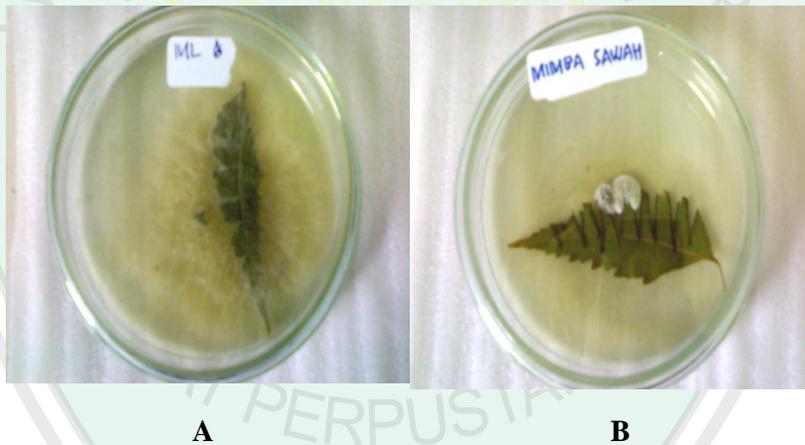


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Isolasi Jamur Endofit pada Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss)

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada bulan Juli sampai Oktober 2008, peneliti telah berhasil menemukan lima isolat jamur endofit pada daun Mimba tepi laut (ML) dan tiga isolat jamur endofit pada daun Mimba tepi sawah (MS). Untuk mengetahui hasil isolat jamur endofit yang berhasil ditumbuhkan pada media PDAS dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Isolat Jamur endofit dari potongan daun Mimba setelah diinkubasi 7 hari pada media PDAS pada suhu 26<sup>0</sup> C (Ket. A. Daun Mimba dari tepi laut , B. Daun Mimba dari tepi sawah)

Hasil pengamatan pada gambar 4.1 di atas, membuktikan bahwa jamur endofit dapat ditemukan pada jaringan daun Mimba (*A. indica* A. Juss) baik yang diperoleh dari tepi laut maupun dari tepi sawah, dimana jamur tampak tumbuh di sebelah dalam belahan daun. Hal ini membenarkan pernyataan yang diungkapkan oleh Carrol dan Clay (1988) dalam Worang (2003), bahwa jamur endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan seperti daun, bunga, ranting maupun akar tumbuhan. Keberadaan fungi ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika yang bermanfaat bagi tumbuhan inang sehingga dapat dikatakan hubungan antara jamur endofit dengan tanaman inangnya dapat berupa mutualistik. Keberadaan jamur endofit sebenarnya sudah dijelaskan dalam Al- Qur'an Surat Ar-Ruum ayat 19 yang berbunyi:

مُخْرِجُ الْحَيِّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَكَذَلِكَ نُخْرِجُكُمْ

Artinya: “Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup dan menghidupkan bumi sesudah matinya. dan seperti Itulah kamu akan dikeluarkan (dari kubur).”(QS. Ar-Ruum: 19).

Penggunaan kata *yukhrij/mengeluarkan* yang mendampingi kata *al-hayy/ yang hidup* dan *almayyit/ yang mati*, mengisyaratkan bahwa proses kehidupan dan kematian itu berjalan secara terus menerus, tidak berhenti di bumi dan di angkasa, bahkan proses kehidupan dan kematian bukan saja terlihat pada tumbuh-tumbuhan, melainkan antar sesama manusia, bahkan pada diri seorang manusia itu sendiri.

Di sini Yang Maha Kuasa memperingatkan kita, agar menyadari bahwa demikianlah kehidupan dan kematian, dan demikian itu pula kelak kita akan dibangkitkan setelah kematian. Peristiwa ini hampir sama dengan jamur endofit yang diambil dari daun Mimba, meskipun daun yang diambil dari tanaman telah putus nutrisi yang didapatkan (mati), namun jamur endofit masih mampu bertahan dalam jangka waktu yang relatif lama, sehingga keuntungan yang didapatkan adalah ketidakharusan manusia dalam menggunakan tanaman Mimba dalam jumlah yang sangat besar (Shihab, 2002).

Berdasarkan pernyataan di atas, jelas membuktikan bahwa daun Mimba yang merupakan salah satu dari sekian banyak kekayaan alam yang telah Allah ciptakan ternyata memiliki manfaat yang sangat penting bagi kemaslahatan umat manusia di muka bumi ini, hal ini sesuai dengan bukti Allah pada firman-Nya yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ ﴿٢٠﴾  
وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿٢١﴾

Artinya : *“Dan kami Telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan kami Telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya”*. (QS. Al-Hijr: 19-20).

Lafadz *“wal ardho madadnaahaa”* pada ayat di atas menjelaskan bahwa semua kekayaan alam yang ada di bumi ini diciptakan Allah hanya untuk manusia dan supaya manusia mau mengambil manfaat untuk kemaslahatan dan

kesejahteraan hidupnya, karena semua kekayaan alam yang ada ini baik berupa makhluk hidup maupun benda mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing (Shiddieqy, 2000).

Lafadz “*wa anbatna fiha minkulli syaiin mauzun*” pada ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menumbuhkan di muka bumi ini segala jenis tumbuhan menurut timbangan dan ukurannya masing-masing. Maka tidak ada di muka bumi yang sangat luas itu sesuatu tumbuhan yang tidak terukur unsur-unsurnya dan yang tidak mengandung faidah. Semua tumbuhan mempunyai hikmah dan maslahat, walaupun tidak diketahui oleh kebanyakan manusia (Shiddieqy, 2000).

