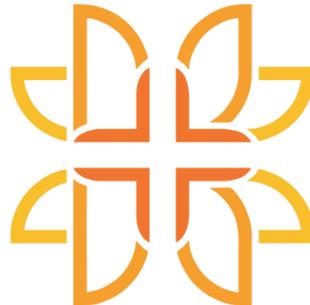


**REVIEW : KARAKTERISASI DAN PEMANFAATAN BAKTERI  
ENDOFIT YANG BERASAL DARI FAMILIA *Zingiberaceae* DI BIDANG  
FARMASI**

**ARTIKEL ILMIAH**

**Laporan Tugas Akhir**

**PRAYOGA  
191FF04055**



**Universitas Bhakti Kencana  
Fakultas Farmasi  
Program Strata I Farmasi  
Bandung  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI

#### **REVIEW : KARAKTERISASI DAN PEMANFAATAN BAKTERI ENDOFIT YANG BERASAL DARI FAMILIA *Zingiberaceae* DI BIDANG FARMASI**

### ARTIKEL ILMIAH

#### **Laporan Tugas Akhir**

Diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Strata I Farmasi

**PRAYOGA  
191FF04055**

Bandung, 7 Juli 2021

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



(SONI MUHSININ, M.Si)  
NIDN. 0402068407

Pembimbing Serta,



(apt. LIA MARLIANI, M.Si)  
NIDN. 000712800

## **ABSTRAK**

### **REVIEW : KARAKTERISASI DAN PEMANFAATAN BAKTERI ENDOFIT YANG BERASAL DARI FAMILIA *Zingiberaceae* DI BIDANG FARMASI**

Oleh :

**PRAYOGA**

**191FF04055**

Permasalahan kesehatan pada manusia akibat penyakit infeksi merupakan masalah yang serius. Timbulnya mikroorganisme patogen yang resisten dan penggunaan obat antimikroba sintesis terus menerus dapat menyebabkan resistensi, maka dibutuhkan pencarian senyawa baru dengan efektivitas yang lebih baik. Tanaman familia *zingiberaceae* mengandung metabolit sekunder yang bermanfaat untuk pengobatan, selain bisa didapat langsung dari tanaman cara lain mendapat metabolit sekunder adalah pemanfaatan bakteri endofit. Kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi metabolit sekunder yang sama dengan inangnya merupakan potensi besar sebagai bahan pembuat obat yang berasal dari alam. Tujuan penulisan review artikel ini untuk memberikan informasi ilmiah terkait bakteri endofit yang menginang pada tanaman familia *zingiberaceae* serta potensinya di bidang farmasi. Metode penulisan review artikel ini menggunakan pendekatan literatur reeveview, literatur didapatkan secara online dari internet berasal dari jurnal terakreditasi baik nasional atau internasional berdasarkan kriteria inklusi yang ditentukan. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan didapatkan hasil bahwa bakteri endofit yang berasal dari tanaman familia *zingiberaceae* dapat diisolasi dengan teknik sterilisasi permukaan dengan menggunakan media isolasi yaitu nutrient agar, dari identifikasi karakteristik diketahui isolat bakteri endofit beragam tergantung dari spesies tanaman inangnya dan kondisi lingkungan tumbuh tanaman. Aktivitas farmakologi yang dihasilkan dari bakteri endofit seperti antibakteri dan antifungi berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuat obat.

Kata Kunci : antibakteri, antijamur, bakteri endofit, metabolit sekunder, *zingiberaceae*

## **ABSTRACT**

### **REVIEW : CHARACTERIZATION AND UTILIZATION OF ENDOPHYTIC BACTERIA FROM THE FAMILIA *Zingiberaceae* IN PHARMACEUTICAL FIELD**

**By :**

**PRAYOGA**

**191FF04055**

*Health problems in human due to infectious diseases are a serious problem. The emerge of resistant pathogenetic microorganisms and the continuous use of the synthetic antimicrobial drugs can cause resistance, so it is necessary to search for new compounds with better effectiveness. Plant of the zingiberaceae family contain secondary metabolites that are useful for treatment, besides that they can be obtained directly form plants. Another way to obtain secondary metabolites is the use of endophytic bacteria. The ability of endophytic bacteria to produce secondary metabolites that are the same as their host has great potential as a natural drug-making material. The purpose of writing a review article is to provide scientific information related to endophytic bacteria that host the plant of zingiberaceae and its potential in the pharmaceutical field. The method of writing this review article use a literature approach, literature is obtained online from the internet which comes from accredited journals both nationally and internationally based on specified criteria. Based on the literature study conducted, it was found that endophytic bacteria originating from the plant family zingiberaceae can be isolated using nutrient agar as isolation medium after sterilize with surface sterilization techniques, pharmacologist activities produced from antibacterial and antifungal endophytic bacteria to be developed as raw materials for drug manufacture.*

