

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA UMBI
BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA
ANTIBAKTERI TERHADAP
BAKTERI *Streptococcus mutans* DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

oleh:

**NURUL HIDAYAHTI
NIM. 06520043**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2010**

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA UMBI
BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA
ANTIBAKTERI TERHADAP
BAKTERI *Streptococcus mutans* DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada :
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN)
Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :
NURUL HIDAYAHTI
NIM. 06520043**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2010**

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, Al-Rahman Al-Rahim yang selalu mendengarkan segala pinta penulis dan yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan pada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan pada baginda Nabi Besar Nabi Muhammad SAW yang akan memberi syafaat kepada umatnya yang taat, Allohmma Sholli'ala Sayyidina Muhammad Wa'ala Ali Muhammad.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini, penulis tidak akan terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak sehingga terselesaikannya skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang memberikan dukungan serta kewenangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, S.U,DSc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Eko Budi Minarno, M. Pd Selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr. Ulfah Utami, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
6. Ayahanda dan Ibundaku, Ayahanda Hudi dan Ibunda Istiqomah yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi serta nasehat-nasehat dengan penuh keikhlasan, kesabaran serta kasih sayang yang tiada tara sehingga penulis bisa mengenyam pendidikan setinggi ini.
7. Teman-temanku Biologi angkatan 2006 terima kasih untuk semua persahabatan dan kekompakannya.
8. Teman-temanku di wisma arafah terima kasih banyak untuk doa dan dukungannya.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya. Penulis juga berharap semoga bantuan yang telah diberikan kepada penulis diterima disisi-Nya serta mendapat imbalan yang setimpal. Khoirun Nash Anfa'uhum Linnash. Amin.....

Malang, 25 Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| ABSTRAK | viii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 7 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 7 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 7 |
| 1.6 Batasan Masalah | 8 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Bawang putih | 9 |
| 2.2 Manfaat Tanaman Bawang putih | 12 |
| 2.3 Kandungan Kimia Tanaman Bawang putih | 14 |
| 2.4 Fungi Endofit Menghasilkan Metabolit Sekunder | 19 |
| 2.5 Fungi Endofit | 24 |
| 2.6 Bahan Antimikroba | 30 |
| 2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Zat Antimikroba | 35 |
| 2.8 Pengujian Aktivitas Bahan Antimikroba | 36 |
| 2.9 <i>Streptococcus mutans</i> | 37 |
| 2.10 <i>Escherichia coli</i> | 41 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 44 |
| 3.2 Rancangan Percobaan | 44 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 44 |
| 3.3.1 Alat | 44 |
| 3.3.2 Bahan | 45 |
| 3.4 Objek Penelitian | 45 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 45 |
| 3.5.1 Sterilisasi Alat dan Bahan | 45 |
| 3.5.2 Pembuatan Media | 46 |
| A. Media PDAS | 46 |
| B. Media PDB (<i>Potato Dextrose Broth</i>) | 46 |
| C. Media NA (<i>Nutrien Agar</i>) | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.3 Isolasi Jamur Endofit dari Umbi Bawang putih | 47 |
| 3.5.4 Pemurnian Jamur Endofit | 48 |
| 3.5.5 Identifikasi Isolat Jamur Endofit | 48 |
| 3.5.6 Seleksi Jamur Endofit Penghasil Metabolit Sekunder | 49 |
| A. Produktifitas Metabolit Antibakteri | 49 |
| B. Uji Antibakteri Terhadap Bakteri Uji | 50 |
| 3.6 Pengumpulan Data | 50 |
| | |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Isolasi Jamur Endofit pada Umbi Bawang putih | 51 |
| 4.2 Identifikasi Isolat Jamur Endofit pada Umbi Bawang putih | |
| Ranupane | 55 |
| 1. Isolat T12 | 55 |
| 2. Isolat T21 | 56 |
| 3. Isolat T22 | 57 |
| 4. Isolat T31 | 58 |
| 4.3 Identifikasi Isolat Jamur Endofit pada Umbi Bawang putih | |
| Leban..... | 59 |
| 1. Isolat L31 | 59 |
| 2. Isolat L32 | 60 |
| 4.4 Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit pada Umbi Bawang | |
| putih terhadap Bakteri <i>S. mutans</i> dan <i>E. coli</i> | 63 |
| | |
| BAB V PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 72 |
| 5.2 Saran-saran..... | 72 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 73 |
| | |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | 78 |

DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|------|--|---------|
| 4.1. | Hasil isolasi jamur endofit dari umbi bawang putih | 51 |
| 4.2. | Deskripsi bentuk dan warna koloni isolat jamur endofit | 54 |
| 4.3. | Hasil identifikasi jamur endofit dari umbi bawang putih | 62 |
| 4.4. | Rata-rata diameter zona hambat pada uji efektivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri <i>S. mutans</i> (dalam mm)..... | 64 |
| 4.5. | Rata-rata diameter zona jernih/hambat pada uji efektivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri <i>E. coli</i> (dalam mm) | 64 |



DAFTAR GAMBAR

| No. | Gambar | Halaman |
|-----|--|---------|
| 2.1 | Penampang Umbi Bawang putih | 11 |
| 2.2 | Umbi Bawang putih | 11 |
| 2.3 | Struktur Reaksi Kimia Kandungan Umbi Bawang putih..... | 17 |
| 2.4 | Simbiosis Mikroba Endofit dengan Tanaman | 29 |
| 4.1 | Isolat Jamur endofit dari belahan umbi Bawang putih Ranupane (T) pada media PDAS pada suhu 26 ⁰ C | 51 |
| 4.2 | Isolat Jamur endofit dari belahan umbi Bawang putih Leban (L) pada media PDAS pada suhu 26 ⁰ C | 52 |
| 4.3 | Isolat T12 | 56 |
| 4.4 | Isolat T21 | 57 |
| 4.5 | Isolat T22 | 58 |
| 4.6 | Isolat T31 | 59 |
| 4.7 | Isolat L31 | 60 |
| 4.8 | Isolat L32 | 61 |
| 4.9 | Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap A. bakteri <i>S. mutans</i> dan B. Bakteri <i>E. coli</i> | 66 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Lampiran 1. | Diagram Alir Metode Kerja..... | 78 |
| Lampiran 2. | Komposisi bahan yang digunakan | 79 |
| Lampiran 3. | Alat-alat penelitian..... | 80 |
| Lampiran 4. | Diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri <i>S. mutans</i> dan <i>E. coli</i> | 82 |



ABSTRAK

Hidayahti, Nurul. 2010. **Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Umbi Tanaman Bawang putih Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* dan Bakteri *Escherichia coli***. Pembimbing : Dr. Ulfah Utami, M.Si, Pembimbing Agama: Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si

Kata Kunci: Jamur Endofit, Umbi Bawang putih, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*