Lafadz “*wa jaalna lakum fiihaa ma’ayisya wa man lastum lahu biraziqin*” menjelaskan bahwa Allah telah menyediakan bumi beserta isinya ini semata-mata untuk kebutuhan hidup manusia baik berupa makanan (tumbuhan dan hewan), pakaian maupun obat-obatan termasuk salah satunya obat yang berasal dari jamur endofit (Shiddieqy, 2000).

Isolat jamur endofit yang dihasilkan dari daun Mimba laut (ML) setelah dilakukan pemurnian, berdasarkan bentuk dan warna koloni yang tampak secara makroskopik diperoleh 5 macam isolat jamur endofit, sedangkan jamur endofit yang dihasilkan dari daun Mimba sawah (MS) diperoleh 3 macam isolat jamur endofit, yang mana penampakan dari tiap jamur yang diperoleh beraneka ragam baik dari pertumbuhan, warna maupun bentuk tiap koloni sehingga memudahkan bagi peneliti untuk membedakan dan memisahkan antara jamur yang satu dengan jamur yang lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2

**Tabel 4.1. Hasil isolasi jamur endofit pada daun Mimba**

Daerah Sampel	Letak Geografis	Jumlah Jamur	Kode isolat
Pamekasan Madura	Tepi Laut	5	ML1
			ML2
			ML3
			ML4
			ML5
Pamekasan Madura	Tepi Sawah	3	MS1
			MS2
			MS3

**Tabel 4.2 Deskripsi bentuk dan warna koloni isolat jamur endofit**

Kode Isolat	Ciri Makroskopis
ML1	Warna koloni hijau tua, miselium teratur, pertumbuhan koloni rata, tebal,
ML2	Warna koloni hijau kecoklatan, miselium menyebar teratur, pertumbuhan koloni datar, tebal, halus, melebar
ML3	Warna koloni mula-mula hijau lama-lama menjadi hijau tua, miselium menyebar teratur, pertumbuhan koloni datar, tebal, halus dan melebar
ML4	Mula-mula koloni berwarna putih, lama-kelamaan pada tepinya berwarna coklat kehitaman, pertumbuhan koloni tebal, kasar, terdapat seperti tetesan air di atas koloni
ML5	Koloni berwarna hijau kecoklatan, koloni tebal, menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada sekitar koloni
MS1	Koloni berwarna krem, terdapat bintik hitam melingkar di atas koloni, miselium menyebar teratur
MS2	Mula-mula koloni berwarna putih, lama-kelamaan berwarna putih kekuningan, pada tepinya berwarna coklat kehitaman, pertumbuhan koloni tebal, kasar, terdapat seperti tetesan air di atas koloni
MS3	Koloni berwarna hijau kecoklatan, koloni tebal, menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada sekitar koloni, pertumbuhan lama

(Ket: ML= Mimba laut, MS= Mimba sawah)

## 4.2 Identifikasi Isolat Jamur Endofit pada Daun Mimba Laut (ML)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, jamur endofit yang telah berhasil diisolasi dari daun Mimba dapat diidentifikasi dengan melihat ciri makroskopis dan mikroskopis, dengan mengacu pada buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972). Di bawah ini akan dijelaskan mengenai ciri makroskopis dan mikroskopis isolat jamur endofit pada daun Mimba (*A. indica* A. Juss) baik yang diperoleh dari tepi laut maupun tepi sawah.

### 1. Isolat ML1

#### a. Ciri Makroskopis

- ❖ Koloni berwarna hijau tua, merupakan kumpulan hifa dan di atasnya terdapat serbuk spora
- ❖ Pertumbuhan lama dalam waktu 7 hari koloni jamur hanya mencapai diameter 1 cm pada cawan petri
- ❖ Tepi koloni tidak rata dan berwarna putih berserabut
- ❖ Dilihat dari bawah tampak berwarna putih tulang

#### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidiofor panjang, muncul dari hifa, hyalin dan septat
- ❖ Konidia bulat seperti bulat telur, hyalin dan tumbuh di atas phialid
- ❖ Konidia terdiri atas 1 sel dan tumbuh berantai
- ❖ Satu konidiofor terdapat 2/3 phialid dan setiap phialid terdiri dari 3-5 konidia.

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi

menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML1 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Penicillium* sp.



**A** **B**  
Gambar 4.2. Isolat ML1  
A. Koloni isolat ML1, B. Foto mikroskopis isolat ML1 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidia, b. Sterigma, c. Metulla, d. Konidiofor)

## 2. Isolat ML2

### a. Ciri Makroskopis

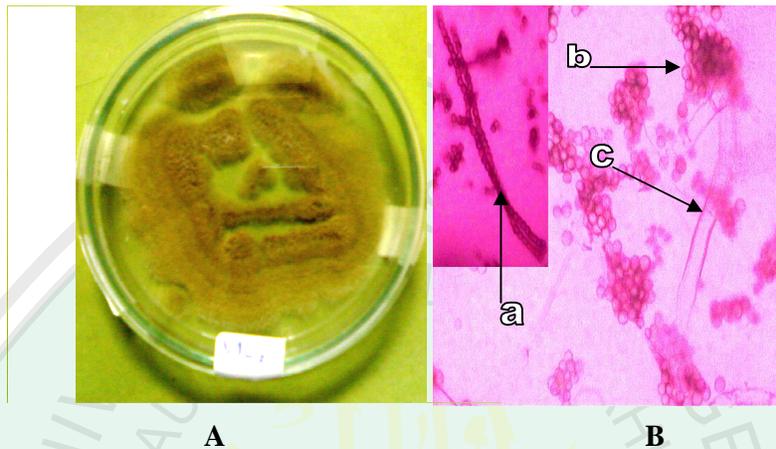
- ❖ Koloni jamur berwarna hijau kecoklatan
- ❖ Koloni jamur tumbuh rata pada tepinya
- ❖ Pertumbuhan cepat, dalam waktu 7 hari koloni jamur diameternya mencapai 6,8 cm
- ❖ Pertumbuhan koloni datar, tebal, halus, melebar

### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidia 1 sel dan membentuk percabangan yang rapat seperti rantai

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi

menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML2 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Hormiscium* sp



**A** **B**  
Gambar 4.3. Isolat ML2  
A. Koloni isolat ML2, B. Foto mikroskopis isolat ML2 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidiofor, b. Konidia, c. Hifa)

### 3. Isolat ML3

#### a. Ciri Makroskopis

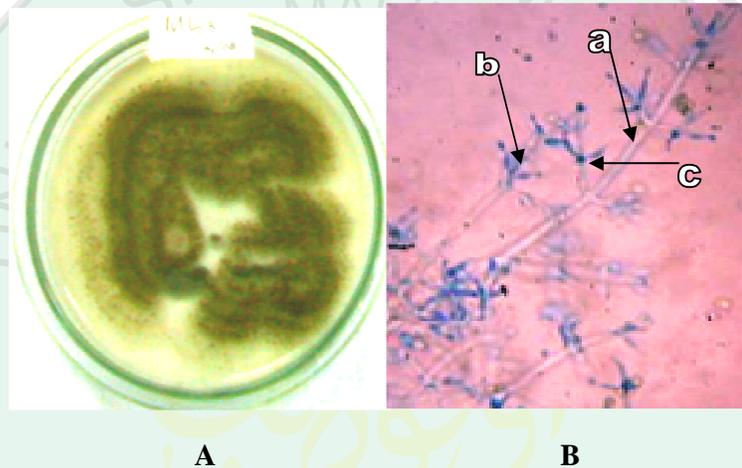
- ❖ Koloni jamur berwarna hijau ketuaan
- ❖ Tepi koloni terdapat butiran hitam dan putih seperti kristal garam
- ❖ Dalam waktu 7 hari, koloni melebar mencapai diameter 5,2 cm
- ❖ Dari bawah tampak berwarna hijau kekuning-emasan

#### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Hifa septat, hyalin
- ❖ Miselium bercabang
- ❖ Stigma atau phialid seperti botol, hyalin dan terdiri dari 3stigma
- ❖ Konidia hyalin, 1 sel, berbentuk oval dan muncul dari sterigma atau phialid

- ❖ Konidiofor asepatat, hyalin, bercabang banyak dengan percabangan yang menghasilkan sekelompok phialid

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML3 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Trichoderma* sp



Gambar 4.4. Isolat ML3  
 A. Koloni isolat ML3, B. Foto mikroskopis isolat ML3 perbesaran 400x  
 (Ket: a. Konidiofor, b. Konidia, c. Sterigma)

#### 4. Isolat ML4

##### a. Ciri Makroskopis

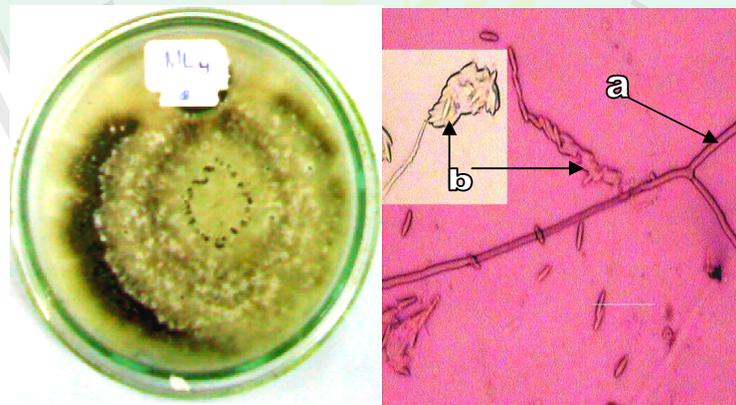
- ❖ Koloni jamur berwarna putih dan terdapat 4 lingkaran butir-butir hitam yang melingkar
- ❖ Tepi koloni berwarna hitam seperti serabut,
- ❖ Dari bawah tampak koloni berwarna krem

- ❖ Pada awal pertumbuhannya koloni berwarna putih disertai butir-butir hitam yang melingkar beraturan, tetapi semakin ke tepi, warna koloni jamur semakin gelap (hitam)
- ❖ Koloni jamur tumbuh dengan cepat, dalam waktu 7 hari diameternya sudah mencapai 8 cm pada cawan petri

b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Hifa septat, hyalin
- ❖ Konidia berbentuk silindris, 1 sel, hyalin dan tumbuh dari konidiofor
- ❖ Konidiofor pendek, berbentuk agak silindris, hyalin dan aseptat

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML4 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Cylindrocephalum* sp.