*Keywords: antibacterial, antifungal, endophytic bacteria, secondary metabolites, zingiberaceae*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur mari kita panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “Review : Karakterisasi dan pemanfaatan bakteri endofit yang berasal dari tanaman familia zingiberaceae di bidang farmasi.” dapat diselesaikan atas dorongan berbagai pihak. Adapun penyusunan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Strata Satu (S1) Farmasi di Universitas Bhakti Kencana Bandung.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan bila tidak ada bantuan dan Kerjasama, untuk itu sudah selayaknya saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak apt. Entris Sutrisno, S.Farm.,MH.Kes. Rektor Universitas Bhakti Kencana Bandung
2. Bapak Soni Muhsinin,M.Si selaku pembimbing I dan Ibu apt. Lia Marliani, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan koreksi selama penulisan skripsi hingga dapat selesai.
3. Seluruh dosen dan staf akademik Universitas Bhakti Kencana Bandung yang membantu selama perkuliahan.
4. Kepada keluarga dan kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan dukungan
5. Teman-teman Angkatan 2017 Program S1 Farmasi Universitas Bhakti Kencana Bandung dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari seluruh pihak untuk menghasilkan kinerja yang lebih baik di masa yang akan datang. Saya berharap penulisan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya bagi saya pribadi.

Bandung, 7 Juli 2021

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian</b> .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Zingiberaceae</b> .....	4
<b>2.2 Spesies</b> .....	4
<b>2.5 Manfaat dan Kandungan Mikroba Endofit</b> .....	14
<b>2.6 Isolasi Mikroba Endofit</b> .....	15
<b>2.7 Karakterisasi dan Identifikas</b> .....	17
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
<b>BAB IV. PROSEDUR PENELITIAN</b> .....	19
<b>4.1 Metode Pengumpulan Data</b> .....	19
<b>BAB V. Hasil Artikel Ilmiah Literatur dan Pembahasan</b> .....	22
<b>5.1 Hasil Kajian Literatur Review</b> .....	22
<b>5.2 Pembahasan</b> .....	22
<b>BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	32
<b>6.1 Simpulan</b> .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kriteria Inklusi dan Ekslusi.....	19
Tabel 4.2 Identifikasi Bakteri Endofit.....	23
Tabel 4.3 Efek Farmakologi Bakteri Endofit.....	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Curcuma longa</i> L.(Kunyit).....	4
Gambar 2.2	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe (Jahe).....	5
Gambar 2.3	<i>Curcuma zanthorrhiza</i> Roxb. (Temu Lawak).....	6
Gambar 2.4	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe (Jahe Merah).....	6
Gambar 2.5	<i>Kaempferia galangan</i> L. (Kencur).....	7
Gambar 2.6	<i>Kaempferia rotunda</i> L. (kunci Pepet atau Kunyit Putih).....	8
Gambar 2.7	<i>Boesenbergia pandurata</i> (Temu kunci).....	9
Gambar 2.8	<i>Curcuma manga</i> Valetton & Zijp (Temu Mangga).....	9
Gambar 2.9	<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb (Temu Ireng).....	10
Gambar 2.10	<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb. (Bangle).....	10
Gambar 4.1	Tahapan Artikel Ilmiah.....	21

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Format Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme .....	36
Lampiran 2	Format Surat Persetujuan Untuk Dipublikasikan di Media Online ..	37
Lampiran 3	Bukti Chat Dengan Dosen Pembimbing .....	38
Lampiran 4	Hasil Turnitin LPPM .....	39
Lampiran 5	Kartu Bimbingan .....	40
Lampiran 6	Letter of Acceptance (LoA) .....	41
Lampiran 7	Letter of Submission .....	42
Lampiran 8	Jurnal Terpublikasi .....	43

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Masalah Kesehatan khususnya penyakit manusia merupakan masalah yang harus diatasi. Penyakit yang disebabkan oleh infeksi seperti jamur dan bakteri merupakan salah satu masalah penting yang harus diatasi, oleh karena itu perlu segera ditemukan senyawa baru yang lebih efektif dan toksisitasnya rendah (Pratiwi, 2019).