Bawang putih merupakan tumbuhan terna berumbi lapis, bagian penting dari tanaman ini berupa umbi, yang dapat digunakan sebagai bumbu dapur. Selain itu, umbi bawang putih juga dapat digunakan sebagai obat tradisional, dari segi efektivitas antibakterinya. Bentuk sediaan uji yang dipilih adalah isolat jamur endofit dari bagian umbinya yang ditumbuhkan pada media PDAS, sedangkan bakteri uji yang digunakan berupa bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*. Penggunaan tanaman obat secara berlebihan dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Upaya untuk mengatasi kendala tersebut adalah dengan melakukan isolasi mikroba endofit khususnya jamur endofit yang hidup dalam jaringan tanaman dan mampu menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jamur endofit dari umbi bawang putih yang memiliki potensi sebagai penghasil senyawa antibakteri terhadap bakteri *S. Mutans* dan *E. coli*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang pada bulan Maret sampai Mei 2010. Metode yang digunakan adalah metode eksplorasi dan eksperimen. Penelitian dilakukan dengan cara mengisolasi jamur endofit dari umbi bawang putih yang diperoleh dari Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang dan Leban pada Kecamatan Karangploso, Malang, yang kemudian dilakukan identifikasi terhadap jamur endofit yang tumbuh pada media PDAS. Produksi metabolit sekunder jamur endofit diperoleh dengan metode fermentasi dan diuji aktivitasnya terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* dengan menggunakan metode difusi agar (*Kirby-Bauer*). Bakteri uji yang digunakan diperoleh dari Lab. Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, jamur endofit yang telah diisolasi dan diidentifikasi dari umbi bawang putih mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 6 isolat jamur endofit berhasil diisolasi dari umbi bawang putih (*A. sativum*), yaitu 4 isolat jamur endofit yang diperoleh dari Lumajang dan 2 isolat jamur endofit yang diperoleh dari leban. Hasil uji dari 6 isolat jamur endofit yang ditemukan yakni semua isolat jamur endofit (*A. flavus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *Penicillium* sp.1 dan *Penicillium* sp.2) memiliki potensi bersifat lemah menghasilkan senyawa antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* sedangkan pada bakteri *E. coli* memiliki aktivitas sebagai antibakteri bersifat sedang.

ABSTRACT

Hidayati, Nurul. 2010. **Isolation and Identification of Endophytic Fungi from Plant Garlic Bulbs for Antibacterials Against Bacteria *Streptococcus mutans* and *Escherichia coli* Bacteria**. Advisor: Dr. Ulfah Utami, M. Si, Religion Editor: Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si

Keywords: Endophytic Fungus, Garlic Bulbs, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*

Garlic is a bulbous herb layer plants, an important part of this plant is a tuber, which can be used as an ingredient in the kitchen. In addition, the bulb of garlic can also be used as traditional medicine, in terms of antibacterial effectiveness. Test dosage form is selected endophytic fungi isolated from the tuber is grown on media PDAS, while the samples used in the form of the bacteria *Streptococcus mutans* and *Escherichia coli*. Excessive use of this medicine can be harmful to human health. Efforts to overcome these obstacles is to isolate particular endophytic fungus that live in plant tissues and can produce secondary metabolites in accordance with the host plant. This study aimed to isolate and identify endophytic fungi from garlic bulbs that have potential as producers of antibacterial compounds *S.mutans* and *E. coli*.

This research was conducted at the Laboratory of Microbiology, Faculty of Science and Technology, Islamic University of Malang in March until May 2010. The method used is a method of exploration and experimentation. Research conducted by endophytic fungi isolated from garlic bulbs obtained from the District Senduro Lumajang and Leban on Karangploso District, Malang, who later made the identification of endophytic fungi that grow on the medium PDAS. Production of secondary metabolites of endophytic fungi obtained by the fermentation method and tested its activity against the bacteria *S. mutans* and *E. coli* using the agar diffusion method (Kirby-Bauer). Test bacteria used were obtained from Lab. Microbiology, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

Based on the research that has been done, endophytic fungi have been isolated and identified from the bulbs of garlic has antibacterial activity against the bacteria *S. mutans* and *E. coli*. Results showed that as many as six isolates of endophytic fungi isolated from garlic bulbs (*A. sativum*), namely four endophytic fungal isolates obtained from the perch and two isolates of endophytic fungi obtained from leban. Test results from six endophytic fungal isolates found that all isolates of endophytic fungi (*A. flavus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *Penicillium* sp.1 and *Penicillium* sp.2) has the potential to be weak to produce antibacterial compounds *S. mutans* while in the bacterium *E. coli* has antibacterial activity as the character was.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah ku panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat yang diberikan kepada hamba dan kedua orang tua hamba.

Hidup tidak berjalan mundur dan tidak pula berada di masa lalu, orang tua bagai Sang pemanah telah membidik anak menjadi seperti sekarang, dan ia merenggangkanmu dengan kekuatannya, sehingga anak panah itu dapat menjadikan anak tu'mengenal hidup dan meraih impiannya. Jadikanlah tarikan tangan sang pemanah itu sebagai kegembiraan dan kebanggaan, sebab ketika ia mencintai anak panah yang terbang meraih impian, maka ia juga tak hentinya memanjatkan doa tanpa henti dan besar tenaga yang harus dikeluarkan untuk dapat menyelesaikan karya indah ini.

Dengan kerendahan dan ketulusan hati kupersembahkan karya ini kepada: Ayahanda Hudi dan Ibunda Istiqomah, doa dan restumu yang selalu menyertai setiap langkahku. Tak lupa kesuksesan ini berasal dari Bapak/ibu Guruku/dosen dengan ikhlas mendidik dan membimbingku, Ibu Ulfah Utami dan Ibu Bayyin yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.

Buat kakek dan nenekku, paman serta sepupuku makasih atas doa dan motivasinya Mas Edi, MbK Wita, Mbak Hilda dan staf2 Laboran makasih atas motivasi dan bantuan selama aku melakukan dan menyelesaikan penelitian di Laboratorium mikro. Tak lupa kiranya penghuni wisma Arafah (De' Rina, Novi, Umma, Yuyun, Vina, Mimin, Annisa, Cibon), Mba'2Q (Mba' Rully, Mukhlis, Hellen, Reza) dan penghuni yang setia-setiap saat menemaniQ tu' dapat menyelesaikan tugas akhir ini (mba' Nita dan Lutfi). Serta semua temen-temenku seperjuangan Biologi 06' yang tak bisa ku sebutkan satu per satu Semoga Allah SWT selalu menuntun dan menyertai setiap langkah kita semua

Amin Ya Rabbal Alamin

**SURAT PERNYATAAN
ORISINILITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Nurul Hidayahati

NIM : 06520043

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi

Judul Penelitian : Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Umbi

Bawang putih (*Allium sativum*) sebagai Penghasil Senyawa
Antibakteri terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* dan
Escherichia coli

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 25 Juni 2010 Yang

Membuat Pernyataan



Nurul Hidayahati
NIM. 06520043

MOTTO

وَإِذْ قُلْتُمْ يَا مُوسَىٰ لَنْ نَصْبِرَ عَلَىٰ طَعَامٍ وَاحِدٍ فَادْعُ لَنَا رَبَّكَ يُخْرِجْ
لَنَا مِمَّا تَنْبُتُ الْأَرْضُ مِنْ بَقْلِهَا وَقِثَّائِهَا وَفُومِهَا وَعَدَسِيهَا وَبَصِلِهَا
قَالَ أَسْتَبْدِلُونَ الَّذِي هُوَ أَدْنَىٰ بِالَّذِي هُوَ خَيْرٌ أَهْبَطُوا مِصْرًا
فَإِنَّ لَكُمْ مِمَّا سَأَلْتُمْ ۗ وَضُرِبَتْ عَلَيْهِمُ الذِّلَّةُ وَالْمَسْكَنَةُ وَبَاءُوا بِغَضَبِ
مِّنَ اللَّهِ ۗ ذَٰلِكَ بِأَنَّهُمْ كَانُوا يَكْفُرُونَ بِآيَاتِ اللَّهِ وَيَقْتُلُونَ
النَّبِيَّيْنَ بَغَيْرِ الْحَقِّ ۗ ذَٰلِكَ بِمَا عَصَوْا وَكَانُوا يَعْتَدُونَ ﴿٦١﴾

