warnabaliknya pucat (Donayre, 2023). Kemudian ciri mikroskopisnya pada (tabel 4.2) pada perbesaran 80-400  $\mu\text{m}$  konidia hialin berdinding tebal, hifa tegak bercabang yang terdiri dari 4 sampai 17 konidia apikal dengan panjang 6-12  $\mu\text{m}$ . Spora memiliki diameter berukuran 8-15  $\mu\text{m}$ , berwarna coklat, serta berbentuk subglobose atau tidak

beraturan menyerupai butiran soliter yang merayap pada hifa (Hocking, 2009).

*Humicola* merupakan fungi endofit non patogen yang mampu meningkatkan pertumbuhan tunas pada tanaman seperti merangsang pertumbuhan batang dengan cepat, membantu pertumbuhan plumula yang merupakan bagian embrio tumbuhan, mampu menangkal senyawa radikal bebas, dapat mempercepat pertumbuhan kotiledon dan daun pada tanaman (Istikorini, 2022). *Humicola* juga mampu menghasilkan berbagai enzim diantaranya kitinase, glukukanase, dan proteas, serta dapat menyediakan metabolit bioaktif dan enzim hidrolitik ekstraseluler bagi tanaman yang berfungsi sebagai agen biokontrol (Elshafie, 2022).

#### **4.2.2. Pembahasan Penelitian Sumbangsih Ensiklopedia**

Hasil penelitian yang telah diperoleh digunakan sebagai sumbangsih media pembelajaran materi fungi kelas X SMA/MA yang mengacu pada KD 3.6 yaitu “Penerapan prinsip klasifikasi dengan menggolongkan jamur berdasarkan karakteristik melalui pengamatan secara teliti dan sistematis”. Hasil yang telah didapat melalui penelitian ini dituangkan ke dalam media pembelajaran cetak berbentuk ensiklopedia. Adapun isi dan bahasan yang disampaikan di dalam ensiklopedia yakni deskripsi, klasifikasi, morfologi, manfaat dari tanaman mahkota dewa terutama bagian kulit batang kemudian berisi tentang penjelasan mengenai prosedur penelitian serta hasil pengamatan genus fungi yang telah didapat pada bagian kulit batang mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.).

Ensiklopedia yang dikembangkan adalah dengan memakai model pengembangan ADDIE (*analysis, design, development, implementation, evaluation*). Pada penelitian pengembangan dimulai dengan tahapan *analysis* yaitu menganalisis kebutuhan. Berdasarkan informasi yang diperoleh metode yang sering digunakan saat pembelajaran adalah PBL (*Project Based Learning*) dan metode diskusi. Adapun media pembelajaran yang sering digunakan adalah PPT, video pembelajaran, dan alat peraga.

Pada tahapan kedua yakni perancangan (*design*) merupakan tahapan untuk menyusun kerangka ensiklopedia yang dimuat di dalam storyboard. Adapun isi rancangan tersebut antara lain membuat sketsa pada cover depan yang berisi tentang judul, gambar, nama penulis dan asal instansi. Selanjutnya penyusunan bagian yang akan dimasukkan pada daftar isi. Dilanjutkan dengan kerangka sub materi yang berisi judul bahasan dan bahasan/materi yang dijelaskan kemudian memasukkan hasil dari penelitian isolasi dan identifikasi yang berisikan bahasan mengenai fungsi endofit, genus fungsi endofit yang diperoleh pada kulit batang mahkota dewa, serta gambar isolat yang telah didapatkan. Kemudian membuat daftar pustaka yang berisi referensi, glosarium berisikan pengertian dari istilah asing, biografi dari penulis, dan pembuatan cover belakang ensiklopedia.

Pada tahap rancangan dan design media pembelajaran ensiklopedia peneliti memilih jenis font *libre baskerville* dengan ukuran font 12. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurdiawan *et al.*, (2018) bahwa pembuatan rancangan sebuah ensiklopedia banyak hal yang perlu diperhatikan dalam hal kesesuaian tampilan dengan konsep yang dirancang seperti ukuran yang akan

dibuat pada garis tepi kiri ensiklopedia adalah minimal 3 cm agar saat dicetak terlihat secara jelas, pemilihan layout, gambar, penambahan elemen-elemen grafis, untuk ukuran font dan jenis font yang dipakai haruslah yang mudah terbaca dan terlihat rapi. Adapun ensiklopedia dalam penelitian ini adalah memakai ukuran font judul 14 dan ukuran font sub bahasan adalah 12, kemudian jenis font yang dipakai adalah libre baskerville dikarenakan ukuran dan jenis font yang digunakan tersebut cukup terbaca dengan jelas dan dinilai rapi. Untuk gaya desain ensiklopedia yang dipilih peneliti yaitu menggunakan gaya scientist classic dengan memasukkan gambar isolat hasil dari penelitian isolasi dan identifikasi fungi endofit pada kulit batang tanaman mahkota dewa. Dalam menggunakan gaya scientist classic pada ensiklopedia harus disesuaikan dengan gaya desain yang populer agar tetap terlihat modern (Aulan *et al*, 2013).