Penggunaan obat sintetik secara terus menerus seperti antibiotik dan meningkatnya mikroorganisme patogen yang resisten terhadap obat antibakteri yang ada, misalnya *Pseudomonas aeruginosa* yang resisten terhadap *tobramycin*, *amikacin* dan *gentamicin* (Aprilia *et al.*, 2020; Ren *et al.*, 2012 dalam Rollando, 2019). Antifungal dari kelompok *poliena* misalnya; *natamisin*, *amfoterisin*, *nystatin*, kelompok *imidazole* dan *triazol* sebagai pengobatan yang digunakan untuk antifungi meningkatkan resistensi terhadap antifungi yang ada (Milliana & Safitri, 2015). Oleh karena itu, perlu ditemukan senyawa baru yang aktif secara biologis melalui explorasi bahan alam. *Zingiberaceae* merupakan salah satu tanaman obat yang memiliki banyak khasiat. Genus zingiber mengandung senyawa antimikroba yang berasal dari terpenoid, flavonoid, fenol dan minyak atsiri (Abdul *et al.*, 2020). Sedangkan genus curcuma mengandung senyawa antimikroba yang berasal dari alkaloid, flavonoid, tannin, terpenoid, kurkuminoid dan minyak atsiri (Adila *et al.*, 2013). Selain didapatkan dari tanamannya langsung, cara lainya adalah dengan pemanfaatan dari bakteri endofit.

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup pada jaringan tumbuhan. Bakteri endofit terdapat pada semua tumbuhan seperti rerumputan, herba, pohon berkayu dan alga, dapat bersimbiosis dan menghasilkan metabolit sekunder yang aktif secara biologis seperti enzim, anti mikroba, anti kanker, anti jamur, anti bakteri dan anti diabetes (Kumala, 2019). Bakteri endofit dapat diambil dari berbagai jenis tanaman menggunakan cara isolasi dari tanaman yang permukaanya sudah disterilkan atau dengan cara diekstrak untuk mendapat bakteri yang ada pada jaringan tanaman (Ryan *et al.*, 2008). Karena kemampuan menghasilkan senyawa bioaktif, bakteri endofit memiliki potensi untuk dikembangkan dalam bidang medis sebagai penghasil obat alami (Pulungan, ASS, 2015 dalam Pulungan & Tumangger, 2018). Penggunaan bakteri endofit sebagai penghasil obat juga dinilai lebih efisien karena bakteri memiliki pertumbuhan yang cepat dan

tempat untuk tumbuh yang lebih kecil bila dibandingkan dengan tanaman obat lainnya (Kumala, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit famili *zingiberaceae* aktif secara biologis dan dapat digunakan dalam bidang farmasi; *P. stutzeri*, *B. brevis* dan *A. viscosus* merupakan bakteri endofit yang diisolasi dari rimpang temulawak dan memiliki sifat anti jamur terhadap *C. albicans* (Milliana & Safitri, 2015). Bakteri endofit *P. putida*, *B. pumilus*, *B. thurigiensis*, *B. cereus* yang berasal dari isolasi rimpang kunyit menunjukkan bioaktivitas antijamur pada jamur patogen *B. fulva*, *A. alterata*, *F. solani* (Kumar *et al.*, 2016).

Aktivitas biologis yang dapat dihasilkan oleh bakteri endofit terbukti memiliki keunggulan dalam bidang farmasi, khususnya bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman *zingiberaceae*, diketahui bahwa setiap isolat yang dihasilkan memiliki karakteristik identifikasi yang berbeda. Oleh karena itu, berdasarkan literatur penelitian yang ada maka akan dilakukan review terkait bakteri endofit yang menginang pada tanaman familia *zingiberaceae*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pemanfaatan bakteri endofit yang menginang pada familia *zingiberaceae* di bidang farmasi
2. Bagaimana isolasi dan karakterisasi bakteri endofit yang menginang pada familia *zingiberaceae*

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan**

- a) Mengetahui pemanfaatan bakteri endofit yang menginang pada familia *zingiberaceae* di bidang farmasi
- b) Mengetahui bagaimana isolasi dan karakterisasi bakteri endofit yang menginang pada familia *zingiberaceae*

### **2. Manfaat Penelitian**

- a) Hasil review ini diharapkan dapat mengetahui informasi dari berbagai sumber jurnal penelitian sehingga didapat cara paling efisien dalam isolasi bakteri endofit dari familia *zingiberaceae*
- b) Hasil review artikel ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakterisasi dari bakteri endofit hasil isolasi dari tanaman familia *zingiberaceae*
- c) Hasil review artikel ini diharapkan dapat mengetahui pemanfaatan bakteri endofit di bidang farmasi

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Zingiberaceae

*Zingiberaceae* adalah famili yang berasal dari ordo Zingiberales dengan berbagai jenis spesies. Terdapat 47 genera, dengan jumlah 1.400 spesies di seluruh dunia. *Zingiberaceae* tumbuh baik di daerah subtropis dan tropis serta dapat hidup dan tumbuh dari daratan rendah hingga tinggi dengan curah hujan tinggi pada ketinggian lebih dari 2.000 MDPL (Lianah, 2020).