Artinya: Dan (ingatlah), ketika kamu berkata: "Hai Musa, kami tidak bisa sabar (tahan) dengan satu macam makanan saja. Sebab itu mohonkanlah untuk kami kepada Tuhanmu, agar Dia mengeluarkan bagi kami dari apa yang ditumbuhkan bumi, yaitu sayur-mayurnya, ketimunnya, bawang putihnya, kacang adasnya, dan bawang merahnya". Musa berkata: "Maukah kamu mengambil yang rendah sebagai pengganti yang lebih baik? Pergilah kamu ke suatu kota, pasti kamu memperoleh apa yang kamu minta". Lalu ditimpahkanlah kepada mereka nista dan kehinaan, serta mereka mendapat kemurkaan dari Allah. Hal itu (terjadi) karena mereka selalu mengingkari ayat-ayat Allah dan membunuh para Nabi yang memang tidak dibenarkan. Demikian itu (terjadi) karena mereka selalu berbuat durhaka dan melampaui batas (QS. Al-Baqarah (2): 61).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat yaitu bagian umbi, akar, batang, daun, bunga, biji dan sebagainya. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman berkhasiat sebagai obat berperan dalam menjaga kesehatan dan mengatasi berbagai penyakit. Organisasi kesehatan sedunia (WHO) menetapkan bahwa pengobatan tradisional pada masa kini dan mendatang akan digunakan oleh dua pertiga penduduk dunia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang potensial, berupa tanaman berkhasiat sebagai obat (Wijayakusumo, 2000). Salah satu jenis tanaman digunakan sebagai obat penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri adalah bawang putih (*Allium sativum*).

Minyak atsiri yang terdapat dalam umbi bawang putih memiliki unsur utama berupa zat aliin. Aliin berubah menjadi alisin, ketika umbi bawang putih dihancurkan. Alisin dapat memberikan aroma khas pada umbi bawang putih. Senyawa ini merupakan turunan sulfur yang memiliki daya sebagai senyawa antibakteri terkuat dibanding dengan senyawa lain yakni ajoene yang juga terkandung dalam umbi bawang putih (Kartasapoetra, 1989).

Penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri maupun jamur di negara berkembang termasuk Indonesia masih tinggi. Indonesia melakukan usaha penggunaan antimikroba alternatif untuk mengurangi tingginya penderita penyakit

infeksi (Wijayakusumo, 2000). Salah satu contoh penyakit tersebut adalah karies gigi yang menyebabkan rongga atau lubang pada gigi disebabkan oleh bakteri *Streptococcus mutans* dan penyakit diare yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*.

Allah menciptakan sesuatu yang ada di bumi ini dengan berpasang-pasangan, seperti penciptaan seorang laki-laki dan perempuan, hujan dan panas serta penyakit dengan obat. Allah tidak akan menurunkan suatu penyakit melainkan menurunkan pula (obat) penyembuh bagi penyakit tersebut.

Sebagaimana dari hadits riwayat Bukhari, bahwa Rasulullah bersabda :

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya : *Dari Abu Hurairah R.A, ia berkata: " Rasulullah SAW. telah bersabda : Allah tidak akan menurunkan suatu penyakit, melainkan Dia menurunkan juga obat untuk penyakit itu.*

Apabila ditimpa penyakit, seorang hamba yang mempunyai pemahaman akan hadits di atas, maka hatinya menjadi lembut dan akan merasa kuat disamping rasa harap dan optimis dalam menantikan pertolongan Allah SWT. Jadi, apabila seseorang terkena suatu penyakit diharapkan untuk berobat dan berupaya mencari sebab-sebab kesembuhan, seperti mencari dokter dan pengobatan.

Qayyim al-Jauziyah (1994) mengatakan bahwa setiap penyakit pasti ada obatnya adalah bersifat umum, mencakup segala penyakit dan segala macam obat yang dapat menyembuhkan penderita, karena sesungguhnya Allah telah menyiapkan segala macam obat untuk menyembuhkan penyakit baik penyakit ringan maupun penyakit yang berat. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan

jamur endofit untuk dapat menanggulangi penyakit yang disebabkan oleh bakteri *S. mutans* dan *E. coli*.

S. mutans merupakan bakteri gram positif, bersifat nonmotil (tidak bergerak) dan tergolong bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini tumbuh secara optimal pada suhu sekitar 18 - 40⁰ C. *S. mutans* ditemukan pada rongga gigi manusia yang luka dan menjadi bakteri kondusif yang menyebabkan karies untuk email gigi. *S. mutans* dapat menyebabkan lengket dan mendukung bakteri lain menuju ke email gigi (Nugraha, 2008).

E. coli merupakan bakteri gram negatif dari genus *Escherichia*, yang mampu hidup dalam saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. Bakteri ini bersifat fakultatif aerobik, memiliki lapisan luar lipopolisakarida yang terdiri atas membran dan lapisan peptidoglikan tipis, terletak pada periplasma (diantara lapisan luar dan membran sitoplasmik) (Feliatra, 2002).

Upaya pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri tersebut, dapat memanfaatkan salah satu organisme penghasil antibiotika yaitu fungi endofit. Fungi endofit berdasarkan struktur selnya, merupakan mikroorganisme eukariota yang paling dekat dengan tumbuhan. Sementara itu, tumbuhan merupakan sumber bahan makanan pokok bagi kehidupan manusia dan merupakan organisme yang bisa diterima oleh tubuh manusia sebagai bahan pangan (Agusta, 2009), sehingga penelitian ini hanya membatasi pada kelompok jamur endofit.

Fungi endofit terdapat dalam sistem jaringan tumbuhan seperti daun, ranting atau akar. Kemampuan fungi endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inang sebagai akibat transfer genetik dari

tanaman inangnya ke dalam fungi endofit (Radji, 2008). Dengan demikian, fungi endofit dapat ditemukan dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti pada umbi bawang putih, sehingga tidak perlu mengonsumsi tanaman bawang putih secara berlebihan yang dapat berbahaya bagi kesehatan manusia salah satunya adalah dapat menyebabkan penyakit darah tinggi dan bahaya bagi wanita hamil (Mahmud, 2007).

Potensi fungi endofit sebagai antibakteri disebabkan oleh adanya kemampuan fungi endofit dalam menghasilkan enzim, antibiotik dan metabolit sekunder termasuk senyawa antibakteri berupa *Phomopsichalasin*, *Phomopsichalasin* merupakan metabolit yang diisolasi dari mikroba endofit *Phomopsis* spp. berhasiat sebagai antibakteri *Bacillus subtilis*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*. Jenis endofit yang menghasilkan antibiotika berspektrum luas salah satunya adalah mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman *Grevillea pteridifolia*. Endofit ini menghasilkan metabolit *kakadumycin*. Aktifitas antibakterinya sama seperti *munumbicin* D, dan *kakadumycin* ini juga berkhasiat sebagai anti malaria (Radji, 2005).