**A**

**B**

Gambar 4.5. Isolat ML4

A. Koloni isolat ML4, B. Foto mikroskopis isolat ML4 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidiofor, b. Konidia)

## 5. Isolat ML5

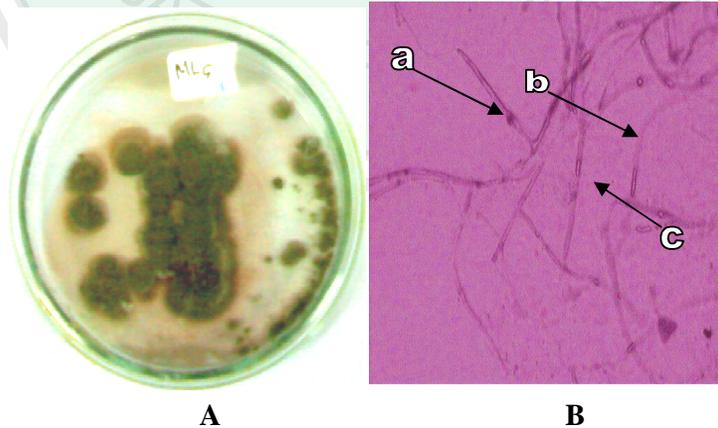
### a. Ciri Makroskopis

- ❖ Koloni jamur berwarna hijau kecoklatan, terdapat butiran-butiran seperti emas pada atas koloni
- ❖ Menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada sekitar koloni
- ❖ Pertumbuhan koloni sedang, dalam waktu 7 hari diameternya mencapai 1,5 cm, tepi koloni tumbuh tidak beraturan .
- ❖ Dilihat dari bawah, koloni tampak berwarna merah muda

### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Hifa septat, hyalin. Konidia silindris, hyalin, 1 sel
- ❖ Konidiofor ramping, hyalin dan aseptat

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML5 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Cephalosporium* sp



Gambar 4.6. Isolat ML5  
A. Koloni isolat ML5, B. Foto mikroskopis isolat ML5 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidiofor, b. Hifa, c. Konidia)

### 4.3 Isolat Jamur Endofit dari Daun Mimba Sawah (MS)

#### 1. Isolat MS1

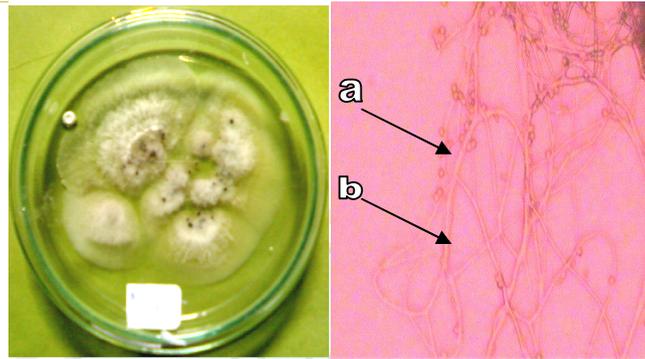
##### a. Ciri Makroskopis

- ❖ Koloni berwarna putih, tebal, seperti serat kapas
- ❖ Tumbuh rata pada media PDAS. Pertumbuhan cepat, dalam waktu 7 hari diameter koloni jamur mencapai 5,3 cm
- ❖ Dari bawah tampak berwarna : a. koloni muda berwarna putih tulang, b. koloni tua berwarna putih kecoklatan dan c. pada bagian tengahnya terdapat bintik hitam yang melingkar
- ❖ Tepi koloni tumbuh rata

##### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Hifa septat, hyalin dan bercabang
- ❖ Konidia silindris, hyalin dan 1 sel
- ❖ Konidia terbentuk dari hasil segmentasi hifa

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat ML5 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Geotricum* sp.



**A** **B**

Gambar 4.7. Isolat MS1

A. Koloni isolat MS1, B. Foto mikroskopis isolat MS1 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidia, b. Hifa)

## 2. Isolat MS2

### a. Ciri Makroskopis

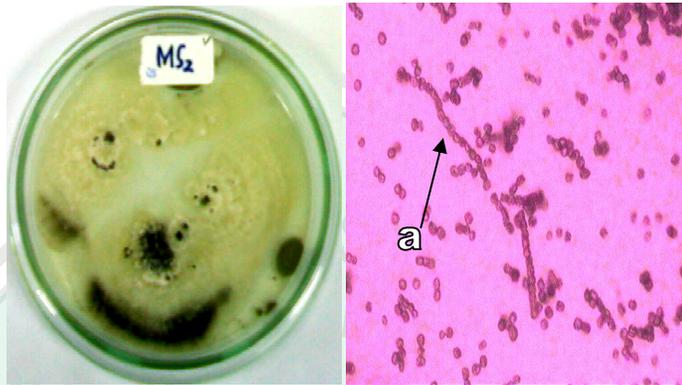
- ❖ Koloni mula-mula berwarna putih, tapi lama-kelamaan berwarna putih kekuningan, koloni tebal, kasar
- ❖ Tepi koloni semakin tua berwarna hitam, tumbuh rata mengikuti bentuk cawan
- ❖ Pada bagian tengah terdapat lingkaran berwarna hitam kecil
- ❖ Pertumbuhan cepat, dalam waktu 7 hari diameter koloni jamur mencapai 6 cm
- ❖ dari bawah tampak berwarna putih tulang

### b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidia 1 sel dan membentuk percabangan yang rapat seperti rantai

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi

menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat MS2 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Hormiscium* sp.