*Zingiberaceae* adalah tanaman herba parenial dengan rimpang mengandung minyak atsiri dan memiliki bau aromatik. Batang di tanah pendek dan hanya mendukung bunga. Ada sel minyak evaporasi dalam satu daun, tersusun dalam 2 baris, kadang-kadang dengan 3 sel, berbentuk batang dan daun ada juga lidah, daun lebar, tulang tebal dan tulang bercabang sejajar, yang berdekatan satu sama lain dan diagonal ke atas, tangkai daun pendek atau tidak ada, cabang tertutup atau terbuka, ada lidah antara daun dan batang atau batas antara daun dan batang (Tjitrosoepomo, 2002 dalam Washikah, 2016)

### 2.2 Spesies



Gambar 2.1 *Curcuma longa* L.(Kunyit)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub division	Angiospermae
Class	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Curcuma</i>
Spesies	<i>Curcuma longa</i> L.

Kandungan	Rimpang kunyit mengandung senyawa kurkuminoid 3 – 5%, minyak atsiri 2,5 – 6 % dan senyawa lain yaitu damar, resin kamfer, protein, lemak, pati.
Manfaat	Meredakan masuk angin, diare, sakit perut, obat cacing, obat malaria, menurunkan tekanan darah, antikoagulan, mengobati peradangan sendi. Rimpang kunyit memiliki aktivitas antiinflamasi, antiseptik, antimikroba, antipikun, antioksidan (Hartati, 2013 dalam Lianah, 2020).



Gambar 2.2 *Zingiber officinale* Roscoe (Jahe)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Zingiber</i>
Spesies	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe
Kandungan	Minyak atsiri 0,5 – 5,6 %, zingiberol, zingiberin, zingiberon, sineol, folandren, kamfer, barneol, vitamin (A, B1 dan C), Karbohidrat 20 – 60%, damar (resin) dan asam organik (malat, oksalat).
Manfaat	Mencegah radikal bebas, antioxidant, antiemetik, antilipidemik, antihiperalirgenik, antiapoptotoc, antiinflamasi, anti tumorigenic (Ali <i>et al.</i> , 2008).



Gambar 2.3 *Curcuma zanthorrhiza* Roxb. (Temu Lawak)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Curcuma</i>
Spesies	<i>Curcuma zanthorrhiza</i> Roxb.
Kandungan	Pati, minyak atsiri, kurkuminoid, demetoksi kurkumin dan bisdemetoksi kurkumin.
Manfaat	Menambah nafsu makan, mengobati maag, masuk angin, sakit kepala, asma, sakit pinggang, mengobati radang sendi. Memiliki aktivitas antifungi (Novianti, 2016 dalam Lianah, 2020).



Gambar 2.4 *Zingiber officinale* Roscoe (Jahe Merah)

Kodifikasi	
Divisio	Spermatophyta

Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	Zingiber
Spesies	Zingiber officinale Roscoe
Kandungan	Oleoresin 3% dan minyak atsiri 2,58 – 2,72 %
Manfaat	Pengurang rasa sakit dan radang, anti muntah, melawan sel kanker, mengobati gangguan lambung (Herlina <i>et al</i> , 2002 dalam Lianah, 2020).



Gambar 2.5 *Kaemferia galangan* L. (Kencur)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub divisio	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	Kaemferia
Spesies	<i>Kaemferia galanga</i> L.
Kandungan	Rimpang kencur mengandung minyak atsiri, saponin dan flavonoid sebagai antijamur

Manfaat Bahan kosmetik, obat batuk dan tonikum dengan khasiat penambah nafsu makan. aktivitas antifungal (Gholib, 2009 dalam Lianah, 2020).



Gambar 2.6 *Kaempferia rotunda* L. (kunci Pepet atau Kunyit Putih)

Kodifikasi

Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Kaempferia</i>
Spesies	<i>Kaempferia rotunda</i> L.
Kandungan	Minyak atsiri sebagai antibakteri
Manfaat	Antibakteri



Gambar 2.7 *Boesenbergia pandurata* (Temu kunci)

Kodifikasi	
Divisi	Magnoliophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Liliopsida
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Boesenbergia</i>
Spesies	<i>Boesenbergia pandurata</i>
Kandungan	Minyak atsiri 1,8-sineol, kamfer borneol, pinnen, seskuipterper, zingiberon, curcumin dan zeodarin (Atun and Handayani, 2017)
Manfaat	Penambah nafasu makan, obat cacing, peluruh dahak. Pengujian <i>in vitro</i> dapat meningkatkan jumlah limfosit, membunuh sel kanker antibakteri dan anti bodi spesifik (Dalimarta, 2003 dalam Atun & Handayani, 2017)



Gambar 2.8 *Curcuma manga* Valeton & Zijp (Temu Mangga)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Curcuma</i>
Spesies	<i>Curcuma manga</i> Valeton & Zijp

Kandungan	Rimpang temu manga mengandung triterpenoid, steroid, tannin monoterpen/sekuiterpen, kuinon, saponin, flavonoid, polifenol.
Manfaat	Penambah nafsu makan dan obat antikanker



Gambar 2.9 *Curcuma aeruginosa* Roxb (Temu Ireng)

Kodifikasi	
Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	<i>Curcuma</i>
Spesies	<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb.
Kandungan	Rimpang temu ireng mengandung minyak atsiri, polifenol, saponin dan flavonoid.
Manfaat	Sebagai obat malaria, melumbutkan kulit, wasir, cacingan, mengurangi nyeri haid, kudis dan kurap.