Al-Qur'an merupakan sumber ilmu pengetahuan yang memberikan banyak informasi bagi manusia. Di dalam Al-Qur'an dijelaskan bahwa banyak jenis mikroorganisme yang dapat memberikan manfaat salah satunya adalah kandungan kimia aktif dalam fungi endofit yang sesuai dengan tanaman inangnya, sehingga dapat memberikan peluang fungi endofit memproduksi metabolit sekunder (Radji, 2005). Begitu juga, fungi endofit ditemukan pada umbi bawang putih dapat memproduksi senyawa antibakteri, salah satunya berupa aflatoksin dan penisilin

yang menunjukkan tanda-tanda kekuasaan Allah. Sumberdaya hayati yang telah diciptakan Allah SWT pada dasarnya diperuntukkan bagi manusia untuk diolah, digarap dan dimanfaatkan dengan sebaik mungkin. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. Al-Maidah ayat 88 :

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِءِ مُؤْمِنُونَ ﴿٨٨﴾

Artinya : *"Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya"* (Q.S. Al-Maidah :88).

Kemudian dalam Q.S Al An'am:141, Allah SWT berfirman :

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُمُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

Artinya : *"Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebum yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila Dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan"* (Q.S. Al-An'am : 141).

Dari ayat-ayat di atas dapat kita ketahui bahwa Allah SWT dalam penciptaan-Nya selalu memberikan manfaat kepada umat-Nya, seperti telah disebutkan dalam ayat di atas bahwa Allah SWT telah menumbuhkan berbagai

macam tumbuh-tumbuhan sehingga dapat diambil manfaatnya bukan untuk dieksploitasi dan dirusak. Penciptaan langit dan alam semesta ini semuanya adalah untuk kehidupan manusia yang seharusnya dimanfaatkan dan dijaga kelestariannya demi kemaslahatan dan kesejahteraan manusia itu sendiri.

Penggunaan tanaman bawang putih sebagai obat untuk menyembuhkan berbagai jenis penyakit sudah meluas namun masih bersifat tradisional. Menurut Shalikhah (2009), senyawa kimia yang berperan sebagai senyawa antibakteri di dalam bawang putih berupa alisin. Alisin dapat menekan pertumbuhan bakteri yang merugikan dan memberikan peluang bagi pertumbuhan bakteri yang menguntungkan, sehingga tanaman bawang putih penting dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh senyawa antibakteri yang terkandung dalam umbi tanaman tersebut terhadap bakteri uji.

Lingga dan Abubakar (2009), dalam jurnal penelitiannya dapat diketahui bahwa ekstrak umbi bawang putih (*Allium sativum*) mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus* sp. dan *Escherichia coli* dengan menunjukkan zona hambat yang dihasilkan oleh kedua bakteri tersebut. Akan tetapi, penelitian tentang mikroba endofit khususnya jamur endofit dari umbi bawang putih (*A. sativum*) belum banyak dilakukan, oleh karena itu diperlukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi jamur endofit yang mempunyai kemampuan penghasil senyawa antibakteri *S. mutans* dan *E. coli*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dirumuskan masalah yang perlu diteliti, yaitu:

1. Apakah jamur endofit dapat diisolasi dari umbi bawang putih (*A. sativum*) ?
2. Apakah jenis jamur endofit dari umbi bawang putih (*A. sativum*) mempunyai kemampuan sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui hasil isolasi jamur endofit pada umbi bawang putih (*A. sativum*).
2. Untuk mengetahui kemampuan jenis jamur endofit dari hasil isolasi umbi bawang putih (*A. sativum*) sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk:

1. Memberikan informasi tentang keberadaan jamur endofit pada umbi bawang putih (*A. sativum*).
2. Memperbanyak pengetahuan di bidang mikrobiologi atau bidang lainnya, khususnya jamur endofit yang mempunyai potensi sebagai penghasil senyawa antibakteri.

3 Senyawa antibakteri yang didapat, diharapkan nantinya dikembangkan lebih lanjut sehingga bermanfaat untuk menanggulangi penyakit yang disebabkan oleh bakteri *S. mutans* dan *E. coli*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan penelitian yang lebih terarah, maka penelitian ini perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Jamur endofit yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari umbi bawang putih (*A. sativum*) yang diperoleh dari desa Ranupane Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang dan desa Leban Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.
2. Bakteri *S. mutans* dan *E. coli* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.
3. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah diameter zona hambat yang tumbuh di sekitar paper disk.
4. Metabolit antibakteri yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari hasil metabolit jamur endofit.
5. Pada pengujian aktivitas antibakteri, peneliti tidak memperhitungkan kadar konsentrasi dari senyawa antibakteri tersebut.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Syamsuhidayat dan Hutapea (1991), klasifikasi bawang putih (*Allium sativum*) sebagai berikut:

| | |
|---------|-------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Devisi | : Spermatophyta |
| Kelas | : Monocotyledone |
| Ordo | : Liliales |
| Famili | : Liliceae |
| Genus | : Allium |
| Spesies | : <i>Allium sativum</i> |

Bawang putih merupakan tumbuhan terna berumbi lapis atau siung yang bersusun, memiliki batang semu yang terbentuk dari pelepah daun dan termasuk dalam genus *Allium*. Akar bawang putih terdiri dari serabut-serabut kecil, setiap umbi bawang putih terdiri dari sejumlah anak bawang (siung) yang setiap siungnya terbungkus kulit tipis berwarna putih. Bawang putih termasuk tumbuhan daerah dataran tinggi namun di Indonesia jenis tersebut juga dibudidayakan di dataran rendah. Bawang putih berkembang baik pada ketinggian tanah berkisar 200-250 meter di atas permukaan laut (Savitri, 2008).

Daerah produksi tanaman bawang putih umumnya di dataran tinggi, karena varietas-varietas yang ada cocok ditanam antara 600 – 1.100 m di atas permukaan laut (dataran tinggi) sedangkan dataran rendah yang arealnya lebih luas justru jarang terkenal sebagai penghasil bawang putih, karena terbatasnya varietas yang mempunyai daya adaptasi (Sarwadana, 2007).

Di Indonesia, pada ketinggian antara 600-1200 m dpl merupakan daerah yang banyak ditanam tanaman bawang putih seperti di Jawa Timur, Jawa Tengah, Bali dan lain-lain. Tanaman bawang putih di daerah dataran rendah sekitar 100-200 m dpl ternyata hasilnya tidak sebaik di dataran tinggi (Wibowo, 2007).

Tanaman bawang putih merupakan salah satu jenis dari tanaman obat yang banyak memberikan manfaat bagi kesehatan manusia yang menunjukkan tanda-tanda akan kekuasaan Allah SWT, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. As-Syu'araa ayat 7-8 :



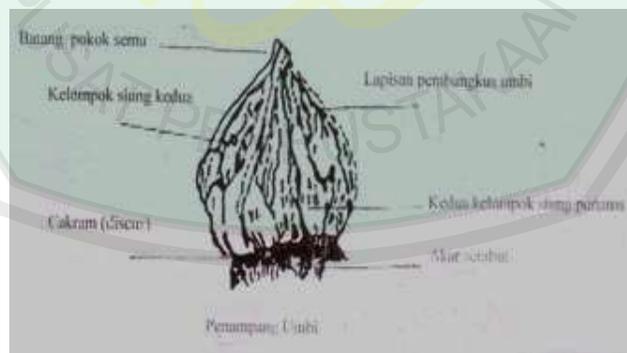
Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah dan kebanyakan mereka tidak beriman”. (QS. Asy-Syu’araa: 7-8).