A B

Gambar 4.8. Isolat MS2  
A. Koloni isolat MS2, B. Foto mikroskopis isolat MS2 perbesaran 400x  
(Ket: a. Konidia)

## 2. Isolat MS3

### a. Ciri Makroskopis

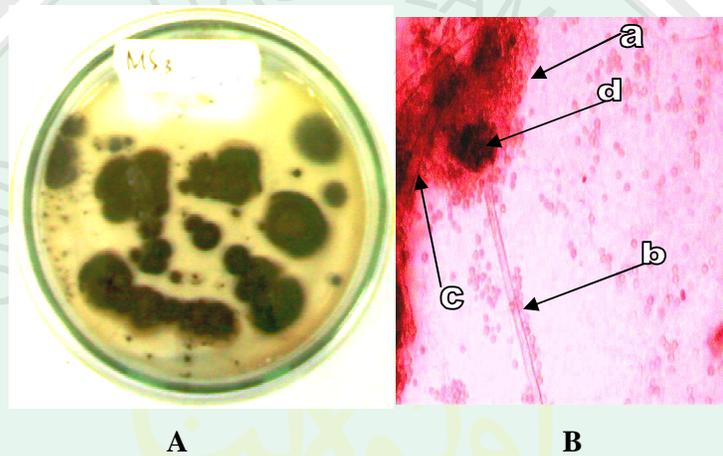
- ❖ Koloni berwarna hijau kecoklatan, koloni tebal, tepi koloni berwarna hijau tua
- ❖ Menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada media PDASV
- ❖ Pertumbuhan lama, dalam waktu 7 hari diameter koloni mencapai 2 cm
- ❖ Dari bawah tampak berwarna merah muda
- ❖ Tepi koloni tumbuh tidak beraturan

### a. Ciri Mikroskopis

- ❖ Hifa aseptat, hyalin
- ❖ Miselium bercabang dan aseptat
- ❖ Konidiofor panjang dan membengkak menjadi vesikel pada ujungnya membawa sterigma dimana tumbuh konidia

- ❖ Konidia 1 sel, bebrbentuk bulat dan hyalin
- ❖ Koniofor hyalin dan aseptat

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat MS3 termasuk Famili Moniliaceae, genus *Aspergillus* sp.



Gambar 4.9. Isolat MS3  
 A. Koloni isolat MS3, B. Foto mikroskopis isolat MS3 perbesaran 400x  
 (Ket: a. Konidia, b. Konidiofor, c. Hifa, d. Vesikel)

Berdasarkan penjelasan mengenai ciri makroskopis dan mikroskopis jamur endofit dari daun Mimba di atas, maka dapat dilihat ringkasan hasil identifikasi kedelapan jamur endofit dari daun Mimba baik yang diperoleh dari tepi laut (ML) maupun dari tepi sawah (MS) pada tabel 4.3 di bawah ini:

**Tabel 4.3. Hasil identifikasi jamur endofit pada daun Mimba (*A. indica* A. Juss).**

Kode Isolat	Family	Genus
ML 1	Moniliaceae	<i>Penicillum</i> sp.
ML 2	Moniliaceae	<i>Hormiscium</i> sp
ML 3	Moniliaceae	<i>Trichoderma</i> sp.
ML 4	Moniliaceae	<i>Cylindrocephalum</i> sp.
ML 5	Moniliaceae	<i>Cephalosporium</i> sp.
MS 1	Moniliaceae	<i>Geotricum</i> sp.
MS 2	Moniliaceae	<i>Hormiscium</i> sp.
MS 3	Moniliaceae	<i>Aspergillus</i> sp

(Keterangan: ML= Mimba laut, MS= Mimba sawah)

Delapan isolat jamur endofit yang diisolasi dari daun Mimba (*A. indica* A. Juss) tersebut setelah dilakukan identifikasi dengan buku karangan Barnett (1972) termasuk dalam Family Moniliaceae. Family Moniliaceae termasuk fungi imperfect atau Deuteromycotina. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Petrini *et al.*, (1992) yang menggolongkan jamur endofit selain masuk dalam kelompok Ascomycotina juga termasuk dalam kelompok Deuteromycotina.

#### **4.4 Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit pada Daun Mimba Terhadap Jamur *C. albicans* dan *A. niger***

Jamur endofit yang diisolasi dari daun Mimba (*A. indica* A. Juss) menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam menghasilkan metabolit antifungi. Seleksi terhadap 8 isolat jamur endofit yang menghasilkan metabolit antifungi menggunakan metode uji Kirby-Bauer dengan menggunakan kertas cakram. Semua uji kemampuan antifungi menggunakan parameter terbentuknya zona hambat (zona bening).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh diameter zona jernih/hambat (dalam mm) melalui pengukuran dengan menggunakan jangka sorong. Pengamatan dilakukan setelah jamur *C. albicans* dan *A. niger* diinkubasi selama 24 jam pada suhu 26<sup>0</sup> C, adapun rata-rata diameter zona hambatan dari uji aktivitas antijamur metabolit jamur endofit dari daun Mimba terhadap jamur *C. albicans* dan *A. niger* dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5 berikut ini:

**Tabel 4.4. Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *C. albicans* (dalam mm).**

Kode Isolat	Genus	Rata-rata diameter zona hambat (mm)	Keterangan
ML 1	<i>Penicillum sp.</i>	0	Tidak Menghambat
ML 2	<i>Hormiscium sp</i>	2,3	Menghambat
ML 3	<i>Trichoderma sp.</i>	3,6	Menghambat
ML 4	<i>Cylindrocephalum sp.</i>	0	Tidak Menghambat
ML 5	<i>Cephalosporium sp.</i>	4,3	Menghambat
MS 1	<i>Geotricum sp.</i>	7,3	Menghambat
MS 2	<i>Hormiscium sp.</i>	1,3	Menghambat
MS 3	<i>Aspergillus sp</i>	0	Tidak Menghambat