Gambar 2.10. *Zingiber cassumunar* Roxb. (Bangle)

Kodifikasi

Divisi	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Zingiberales
Famili	<i>Zingiberaceae</i>
Genus	Zingiber
Spesies	Zingiber cassumunar Roxb.
Kandungan	Rimpang bangle mengandung tannin, pati, damar, dan minyak atsiri ( sineol, pinen). Saponin, flavonoid dan minyak atsiri.
Manfaat	Mengecilkan perut setelah melahirkan, kegemukan, rematik, cacingan, sakit kuning, sembelit, masuk angin, perut nyeri batuk berdahak, sakit kepala dan demam.

## 2.4 Mikroba Endofit

Mikroba adalah organisme berukuran dalam satuan mikron 1 mikron sama dengan 0,0001 mm hanya dapat dilihat dengan mikroskop dan tidak lepas dari kehidupan manusia. Mikroba endofit adalah mikroorganisme yang hidup didalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan efek negatif. Mikroba endofit dapat diisolasi dari jaringan daun, batang, rimpang, batang.(Strobel & Daisy, 2003).

### 2.4.1 Jamur endofit

Jamur endofit terbagi menjadi beberapa genus yaitu (Agusta, 2009) :

#### 1) Diaporthe

Merupakan salah satu genus yang sulit diidentifikasi secara morfologi. Karena rentan terhadap perubahan morfologi menjadikan klasifikasi dari genus ini masih tumpang tindih. Hanya beberapa yang telah terkarakterisasi dengan baik. Parameter utama yang dalam identifikasi jamur ini adalah pengamatan dari terbentuknya *perithecia*, sementara untuk merangsang pembentukan *perithecia* merupakan hal sulit yang dihadapi oleh taksonom jamur.

#### 2) Penicillium

Penicillium adalah jamur umumnya terdapat di tanah. Semenjak Perang Dunia I jenis *penicillium* terkenal sebagai penghasil antibiotik. Ada beberapa jenis diantaranya bersifat patogen pada tumbuhan seperti *P.*

*citrinum* pada jeruk dan *P. oxalicum* pada timun. Namun berdasarkan data terakhir beberapa jenis jamur *Penicillium* berevolusi menjadi jamur endofit.

### 3) *Schizophyllum*

Merupakan genus jamur yang termasuk dalam Basidiomycetes. Ciri perkembangan dari jamur ini cepat dan membentuk koloni seperti kapas dan mempunyai tubuh buah serta basidium khas. Tetapi pada beberapa isolat *Schizophyllum* tubuh buah tidak berkembang sehingga terjadi kesulitan dalam proses identifikasi. Namun, karakteristik yang berguna untuk identifikasi morfologijamur ini adalah *clamp connection*. Diperlukan pengamatan teliti untuk mengetahui adanya *clamp connection* seperti umumnya jamur dari genus *Schizophyllum*.

### 4) *Fusarium*

Dalam waktu 100 tahun terakhir telah dideskripsikan sekitar 1000 jenis jamur *Fusarium*. Karakter morfologi dan tipe *conidia* (spora) merupakan hal penting dalam identifikasi jamur *fusarium*. Langkah awal dalam mengamati morfologi koloni yaitu parameter kecepatan berkembang dan ada atau tidak adanya pimentasi pada media PDA. Selanjutnya, amati terbentuknya atau tidak *chlamydospore* dan juga bentuk serta ukuran *micronidia* dan *macronidia*. Bentuk *micronidia* bervariasi yaitu *globose*, *napiform*, *fusiform*, *clavate*, *pyriform* dan *oval*. Sementara bentuk *macronidia* sangat spesifik dengan bentuk bulat panjang dan meruncing di kedua ujungnya atau seperti bulan sabit. Diantara jamur *Fusarium* sebagian besar patogen terhadap tanaman. Tetapi beberapa data terakhir memperlihatkan ada yang berevolusi menjadi jamur endofit. Pada media PDA jamur ini memiliki pertumbuhan cukup tinggi.

## 2.4.2 Kapang endofit

Kapang endofit dikelompokan berdasarkan empat kelas jenis inangnya, kolonisasi dan keragaman jenis tanaman (Kumala, 2019), yaitu :

### 1) Kapang Endofit Kelas I

Merupakan kapang yang tumbuh pada rumput (*Clavicipitaceae*). Hanya sejumlah kecil ditemukan dalam filogeni hanya ditemukan di padang rumput yang panas dan musim dingin, juga kapang ini sulit

dibudidayakan. Biasanya menyebar secara vertical dari induk ke generasi berikutnya melalui biji. Keunggulan endofit ini tergantung pada jenis spesies inang, genetika inang dan kondisi pertumbuhan inang.