Ayat di atas menjelaskan tentang keanekaragaman tumbuhan ciptaan Allah SWT, salah satu jenis tanaman tersebut adalah tanaman bawang putih yang memiliki kandungan allisin, merupakan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan

manusia, antara lain dapat menghentikan diare yang disebabkan oleh mikroba (Nurillah, 2000).

Menurut Kartasapoetra (1992), ciri-ciri bawang putih sebagai berikut :

1. Merupakan umbi majemuk dengan bentuk rata-rata hampir bulat, bergaris tengah sekitar 4 sampai 6 cm.
2. Berwarna putih, terdiri dari beberapa siung (8-20 siung), yang seluruhnya terbungkus oleh 3-5 selaput tipis berwarna putih.
3. Tiap siungnya diliputi atau terbungkus pula dalam selaput tipis, selaput luar berwarna mendekati putih dan agak longgar, sedangkan selaput dalam membungkus ketat-melekat pada bagian luar daging siung, berwarna merah jambu yang mudah dilepas atau dikupas. Penampang umbi dan gambar bawang putih masing-masing akan ditunjukkan pada gambar 2.1 dan 2.2 di bawah ini :



**Gambar 2.1. Penampang Umbi Bawang Putih
(Yuniastuti, 2006)**



Gambar 2.2. Umbi Bawang Putih
(Yuniastuti, 2006)

2.2 Manfaat Bawang Putih (*A. sativum*)

Bawang putih memiliki manfaat dan kegunaan yang besar bagi kehidupan manusia. Bagian utama dan paling penting dari tanaman bawang putih adalah umbinya. Pendayagunaan umbi bawang putih selain digunakan sebagai bumbu dapur sehari-hari, juga digunakan sebagai obat tradisional yang memiliki multi khasiat. Dalam industri makanan, umbi bawang putih dijadikan ekstrak, bubuk atau tepung dan diolah menjadi acar (Rukmana, 1994).

Selain itu, bawang putih juga dapat membunuh bakteri, penambahan ekstrak bawang putih pada koloni bakteri menyebabkan terbunuhnya kuman secara cepat dan mencegah pertumbuhan lebih lanjut (Atmadja, 2002). Demikian beberapa manfaat dari khasiat bawang putih, namun jika berlebihan mengonsumsi bawang putih dapat menyebabkan tekanan darah tinggi dan berbahaya bagi wanita hamil. Oleh karena itu, dianjurkan agar mengonsumsi bawang putih secara seimbang (Mahmud, 2007).

Makanan yang baik menurut standar kesehatan adalah yang mengandung cukup gizi, yaitu karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Semuanya harus dikonsumsi secara tepat dan seimbang. Seperti telah diperintahkan Allah SWT dalam Surah Al-A'raaf Ayat 31 yang berbunyi :

﴿يَذَرِيٓءَ آدَمَ خُذُوٓا زَيْتَتِكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوٓا
وَأَشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾ (٣١)

Artinya : “*Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan*” (QS. Al-A’raf: 31).

Walaa Tusrifuu, maksudnya adalah jangan berlebihan dalam makan dan minum. *Israaaf* adalah melampaui batas dari yang semestinya dalam segala sesuatu (Al-Jazairi, 2007).

Al-Jauziyah (2004) dalam Savitri (2008), menjelaskan bahwa bawang putih yang dimasak dapat merusak khasiatnya sebagai obat, tentang hadits yang menyatakan : ”Barangsiapa hendak memakan bawang putih dan bawang merah hendaknya dimasak dengan sempurna”. Hal ini untuk menghindari bahaya dari bahan aktif bawang putih jika dikonsumsi dalam kondisi mentah. Mengonsumsi bawang putih mentah tidak boleh terlalu banyak karena akan menimbulkan beberapa efek yakni dapat menyebabkan pusing dan menimbulkan bau mulut.

2.3 Kandungan Kimia Bawang Putih (*A. sativum*)

Bawang putih mengandung allisin merupakan senyawa kimia yang tumbuh dalam sistem jaringan tumbuhan yakni bagian umbi, ternyata sudah diterangkan dalam surat Al-An'aam ayat 95 yang bunyinya sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَأَنَّىٰ تُؤْفَكُونَ ﴿٩٥﴾

Artinya: "Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?" (Al-An'aam: 95).

Butir tumbuh-tumbuhan yang dimaksud dalam ayat di atas adalah kandungan senyawa kimia dari tumbuhan bawang putih. Savitri (2008), menjelaskan komponen bioaktif terdapat pada bawang putih berupa senyawa sulfida. Senyawa tersebut antara lain dialil sulfida atau dalam bentuk teroksidasi disebut alisin (komponen yang bertanggungjawab terhadap bau dan rasa bawang putih) dan ajoene (bentuk rantai dari gabungan 3 komponen allisin). Allisin memiliki efek antibakteri dan antijamur yang lebih kuat dibanding ajone.

Allah menciptakan segala yang ada di langit dan di bumi dengan beranekaragam, baik jenis maupun manfaatnya. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat An-Nahl ayat 11 :

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: *"Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan"* (An-Nahl ayat 11).

Ayat di atas menjelaskan tumbuhan terdiri dari berbagai macam jenis, setiap jenisnya memiliki manfaat tersendiri berdasarkan kandungan zat aktif yang terdapat di dalamnya, seperti tanaman bawang putih yang mengandung allisin bermanfaat sebagai antibiotik. Manfaat tanaman bawang putih hanya dapat diketahui oleh orang-orang yang mau memikirkan dan mengkaji secara mendalam tentang kandungan pada umbi bawang putih, sehingga dapat mempertebal keyakinan dalam kebesaran Allah SWT dan menambah wawasan akan manfaat keanekaragaman tumbuhan yang berguna untuk kemaslahatan umat manusia.

Bawang putih memiliki dua komponen kimiawi yaitu komponen larut lemak dan komponen larut air. Komponen larut lemak meliputi komponen gugus sulfida yang berbau dan kurang stabil dibanding komponen yang larut air. antara lain *dially sulfide*, *dially disulfide*, *dially trisulfida* dan *allyl metal trisulfida*. Komponen larut air meliputi derivite sistein, termasuk *S-allyl sistein*, *S-allyl sistein*, *metil sistein* serta *gamma-glutamil sistein* (Imada, 1990) dalam (Hadi, 2006).

Umbi bawang putih jika dipotong memberikan bau yang tajam dan khas, karena mengandung minyak atsiri yang terdiri dari senyawa sulfida. Kandungan bawang putih menurut beberapa kepustakaan adalah karbohidrat, protein, lemak, mineral, kalsium, fosfor dan minyak atsiri (cystidine, uridine, guanosine, adenosine) dan senyawa thiosulfat. Selain itu, bawang putih juga mengandung

beberapa senyawa yang bermanfaat seperti scordinin yang dapat mempercepat pertumbuhan tubuh dan sebagai antioksidan. Scordinin memiliki peranan sebagai enzim pendorong pertumbuhan yang efektif dalam proses germinasi dan pengeluaran akar. Jika allisin bekerja untuk memberantas penyakit bagi orang yang memakan bawang putih, maka Scordinin berperan terhadap pertumbuhan dan daya tahan tubuh (Wibowo, 2007).