Setelah tahap perancangan dilanjutkan ke tahap pengembangan (*development*). Di dalam tahapan ini sketsa atau draf yang telah disusun pada tahap perancangan dikembangkan melalui aplikasi canva kemudian dilakukan uji validitas ke guru SMA. Tahap pengembangan terbagi menjadi dua bagian yaitu pembuatan ensiklopedia dan tahap uji validitas. Pada tahap pembuatan ensiklopedia yaitu mengedit sketsa yang dibuat sebelumnya seperti cover utama dengan memilih warna hijau, kemudian pada bagian kata pengantar sampai ke cover belakang background berwarna putih dengan menambahkan gambar dan beberapa ikon pendukung. Selanjutnya ensiklopedia dicetak untuk divalidasi oleh validator. Pada tahapan validasi produk ensiklopedia terdapat 3 guru sebagai validator. Beberapa guru

tersebut yaitu ibu Yulia Sari, S.Pd., M.Si sebagai ahli materi, ibu Rahmiyanti, S.Si sebagai ahli bahasa, dan ibu Mastoh, S.Pd sebagai ahli media.

Berdasarkan hasil uji validitas isi, guru memberikan skor untuk masing-masing aspek terhadap ensiklopedia yang telah dibuat. Untuk hasil validasi materi (tabel 4.5) dengan validator ibu Yulia Sari, S.Pd., M.Si mendapatkan skor 40 dan presentase nilai 88,9 % dengan kategori sangat valid. Selanjutnya hasil validasi bahasa (tabel 4.6) yang dinilai oleh ibu Rahmiyanti S.Si mendapatkan skor 42 dan presentase nilai 93 % dengan kategori sangat valid. Untuk hasil validasi media (tabel 4.7) yang dinilai oleh ibu Mastoh, S.Pd mendapat skor 72 dan presentase nilai 96 % dengan kategori sangat valid. Berdasarkan hasil uji validitas isi oleh tiga guru, menunjukkan bahwa media ensiklopedia sangat valid untuk diberikan dan digunakan oleh peserta didik.

Setelah ensiklopedia dinyatakan valid, selanjutnya dilakukan tahap implementasi (*implementation*) yaitu melakukan uji coba melalui uji perorangan dan uji kelompok kecil untuk mengetahui tingkat kepraktisan isi. Adapun hasil praktikalitas ensiklopedia pada pendidik dapat dilihat pada (tabel 4.14) dari indikator tampilan, kemudahan penggunaan, penyajian materi, dan manfaat memperoleh total skor 87 dan presentase nilai 89,47 % dengan kategori sangat praktis.

Untuk hasil praktikalitas uji coba peserta didik melalui uji perorangan (tabel 4.15) mendapatkan skor nilai rata-rata dengan presentase nilai 87,84% maka termasuk kategori sangat praktis. Kemudian hasil uji coba kelompok kecil mendapat skor nilai rata-rata dengan presentase 90,74 % sangat praktis.

Berdasarkan hasil praktikalitas yang dinilai oleh peserta didik sebagai responden dapat disimpulkan bahwa hasil sumbangsih media berupa ensiklopedia dari penelitian sains isolasi dan identifikasi fungi endofit pada kulit batang mahkota dewa sangat praktis digunakan sebagai media dalam proses pembelajaran.

Pada tahapan terakhir dari pengembangan media pembelajaran ensiklopedia adalah evaluasi (*evaluation*) dari produk. Evaluasi produk dilakukan secara formatif yaitu dilakukan secara satu persatu untuk setiap tahapan pengembangan dan evaluasi yang dilakukan pada tahap akhir pengembangan atau secara sumatif setelah melakukan uji validitas dan uji praktikalitas. Pada evaluasi formatif dimulai pada tahap *analysis* yaitu melakukan analisis kebutuhan mengenai proses pembelajaran biologi di dalam kelas yaitu melakukan evaluasi mengenai media pembelajaran yang belum digunakan oleh guru. Dilanjutkan ke tahap perancangan (*design*) yaitu mengevaluasi sketsa yang masih kurang jelas dan belum lengkap. Kemudian tahap pengembangan (*development*) yaitu pembuatan ensiklopedia, validasi produk, dan melakukan revisi perbaikan dari hasil dari uji validasi. Selanjutnya tahap implementasi (*implementation*) melakukan uji praktikalitas oleh orang peserta didik secara perorangan (*one-to-one evaluation*) dan uji coba kelompok kecil (*small group*) yaitu dengan melakukan evaluasi butir soal pada setiap indikator penilaian uji kepraktisan isi. Pada tahap evaluasi sumatif yaitu dengan melakukan evaluasi atau perbaikan di akhir pengembangan produk setelah melakukan uji validitas dan praktikalitas berdasarkan masukan dan saran dari peserta didik. Adapun

masukan dan saran dari peserta didik yaitu penambahan background pada penjelasan klasifikasi genus fungi endofit dan membuat tujuan pembelajaran yang dicapai dalam pembelajaran menggunakan media ensiklopedia.

Berdasarkan hasil uji praktikalitas media pembelajaran ensiklopedia, peserta didik tertarik untuk mempelajari fungi endofit pada kulit batang tanaman mahkota dewa menggunakan media ensiklopedia. Hal ini dikarenakan ensiklopedia merupakan salah satu media pembelajaran cetak yang memiliki kelebihan seperti dapat menyajikan suatu informasi dan pesan dengan penjelasan yang jelas, dapat dipelajari secara fleksibel kapan dan di mana saja dan ensiklopedia dapat menarik apabila disajikannya dengan menyertakan gambar dan warna (Arsyad, 2011). Produk ensiklopedia yang telah selesai dilakukan evaluasi kemudian dilakukan pencetakan dengan ukuran A4 (29,7 cm X 21 cm) pada bagian cover menggunakan kertas ivory dan untuk bagian isi menggunakan art paper.