2) Kapang Endofit Kelas II

Terdiri dari banyak spesies, termasuk kapang dari filum *Ascomycota* dan *Basidiomycota* dan memiliki kemampuan untuk mentolerir tanaman inang.

3) Kapang Endofit Kelas III

Hal ini dibedakan dengan adanya endofit dan transmisi endofit horizontal. Fungi endofit pada tumbuhan berkayu, tidak berpembuluh, berpembuluh dan angiosperma di hutan tropis komunitas antartika termasuk dalam kategori ini. Kapang endofit kelas III umumnya dikenal karena keanekaragamannya dalam jaringan inang individu dalam tanaman atau populasi tanaman. Sebuah tanaman dapat memiliki ratusan kapang endofit yang berbeda.

4) Kapang Endofit Kelas IV

Diketahui mempunyai *septa* berwarna gelap karena adanya pigmen hitam dan terbatas hanya ditemukan dalam akar tanaman. *Ascomycetous* yang memiliki konida atau steril termasuk pada kapang endofit kelas IV. Kapang kelas ini bisa ditemukan pada tanaman inang, untuk yang tidak dapat tumbuh pada akar (*nonmycorrizal*) di daerah beriklim sedang serta dalam ekosistem tropis, kawasan pegunungan dan daerah antartika. Penyebaran melalui biji tanaman yang nantinya akan tumbuh bersama inangnya

### 2.4.3 Bakteri endofit

Dapat dibedakan berdasarkan dinding selnya termasuk gram positif atau gram negatif. Dimana susunan peptidoglikan gram positif tebal, sedangkan peptidoglikan gram negatif tipis tapi dilengkapi lapisan liposakarida. Berdasarkan bentuknya, bakteri dapat dibedakan menjadi bentuk spiral, basil, koma, oval atau bulat, dan kokus.

Dari beragam tanaman telah berhasil dilakukan isolasi bakteri (Sturz & Nowak, 2000). Bakteri endofit tidak hanya terdiri dari satu jenis pada satu tanaman inang melainkan merupakan kumpulan dari beberapa jenis dan genus. Berikut merupakan genus bakteri endofit yang ditemukan dari

berbagai jenis tanaman *Azospirillum*, *Azotobacte*, *Azorhizobium*, *Azomonas*, *Azoarcus*, *Aureobacterium*, *Arthrobacter*, *Aquaspirillum*, *Aminobacter*, *Alteromonas*, *Allorhizobium*, *Alcanivorax*, *Alcaligenes*, *Agromonas*, *Agrobacterium*, *Afipia*, *Aeromonas*, *Actinomyces*, *Acinetobacter*, *Acidovorax*, *Burkholderia*, *Brevundimonas*, *Brenneria*, *Bradyrhizobium*, *Brachymonas*, *Blastomonas*, *Blastobacter*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Comamonas*, *Chryseomonas*, *Chromobacterium*, *Chelatobacter*, *Devosia*, *Derxia*, *Delftia*, *Enterobacter*, *Frankia*, *Flexibacter*, *Flavobacterium*, *Flavimonas*, *Herbaspirillum*, *Halomonas*, *Moraxella*, *Methylobacterium*, *Methylobacterium*, *Matsuebacter*, *Nocardia*, *Nevskia*, *Ochrabactrum*, *Pseudomonas*, *Pseudoalteromonas*, *Porphyrobacter*, *Photobacterium*, *Phyllobacterium*, *Phenylbacterium*, *Pectobacterium*, *Pantoea*, *Rhodococcus*, *Rhodanobacter*, *Rhizomonas*, *Rhizobium*, *Rhizobacter*, *Renibacterium*, *Ralstonia*, *Streptomyces*, *Stenotrophomonas*, *Spirillum*, *Sphingomonas*, *Sphingobacterium*, *Sinorhizobium*, *Shewanella*, *Thauera*, *Vibrio*, *Variovorax*, *Xylella*, *Xanthomonas*, *Zymomonas*, *Zymbacter*, *Zoogloea* (Lodewyckx *et al.*, 2002). Beberapa bakteri adalah genus dominan dari suatu tanaman atau ditemukan dengan jumlah yang melimpah dan juga ada yang paling sering ditemukan.

(Hurek *et al.*, 1994; Hallmann *et al.*, 1997 dalam Tangapo, 2020) genus *Agrobacterium*, *Enterobacter* *Bacillus*, *Pseudomonas* merupakan yang paling melimpah yang berhasil diisolasi. *Pseudomonas* dan *Bacillus* adalah yang paling umum dan mudah dibudidayakan juga identifikasi melalui metode kultur, ada juga yang jarang ditemukan karena jumlahnya yang sedikit.