**Tabel 4.5. Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *A. niger* (dalam mm).**

Kode Isolat	Genus	Rata-rata diameter zona hambat (mm)	Keterangan
ML 1	<i>Penicillum sp.</i>	0	Tidak Menghambat
ML 2	<i>Hormiscium sp</i>	7,3	Menghambat
ML 3	<i>Trichoderma sp.</i>	6	Menghambat
ML 4	<i>Cylindrocephalum sp.</i>	7,3	Menghambat
ML 5	<i>Cephalosporium sp.</i>	5,3	Menghambat
MS 1	<i>Geotricum sp.</i>	19	Menghambat
MS 2	<i>Hormiscium sp.</i>	3,3	Menghambat
MS 3	<i>Aspergillus sp</i>	0	Tidak Menghambat

Berdasarkan tabel 4.4 dan 4.5 di atas, dapat diambil kesimpulan bahwasannya isolat jamur endofit dari daun Mimba mampu menghambat

pertumbuhan jamur uji *C. albicans* dan *A. niger*, sehingga dapat dikatakan jamur endofit dari daun Mimba mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antifungi. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Tan dan Zou (2001) dalam Sugiyanto (2007) yang menyatakan bahwa jamur endofit mampu menghasilkan aktifitas antifungi, antibakteri, hormon pertumbuhan tanaman, insektisida, dll.

Hasil uji aktivitas dari 8 isolat jamur endofit secara *in vitro* terhadap jamur *C. albicans* dan *A. niger* memperlihatkan bahwa ada 6 isolat yang memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan jamur uji, sedangkan 2 isolat jamur yang lain tidak mempunyai kemampuan dalam menghambat dari pada pertumbuhan jamur uji. Tabel 4.4 di atas yang dilakukan uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *C. albicans*, isolat MS1 tampak menghasilkan rata-rata diameter zona hambat tertinggi yaitu 7,3 mm dan isolat MS2 menghasilkan rata-rata zona hambatan terendah yaitu 1,3 mm, sedangkan pada tabel 4.4 yang dilakukan uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *A. niger*, tampak bahwa Isolat MS1 mampu menghasilkan rata-rata diameter zona tertinggi yaitu 19 mm sedangkan isolat MS2 menghasilkan rata-rata zona hambatan terendah yaitu 2,3 mm.

Tabel 4.4 dan 4.5 di atas, menunjukkan bahwa metabolit dari isolat ML1 (*Penicillium* sp.) dan ML4 (*Cylindrocephalum* sp.) serta MS3 (*Aspergillus* sp.) tidak mampu pertumbuhan pertumbuhan jamur, dimana isolat ML1 dan MS3 tidak mampu menghambat kedua jamur uji yaitu *C. albicans* dan *A. niger*, sedangkan ML4 tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* saja.

Ketidakmampuan metabolit dari isolat ML1 (*Penicillium* sp.) dan MS3 (*Aspergillus* sp.) serta ML4 (*Cylindrocephalum* sp.) dalam menghambat organisme lain (jamur uji) diduga disebabkan oleh:

1. Isolat jamur endofit (khususnya isolat ML1 dan MS3) tidak menghasilkan metabolit yang berpotensi sebagai senyawa antifungi
  2. Kecilnya diameter zona hambat, tidak menutup kemungkinan disebabkan karena jamur uji telah mengalami resistensi terhadap antifungi
  3. Pada saat dilakukan pengujian aktivitas metabolit jamur endofit (isolat ML1 dan MS3) belum sempat mengekskresikan metabolitnya karena belum mencapai fase stasioner. Menurut Rahman (1989) dalam Utami (2005), bahwa fungi menghasilkan metabolit sekunder pada fase stasioner di dalam siklus hidupnya.
  4. Metabolit/antibiotik yang dihasilkan isolat ML1 dan MS3 jumlahnya sedikit. Menurut Pelczar dan Chan (1988), bahwa semakin tinggi konsentrasi zat antifungi maka semakin tinggi daya antifunginya
- Zona hambatan yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap

jamur *C. albicans* maupun *A. niger* dapat dilihat pada gambar 4. 10.



A

B

Gambar 4.10. Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap A. jamur *C. albicans* dan B. jamur *A. niger*

Antibiotik yang dihasilkan mikroorganisme termasuk dalam hal ini jamur endofit, dalam melakukan kerjanya menghambat mikroorganisme lain menurut Suwandi (1992) terdapat 4 jalur, yaitu: menghambat sintesis dinding sel, menghambat fungsi selaput sel, menghambat sintesa protein dan menghambat sintesis asam nukleat.

Menurut Entjang (2003), antibiotik merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme yang mempunyai khasiat antifungi. Antibiotika yang ideal sebagai obat harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Mempunyai kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang luas (*broad spectrum antibiotic*)
2. Tidak menimbulkan terjadinya resistensi dari mikroorganisme patogen
3. Tidak menimbulkan pengaruh samping yang buruk pada host
4. Tidak mengganggu keseimbangan flora yang normal dari host seperti flora usus atau flora kulit

**Tabel 4.6 Rata-rata diameter zona hambat yang ditimbulkan metabolit jamur endofit terhadap jamur *C. albicans* dan *A. niger***

Kode Isolat	Rata-Rata Diameter Zona Hambat (mm)	
	<i>C. albicans</i>	<i>A. niger</i>
ML 1	0	0
ML 2	2,3	7,3
ML 3	3,6	6
ML 4	0	7,3
ML 5	4,3	5,3
MS 1	7,3	19
MS 2	1,3	3,3
MS 3	0	0