Zat terkandung dalam tanaman bawang putih utuh adalah zat aliin. Aliin adalah suatu asam amino bersifat tidak stabil dan berupa suatu senyawa belerang yang aktif dengan struktur tidak jenuh. Ketika bawang putih dihancurkan, zat aliin akan terpecah menjadi alisin, amonia dan piruvat. Alisin dapat meningkatkan pertumbuhan dengan cara menekan bakteri yang merugikan dan memberikan peluang pertumbuhan mikroorganisme yang menguntungkan di dalam saluran pencernaan secara optimum sehingga pemanfaatan makanan untuk pertumbuhan dapat maksimum (Sholikhah, 2009).

Allisin adalah zat aktif berupa ikatan asam amino yang terbentuk dari reaksi antara enzim alliinase dan suatu bahan asam amino nonprotein yang disebut dengan alliin. Allisin dapat membunuh kuman-kuman penyakit (bersifat antibakteri). Selain itu, allisin juga dapat membunuh mikroba penyebab tuberkulosis, difteri, tipoid disentri dan gonorrhoe. Allisin berperan ganda dalam membunuh bakteri, yaitu bakteri gram positif maupun gram negatif karena mempunyai gugus amino para amino benzoat (Palungkun dan Budiarti, 2001) dalam (Sholikhah, 2009). Struktur reaksi kimianya ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah ini :



**Gambar 2.3. Struktur Alliin dan Alisin
(Yuniastuti, 2006)**

Allisin merupakan senyawa yang memiliki gugus SO, menyebabkan bau khas pada bawang putih. Allisin bersifat tidak stabil, dimana saat terurai allisin akan mengambil oksigen dari udara dan berubah menjadi bahan kimia yang kaya sulfur (Atmadja, 2002).

Menurut Barnes *et al.* (2002) dalam Sholikhah (2009), hasil uji *in vitro* bawang putih terhadap beberapa bakteri yang sensitif telah menunjukkan hasil yang signifikan. Bakteri yang diujikan adalah *Staphylococcus aureus*, *S. faecalis*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhi*, *Aeromonas*, *Vibrio cholerae* dan *Bacillus subtilis*.

Allisin pertama kali ditemukan oleh C.V. Cacalito pada tahun 1944, zat ini berupa minyak tidak berwarna yang secara kimia tidak stabil dengan dayaguna antibiotik. Menurut Cavalito dalam Watanabe (2001), satu miligram allisin mempunyai daya kemampuan sebanding dengan 15 unit standar penisilin. Allisin juga dapat bergabung dengan protein dan mengubah strukturnya agar protein tersebut mudah dicerna. Kemampuan allisin untuk bergabung dengan protein akan membantu daya antimikrobanya, karena allisin menyerang protein mikroba sehingga menyebabkan mikroba terbunuh.

Allisin bersifat tidak stabil, dimana allisin hanya bertahan sebentar dan mulai berdegradasi pada saat terbentuk. Pada saat terurai, allisin akan mengambil oksigen dari udara dan berubah menjadi bahan kimia yang kaya sulfur, diantaranya ada yang bersifat stabil, tetapi ada juga yang tidak stabil dan akan segera terurai kembali menjadi senyawa sulfur lain (Atmadja, 2002).

Allisin bekerja khusus dengan menghancurkan gugus -SH (gugus sulfidril dan disulfida) yang terikat pada asam amino sistin dan sitein sebagai komponen pembentuk protein yang penting untuk metabolisme sel bakteri dan merupakan gugus esensial proliferasi kuman. Allisin menghambat pertumbuhan kuman dan menyebabkan kematian (Handali, 1988) dalam (Hadi, 2006).

Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri adalah dengan menghambat sintesa protein dalam metabolisme sel. Aktivitas enzim gugus sulfidril allisin berikatan dengan gugus sulfidril sistein bakteri sebagai sisi aktif enzim. Jika ikatan ini terjadi, maka aktivitas enzim bakteri terhambat dan metabolisme bakteri terganggu, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat (Sari, 2006).

Selain itu, bawang putih dapat menghambat pertumbuhan bakteri karena adanya senyawa kimia berupa *ajone*, *allicin*, *allyl methyl ellyl thiosulfinate*. Kombinasi antibiotik yang aktif terdapat pada allicin dan ajone. Allicin bekerja dengan cara merusak membran sitoplasma dari sel bakteri yang berfungsi mengatur masuknya bahan-bahan atau nutrisi yang merupakan tempat ditemukan enzim-enzim. Hal ini dapat menyebabkan terhambatnya sintesa enzim sehingga berakibat terhadap perubahan protein yang terbentuk, maka pembentukan sintesa

protein dan asam nukleat terhambat. Ajone bekerja pada dinding sel dengan cara menghilangkan komponen pada permukaan sel sehingga terjadi penipisan pada dinding sel yang menyebabkan hancurnya organel dalam sel yang mengakibatkan kematian sel bakteri. Ajone juga menyebabkan hancurnya organel dalam sel dan allicin bekerja dalam menghambat pembentukan sintesa protein dan asam nukleat menyebabkan metabolisme sel terganggu, pertumbuhan menjadi terhambat sehingga terjadi kematian pada bakteri (Nurvitasari, 2009).

2.4 Fungi Endofit Menghasilkan Metabolit Sekunder

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tanaman dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan tanaman inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba, salah satunya fungi endofit yang mampu menghasilkan senyawa bioaktif atau metabolit sekunder sebagai akibat transfer genetik dari tanaman inangnya ke dalam fungi endofit (Tan dan Zau, 2001).

Fungi endofit dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, merupakan peluang untuk memproduksi metabolit sekunder dari tanaman inangnya tersebut. Apabila jamur endofit yang diisolasi dari suatu tanaman obat dapat menghasilkan alkaloid atau metabolit sekunder sama dengan tanaman aslinya atau bahkan dalam jumlah yang lebih tinggi, maka kita tidak perlu menebang tanaman aslinya untuk diambil sebagai simplisia yang kemungkinan besar memerlukan waktu puluhan tahun untuk dipanen (Radji, 2005).

Produk metabolit sekunder pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Senyawa yang tergolong metabolit primer adalah polisakarida, protein, lemak dan asam nukleat. Metabolit primer merupakan senyawa-senyawa utama penyusun tanaman (mahluk hidup) yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Radji, 2005).

Metabolit sekunder tanaman obat merupakan salah satu sumber bahan baku obat. Sebagian besar komponen kimia yang berasal dari tanaman yang digunakan sebagai obat atau bahan obat merupakan metabolit sekunder. Secara *in vitro* produksi metabolit sekunder ini dapat dilakukan dengan teknik kultur jaringan (Radji, 2005).

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman pada umumnya mempengaruhi efek fisiologis tanaman. Efek fisiologikal metabolit sekunder digunakan dalam pengobatan penyakit yang diderita oleh manusia, hewan maupun tanaman sendiri. Dengan adanya penemuan tersebut banyak usaha dilakukan untuk mengetahui dan mendapatkan senyawa kimia alami yang paling aktif sebagai senyawa obat dengan berbagai teknik pemisahan dan karakteristik spektral untuk mengetahui struktur kimia yang benar (Purwanti, 2007).