## **2.5 Manfaat dan Kandungan Mikroba Endofit**

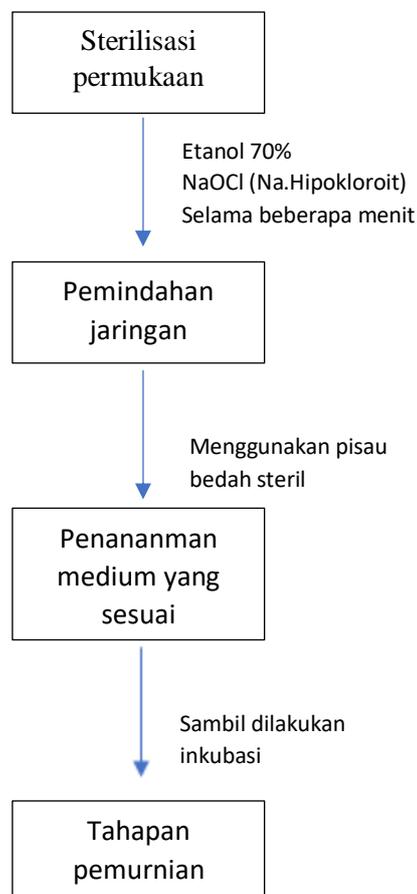
Metabolit sekunder yang berkhasiat secara farmakologi bukan hanya dihasilkan oleh tanaman tapi juga dihasilkan oleh mikroorganisme yang tumbuh pada jaringan tanaman. Potensi farmakologis yang dimiliki tanaman mungkin dapat disebabkan karena adanya asosiasi mutualistik dengan mikroba endofit. Kemungkinan terdapat korelasi diantara mikroba endofit dengan kemampuan tanaman inang dalam menghasilkan metabolit sekunder (Murdiyah, 2017).

Kemampuan mikroba endofit untuk menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya menjadikannya sebagai suatu potensi besar untuk memproduksi metabolit sekunder yang berasal dari mikroba endofit hasil isolasi dari tanaman (Wilson and Yuniliani, 2019). Pemanfaatan mikroba endofit juga akan dapat mengurangi eksploitasi berlebihan pada tanaman obat dan mengurangi kerusakan alam yang disebabkan pengambilan tanaman langsung dari alam (Lin *et al.*, 2007).

Kumala (2019) dalam bukunya memberikan menuliskan contoh mengenai metabolit sekunder yang terdapat pada mikroba endofit serta bioaktivitas yang dihasilkan, yaitu : *Aspergillus glaucus* dari tanaman *Ipomoea batatas* memiliki aktivitas antikanker, *Fusarium* sp dan *Aspergillus* sp dari tanaman *Mirabilis jalapa* L. memiliki aktivitas antimikroba, *Fusarium subglutinans* dari tanaman *T. wilfordii* memiliki aktivitas immunosupresive dan masih banyak lagi.

## 2.6 Isolasi Mikroba Endofit

Pada dasarnya teknik isolasi endofit seperti dilakukan pada teknik dasar mikrobiologi (Tangapo, 2020), adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