Tabel 4.6 di atas, isolat jamur endofit yang memiliki rata-rata zona hambat terbesar atau mempunyai metabolit tinggi untuk membunuh jamur *C. albicans* dan

*A. niger* adalah kode isolat MS1 yaitu genus *Geotricum* sp. *Geotricum* sp. memiliki daya untuk membunuh kedua jamur uji, sehingga dari kedelapan jamur endofit yang ditemukan dari daun Mimba tersebut dapat dikatakan jamur endofit dari genus *Geotricum* sp. yang memiliki senyawa daya hambat yang tinggi, sedangkan jamur endofit yang memiliki potensi kecil dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. albicans* dan *A. niger* adalah jamur endofit dengan kode isolat MS2 genus *Hormiscium* sp. dengan rata-rata zona hambat masing-masing 1,3 mm dan 3,3 mm. Kemungkinan isolat MS2 memiliki rata-rata zona hambat sangat kecil disebabkan karena tidak mampu menembus dinding sel yang dimiliki oleh kedua jamur uji tersebut atau tidak menutup kemungkinan jamur *C. albicans* dan *A. niger* mengalami resistensi terhadap jamur endofit *Hormiscium* sp.

Melihat tabel 4.6 di atas, pada uji metabolit jamur endofit terhadap jamur *A. niger* tampak menghasilkan rata-rata diameter zona hambatan lebih luas dari pada rata-rata diameter zona hambat yang ditimbulkan oleh jamur *C. albicans*. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan dinding sel jamur *C. albicans* dan *A. niger*. Menurut Hendrawati (2008), isolat jamur endofit tidak sepenuhnya mampu menembus dinding sel jamur *C. albicans*, kemungkinan disebabkan karena *C. albicans* mempunyai struktur dinding sel yang kompleks, tebalnya 100-400 nm. Komposisi primer terdiri dari glukukan, manan dan khitin. Menurut Segal dan Bavin (1994) dalam Hendrawati menyatakan bahwa dinding sel *C. albicans* terdiri dari lima lapisan yang berbeda, membran protein sel *C. albicans* memiliki aktivitas enzim seperti manan sintase, khitin sintase glukukan sintase, ATPase dan protein yang mentransport fosfat. Membran sterol pada dinding sel memegang peranan

penting sebagai target antimifungi dan kemungkinan merupakan tempat bekerjanya enzim-enzim yang berperan dalam sintesa dinding sel. Oleh sebab itu, rata-rata zona hambat yang ditimbulkan oleh jamur endofit terhadap jamur *C. Albicans* begitu kecil.

Tidak semua jenis jamur endofit (antifungi) di atas mampu menghambat atau membunuh pertumbuhan suatu mikroorganisme lainnya, misal (*C. albicans* dan *A. niger*), sebagai contoh *Cylindrocephalum* sp. berkhasiat untuk menghambat *A. niger* tetapi tidak berkhasiat terhadap pertumbuhan *C. albicans*. bahkan dapat terjadi *A. niger* yang sensitif terhadap *Cylindrocephalum* sp. berubah menjadi resisten terhadap *Cylindrocephalum* sp.

Untuk mencegah terjadinya resistensi maka dalam penggunaan antibiotika perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tidak menggunakan antibiotika secara sembarangan tanpa mengetahui khasiatnya dengan pasti.
2. Tidak memakai antibiotika yang biasa dipakai secara sistemik sebagai obat lokal
3. Pemakaian dosis, cara pakai dan lama pemakaian secara benar pada setiap penyakit infeksi
4. Mengganti dengan segera antibiotika yang dipakai, bila suatu bibit penyakit resisten terhadap antibiotika yang diberikan (Entjang, 2003).

Pernyataan penggunaan antiobiotika yang tepat di atas berhubungan erat dengan firman Allah yang terdapat dalam surat al-Furqan ayat 2 berikut ini:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٥١﴾

Artinya: Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan dia Telah menciptakan segala sesuatu, dan dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya.

Radji (2008) mengungkapkan bahwa jamur endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, sebagai contoh taxol. Senyawa *diterpenoid* merupakan agen antikanker terkenal yang dihasilkan dari kulit batang *Taxus brevifolia*, ternyata dapat dihasilkan oleh kultur jamur endofit *Taxymices abdreae* yang diisolasi dari *Taxus brevifolia* di Montana.

Pernyataan di atas memperkuat bahwa jamur endofit yang berhasil diisolasi dari penelitian ini juga menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan yang dihasilkan inangnya dalam hal ini tumbuhan Mimba (*A. indica* A. Juss). Menurut Sudewo (2004), daun Mimba mengandung bahan aktif berupa flavonoida, azadirachtin dan nimbidin serta fenol. Bahan aktif fenol merupakan zat anti kuman yang kuat, fenol dan derivatnya menyebabkan denaturasi protein pada kuman. Oleh karena itu, besar kemungkinan jamur endofit dari daun Mimba juga mengandung senyawa aktif fenol, selain itu senyawa atau zat aktif lain yang dimiliki oleh daun Mimba yang berpotensi sebagai antifungi antara lain fenol, minyak atsiri, quinon dan alkaloid.