Menurut Mursyidi (1990) dalam Purwanti (2007), menjelaskan ciri-ciri metabolit sekunder antara lain :

1. Struktur kimianya beragam
2. Penyebarannya relatif terbatas
3. Pembentukannya dipengaruhi oleh enzim dan bahan genetik tertentu

4. Proses biosintesisnya dipengaruhi oleh sejumlah dan aktifitas enzim

Penyebaran masing-masing metabolit sekunder pada umumnya terbatas semakin panjang rangkaian reaksi yang diperlukan, semakin terbatas penyebarannya. Sehingga menyebabkan terbatasnya ketersediaan dan jenis enzim dalam suatu organisme (Purwanti, 2007).

Fungi endofit yang diisolasi dari tumbuhan obat akan memiliki aktivitas yang lebih besar, bahkan dapat memiliki aktivitas yang lebih besar dibandingkan aktivitas tumbuhan inangnya. Dilihat dari segi efisiensi, hal ini sangat menguntungkan, karena siklus hidup mikroba endofit lebih singkat dibandingkan siklus hidup tumbuhan inangnya, sehingga dapat menghemat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan senyawa tersebut, dan jumlah senyawa yang diproduksi dapat dibuat dalam skala yang besar dengan menggunakan proses fermentasi (Prihatiningtias, 2006).

Menurut Radji (2005), metabolit sekunder yang diproduksi oleh mikroba endofit yang telah berhasil diisolasi dan dimurnikan serta berdasarkan struktur molekulnya sebagai berikut :

1. Mikroba endofit yang menghasilkan antibiotika Phomopsichalasin adalah anti-bakteri yang dihasilkan oleh mikroba endofit *Phomopsis* spp. yang berhasil diisolasi dari tanaman obat *Grevillea pteridifolia*, dan berhasiat sebagai antibakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Salmonella enterica* dan *Staphylococcus aureus* (Horn WS., et.al., 1995) dalam Radji (2005).
2. Mikroba endofit yang menghasilkan metabolit sebagai antikanker Paclitaxel dan derivatnya merupakan zat yang berkhasiat sebagai

antikanker yang pertama kali ditemukan yang diproduksi oleh mikroba endofit. Paclitaxel merupakan senyawa diterpenoid yang didapatkan dalam tanaman *Taxus*. Senyawa yang dapat mempengaruhi molekul tubulin dalam proses pembelahan sel-sel kanker ini, umumnya diproduksi oleh endofit *Pestalotiopsis microspora*, yang diisolasi dari tanaman *Taxus andreanae*, *T. brevifolia*, dan *T. wallichiana*. Saat ini beberapa jenis endofit lainnya telah dapat diisolasi dari berbagai jenis *Taxus* dan didapatkan berbagai senyawa yang berhasiat sebagai anti tumor yang sintesisnya telah berhasil dilakukan (Strobel GA. *et.al.* 2002) dalam Radji (2005).

3. Mikroba endofit penghasil zat anti malaria *Colletotrichum* sp. Merupakan endofit yang diisolasi dari tanaman *Artemisia annua*, menghasilkan metabolit artemisinin yang sangat potensial sebagai anti malaria (Lu H., *et.al.* 2000) dalam Radji (2005). Beberapa mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman *Cinchona* spp, juga mampu menghasilkan alkaloid cinchona yang dapat dikembangkan sebagai sumber bahan baku obat anti malaria (Simanjuntak P., *et.al.* 2002) dalam Radji (2005).
4. Endofit yang memproduksi antioksidan Pestacin dan isopestacin merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh endofit *P. microspora*. Endofit ini berhasil diisolasi dari tanaman *Terminalia morobensis*, yang tumbuh di Papua New Guinea. Baik pestacin ataupun isopestacin berhasiat sebagai antioksidan, dimana aktivitas ini diduga

karena struktur molekulnya mirip dengan flavonoid (Strobel GA., *et.al.* 2002) *dalam* Radji (2005).

5. Endofit yang menghasilkan metabolit yang berkhasiat sebagai antidiabetes. Endofit *Pseudomassaria* sp. yang diisolasi dari hutan lindung, menghasilkan metabolit sekunder yang bekerja seperti insulin. Senyawa ini sangat menjanjikan karena tidak sebagaimana insulin, senyawa ini tidak rusak jika diberikan peroral. Dalam uji praklinik terhadap binatang coba membuktikan bahwa aktivitasnya sangat baik dalam menurunkan glukosa darah tikus yang diabetes. Hasil tersebut diperkirakan dapat menjadi awal dari era terapi baru untuk mengatasi diabetes dimasa mendatang (Zhang B. *et.al.*, 1999) *dalam* (Radji, 2005).

Mikroba endofit terdiri atas bakteri, fungi/jamur, dan aktinomisetes, namun yang paling banyak ditemukan adalah golongan fungi dan bakteri. Mikroba endofit ini mendapat perhatian besar karena dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat berpotensi sebagai antibiotik disebabkan karena aktivitasnya yang besar dalam membunuh mikroba-mikroba patogen, selain mampu menghasilkan senyawa-senyawa antimikroba, mikroba endofit juga mampu menghasilkan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai antikanker, antimalaria, anti HIV, antioksidan dan sebagainya (Prihatiningtias, 2006).

2.5 Fungsi Endofit

Segala sesuatu di muka bumi ini diciptakan bukan tanpa tujuan melainkan tidak semua tujuan tersebut diketahui oleh semua manusia sehingga harus dipelajari terlebih dulu. Allah SWT berfirman dalam surat Al - Baqarah ayat 26 :

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۚ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

Artinya: "Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, Maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?." dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik" (Al-Baqarah:26).

Ayat di atas terdapat lafadz *fama fauqohaa* yang diartikan sebagai hewan memiliki ukuran yang lebih kecil daripada nyamuk, sehingga dapat dikatakan bahwa hewan yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari nyamuk tersebut antara lain adalah mikroba. Meski keberadaan mikroba tidak dapat dilihat secara langsung, mikroba tertentu ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah mikroba endofit yang dapat menghasilkan zat antimikroba.

Ditinjau dari sisi taksonomi dan ekologi, fungi ini merupakan organisme yang sangat heterogen. Petrini *et al.* (1992) dalam Worang, (2003) mengolongkan fungi endofit dalam kelompok Ascomycotina dan

Deuteromycotina. Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti pada Loculoascomycetes, Discomycetes, dan Pyrenomycetes. Strobell *et al.* (1996) dalam (Worang, 2003), mengemukakan bahwa fungi endofit meliputi genus *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan lain-lain. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Radji, 2005).

Clay (1988) dalam (Worang, 2003) melaporkan, bahwa fungi endofit dimasukkan dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari 5 genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenospora*. Genus *Balansiae* umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tumbuhan inangnya. Dalam simbiosis ini, fungi dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis serta melindungi tumbuhan inang dari serangan penyakit, dan hasil dari fotosintesis dapat digunakan oleh fungi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Penelitian Brunner dan Petrini (1992) yang melakukan seleksi pada lebih dari 80 spora fungi endofit, hasilnya menunjukkan bahwa 75 % fungi endofit mampu menghasilkan antibiotika. Fungi endofit *Xylotropik*, suatu kelompok fungi yang berasosiasi dengan tumbuhan berkayu, juga merupakan penghasil metabolit sekunder. Pada suatu studi perbandingan yang dilakukan terhadap berbagai fungi,

lebih dari 49 % isolat *Xylotropik* yang diuji menunjukkan aktivitas antibiotika, sedangkan fungi pembandingnya hanya 28 % (Petrini *et al.*, 1992).