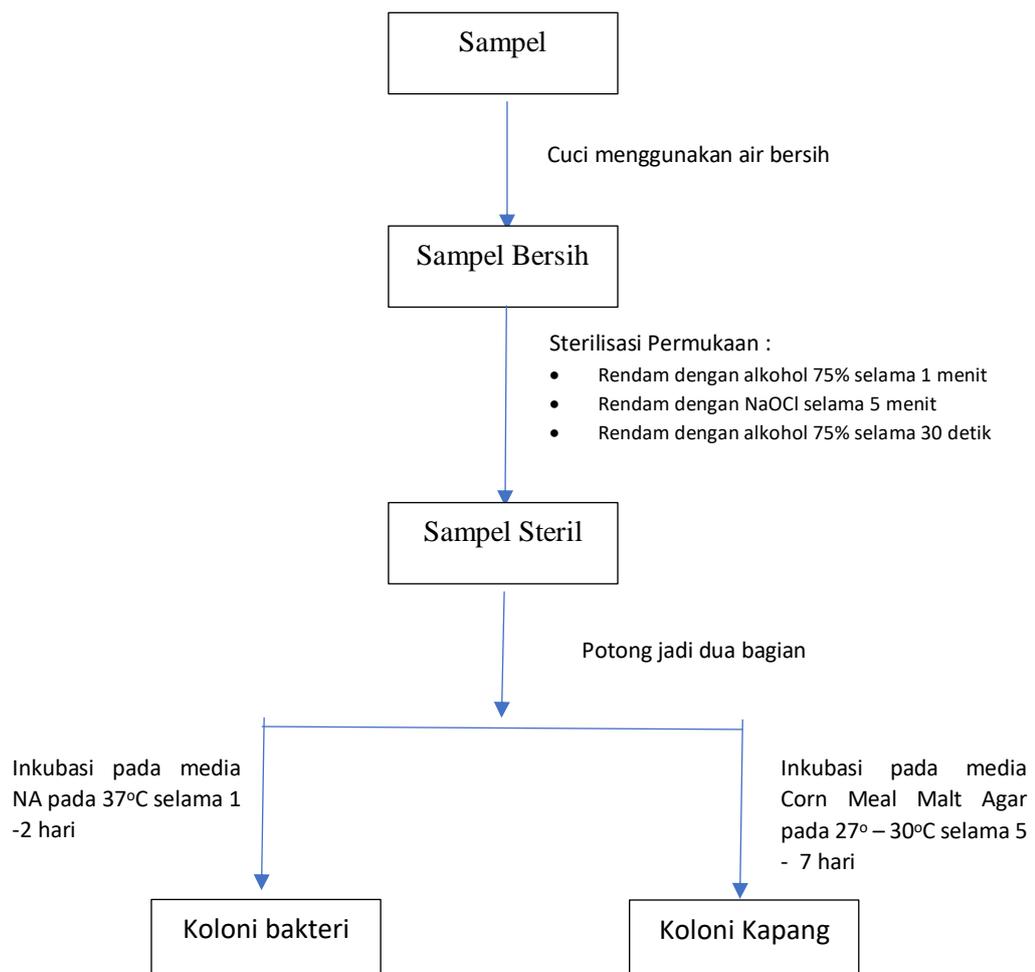


- 1) Diamati dan dimurnikan
- 2) Dilakukan uji kemampuan tumbuh pada beragammedia dan kondisi pertumbuhan

Penyimpanan kultur.  
Dapat dilakukan pada kondisis tertentu dengan penambahan gliserol pada suhu -70°C

Gambar 2.11 Tahapan teknik dasar isolasi endofit

Lama perendaman tergantung dari jenis jaringan tanaman, untuk tanaman jaringan kayu atau daun dengan kutikula tebal proses sterilisasi dan perendaman yang lebih lama. Kombinasi dari etanol -NaOCl-Etanol terbukti secara efektif membunuh spora yang dihasilkan oleh jamur kontaminan, Kumala (2019) dalam bukunya menyebutkan tahapan isolasi mikroba endofit adalah sebagai berikut :



### Gambar 2.12 Tahapan isolasi mikroba endofit

Perlu diperhatikan dalam penggunaan beberapa pelarut untuk sterilisasi seperti sodium hipoklorit dan etanol dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba endofit terhambat.

#### **2.7 Karakterisasi dan Identifikasi**

Pengamatan ciri bakteri endofit dilakukan secara makroskopik dengan mengamati bentuk koloni, warna koloni, permukaan koloni dan tepi koloni dari setiap isolat bakteri endofit. Untuk pengamatan dilakukan dengan cara pewarnaan gram, hasil isolat diambil menggunakan jarum ose secara aseptis dan disuspensikan dengan aquades yang berada di atas gelas objek. Preparat difikasi diatas api bunsen sampai kering. Tetesi preparat dengan kristal ungu, diamkan 1 menit dan dicuci menggunakan air kemudian keringkan. Tetesi preparat dengan iodine, diamkan 1 menit dan cuci menggunakan air kemudian keringkan. Tetesi preparat dengan alkohol 96% sampai warna menghilang. Tetesi preparat dengan safranin dan diamkan 30 detik, cuci dengan air kemudian keringkan. Amati preparat memakai mikroskop bila berwarna ungu maka uji gram positif, bila berwarna merah uji gram negatif (Hadioetomo, 1990).

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Jurnal literatur yang digunakan didapat secara online dari internet yang bersumber pada jurnal terakreditasi dan terindeks seperti sinta, portal garuda, Elsevier, Google Scholar, Scopus, DOAJ, SchimagoJR dan jurnal lainnya. Jurnal-jurnal yang didapat dan berhubungan dengan penulisan review artikel dikumpulkan terlebih dahulu.

Jurnal yang telah terkumpul kemudian disortir kembali sesuai dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan dan akan digunakan dalam penulisan review artikel ini. Penulisan review artikel ini menggunakan pendekatan literatur review berfokus pada beberapa hasil penelitian sebelumnya yang sudah didapat dan sesuai dengan kriteria inklusi jurnal. Hasil dari review jurnal berdasarkan variable review penulisa akan disajikan pada table hasil kajian literatur, dijelaskan secara mengenai ringkasan dari variable penulisan dan diberikan kesimpulan akhir serta saran.