Menurut Ajizah (2004), bahwa minyak atsiri dan etanol kemungkinan dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan jamur yaitu dengan

mengganggu proses terbentuknya membran dan/atau dinding sel, sehingga membran atau dinding sel tersebut tidak terbentuk atau terbentuk tetapi tidak sempurna. Pernyataan ini sangat relevan dengan firman Allah yang mengatakan bahwasannya penciptaan langit dan bumi terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi mereka yang mau berfikir. Sebagaimana firman-Nya di bawah ini:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ  
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*Artinya : Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka. (QS. Al-Imran: 190-191).*

Berdasarkan pengertian ayat di atas, Allah memerintahkan kepada manusia yang telah diberi kelebihan akal untuk meneliti dan mengkaji segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi, karena sesungguhnya setiap sesuatu yang diciptakan oleh Allah terdapat tanda-tanda kekuasaan-Nya bagi mereka yang berakal. Allah menciptakan langit dan bumi bukanlah merupakan suatu hal yang sia-sia, melainkan harus memiliki banyak manfaat dan harus dimanfaatkan. Dengan terungkapnya rahasia-rahasia alam melalui hasil penelitian, selain dapat mempertebal keyakinan akan kebesaran Allah sebagai penciptaan-Nya, juga menambah khasanah pengetahuan tentang alam untuk dimanfaatkan bagi

kesejahteraan manusia. Dengan demikian, telah jelas bahwa hasil dari penelitian ini setidaknya dapat memberikan petunjuk kepada kita semua untuk menemukan alternatif baru dalam pemanfaatan dan pemeliharaan sumber daya hayati yang ada tanpa harus merusaknya yaitu dengan ditemukannya jamur endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman.

Penelitian ini memiliki makna praktis, diharapkan dihasilkan metode baru dalam produksi bahan alam berkhasiat melalui fermentasi jamur endofit hasil dari tanaman inang Mimba (*A. indica* A. Juss). Melalui fermentasi jamur endofit diharapkan dapat diproduksi metabolit sekunder sebagai bahan baku obat antikanker dan antimikroba sesuai dengan karakteristik senyawa kimiawi yang dihasilkan oleh tanaman inangnya yaitu *A. indica* A. Juss. Fermentasi mikroba endofit untuk memproduksi senyawa bioaktif memiliki keuntungan, salah satunya adalah dapat dilakukan secara *reducible* dalam skala industri dengan waktu yang relatif singkat. Melalui jamur endofit yang diperoleh, dapat diproduksi senyawa metabolit berkhasiat obat secara berkesinambungan, tidak merusak tanaman inangnya dan tidak menimbulkan kerusakan ekologis.

Jamur endofit dari daun Mimba sebagai penghasil senyawa antifungi ternyata memberikan manfaat yang begitu besar bagi kehidupan manusia, karena telah diketahui bahwa tanaman Mimba tidak hanya bermanfaat dari sisi luar saja melainkan di dalam jaringan (fungi endofit) juga sangat bermanfaat bagi dunia kesehatan. Diharapkan dari penelitian ini, manusia dapat memanfaatkan tanaman Mimba dengan sebaik mungkin, karena menjaga keseimbangan alam merupakan suatu perbuatan yang wajib untuk kita lakukan sebagai bukti bahwa kita adalah

hamba Allah yang senantiasa bertakwa kepada-Nya. sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Qashash ayat 77.

وَأَبْتَعِ فِي مِمَّا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا  
وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ  
الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya : “Dan carilah pada apa yang Telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah Telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” (Al-Qashash: 77).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah memerintahkan manusia untuk menikmati dan memanfaatkan semua anugerah yang telah diberikan kepada manusia dengan tanpa harus melupakan-Nya dan Allah juga telah memperingatkan manusia untuk berbuat baik kepada orang lain dan melarang manusia berbuat kerusakan di muka bumi ini salah satunya adalah sumber daya alam (tumbuh-tumbuhan), karena sesungguhnya Allah sangat tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

Manfaat jamur ternyata telah lama dikenal pada masa Rasulullah saw. Nabi Muhammad SAW. bersabda yang artinya “Cendawan termasuk anugerah, dan airnya dapat menyembuhkan (sakit) mata.” (HR. Imam Bukhari). Pernyataan Rasulullah SAW. bahwa cendawan adalah anugerah merupakan ungkapan ekspresif bahwa cendawan tumbuh dengan karunia dan anugerah dari Allah SWT, karena cendawan tidak butuh bahan makanan benih atau pengairan, cendawan

juga tidak membutuhkan usaha dan pemeliharaan manusia kecuali hanya ketika mengumpulkannya, dari sinilah ia kemudian dianggap sebagai anugerah (An-Najjar, 2006).

Arti penting ditemukannya mikroorganisme yang mampu memproduksi senyawa berkhasiat (metabolit) dapat mengubah paradigma dalam hal pencarian bahan baku farmasi yang efektif. Melalui jamur endofit yang diperoleh, dapat diproduksi secara fermentasi senyawa metabolit yang berkhasiat obat secara berkesinambungan, kemampuan bereproduksi dalam skala industri, dengan waktu yang relatif singkat, tidak merusak tanaman inangnya yang saat ini sudah mulai langka dan tidak menimbulkan kerusakan ekologis mengingat kebutuhan bahan baku obat yang semakin meningkat baik jumlah maupun macamnya maka potensi sumber daya alam Indonesia khususnya mikroorganisme (jamur endofit) perlu digali dan dikembangkan. Di dunia Internasional penelitian tentang jamur endofit relatif baru, belum banyak penelitian dan publikasi yang dihasilkan, sedangkan di Indonesia sangat besar kekayaan sumber daya hayatinya, sehingga peluang untuk mendapatkan jamur endofit dan metabolit yang bermanfaat masih sangat besar dan menguntungkan (Sugiyanto, 2007).