Fungi endofit juga mampu menghasilkan siklosporin A, yang berpotensi sebagai antifungal dan bahan immunosupresif. Siklosporin dihasilkan oleh strain *Acremonium luzulae* (Fuckel) W. Gams, yang diisolasi dari buah strawberry. Senyawa antibiotika lainnya seperti sefalosporin mulanya dihasilkan oleh satu strain *Cephalosporium* dan *Emericellopsis* (*Acremonium*). Selanjutnya juga ditemukan pada fungi *Anixiopsis*, *Arachnomyces*, *Diheterospora*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis* dan *Spiroidium*. Fungi endofit *Acremonium coenophialum* yaitu yang berasosiasi dengan rumput-rumputan dapat menghambat pertumbuhan patogen rumput *Nigrospora sphaerica*, *Periconia sorghina* dan *Rhizoctonia cerealis* (Worang, 2003).

Asosiasi fungi endofit dengan tumbuhan inangnya, oleh Carrol (1988) dalam (Worang, 2003) digolongkan dalam dua kelompok, yaitu mutualisme konstitutif dan induktif. Mutualisme konstitutif merupakan asosiasi yang erat antara fungi dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini fungi endofit menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara fungi dengan tumbuhan inang, yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jenis ini hanya menginfeksi bagian vegetatif inang dan seringkali berada dalam keadaan metabolisme inaktif pada periode yang cukup lama.

Menurut Kanti (2005), fungi endofit bersifat simbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya. Manfaat yang diperoleh dari tanaman inang yakni

meningkatkan laju pertumbuhan tanaman inang, tahan terhadap serangan hama, penyakit dan kekeringan. Selain itu, fungi endofit dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis dan hasil fotosintesis dapat digunakan oleh fungi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Hubungan yang erat antara fungi endofit dan tanaman inangnya yakni transfer materi genetik satu dengan lainnya.

Potensi fungi endofit yakni dapat menghasilkan enzim, antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan mampu menghasilkan metabolit sekunder termasuk *Aspergillus* sp. menurut dari spesies fungi tersebut seperti *A. flavus* menghasilkan aflatoksin, *A. niger* menghasilkan enzim α -amilase, amiloglukosidase, β -glukosidase, lipase dan okratoksin, *A. oryzae* menghasilkan β -glukosidase, protease dan *A. fumigatus* mampu memproduksi endotoksin. Selain itu, fungi *Penicillium* sp. juga mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa penisilin (Melliawati dan Ferra, 2006). Menurut Pelczar dan Chan (1988), penisilin merupakan agen antibakteri yang dihasilkan oleh jamur dari genus *Penicillium*. Penisilin berfungsi menghambat pembentukan dinding sel bakteri dengan cara mencegah penggabungan asam *N*-asetilmuramat ke dalam struktur mukopeptida yang memberi struktur kaku pada dinding sel bakteri. Bakteri akan mati akibat dinding sel mengalami lisis.

Allah menciptakan segala yang ada di alam semesta ini dan Allah juga menentukan kadar ciptaan-Nya. Dengan ketentuan kadar masing-masing inilah Allah membuat variasi atas ciptaan-Nya sehingga tercipta makhluk dengan

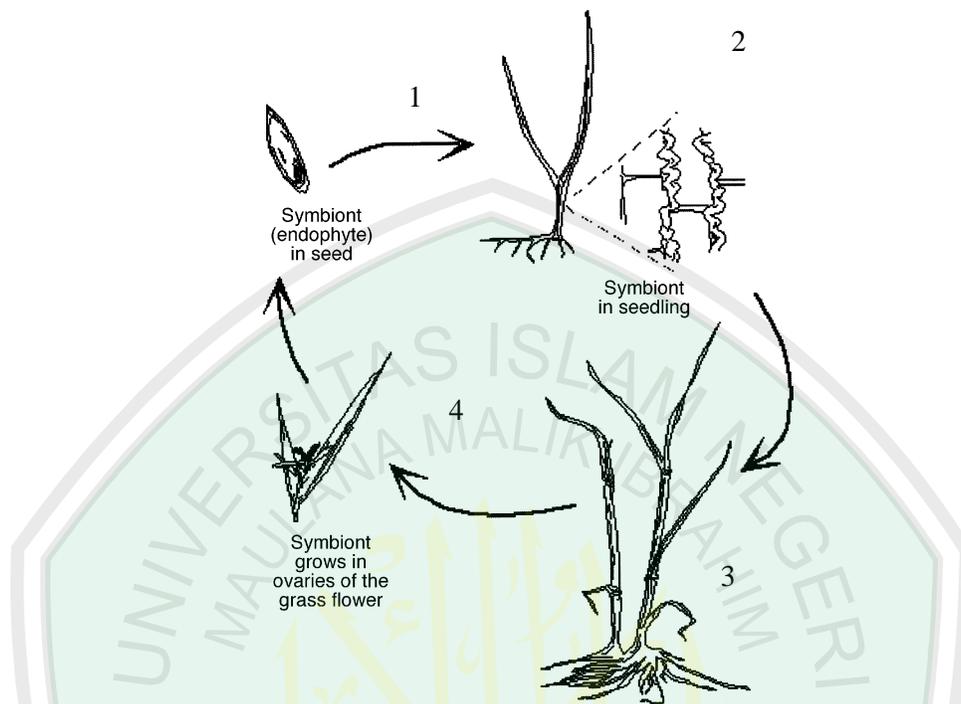
keadaan, karakter dan fungsi masing-masing. Hal ini dijelaskan dalam surat Al-Qamar ayat 49 yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: "Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran" (QS. Al-Qamar:49).

Banyak kelompok fungi endofit yang mampu memproduksi senyawa antimikroba yang aktif melawan bakteri maupun fungi patogenik terhadap manusia, hewan dan tumbuhan, terutama dari genus *Coniothirum* dan *Microsphaeropsis*. Penelitian Dreyfuss *et al.* (1986), menunjukkan aktivitas yang tinggi dari penisilin N, sporiofungin A, B, serta C yang dihasilkan oleh isolat-isolat endofit *Pleurophomopsis* sp. dan *Cryptosporiopsis* sp. yang diisolasi dari tumbuhan *Cardamin heptaphylla* Schulz. Lebih lanjut, suatu penelitian yang dilakukan oleh Tschertter dan Dreyfuss menghasilkan suatu kesimpulan bahwa galur-galur endofit *Cryptosporiopsis* pada umumnya merupakan penghasil senyawa antibiotika berspektrum lebar. Isolat fungi endofit *Xylaria* spp. juga memiliki potensi besar dalam penelitian-penelitian industri farmasi maupun pertanian. Suatu strain *Xylaria* yang diisolasi dari tumbuhan epifit di Amerika Selatan dan Meksiko dilaporkan dapat menghasilkan suatu senyawa antibiotika baru dari kelompok sitokalasin (Worang, 2003).

Adapun simbiosis mikroba endofit dengan tanaman, dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Simbiosis Mikroba Endofit dengan Tanaman. 1. Simbiosis Endofit pada biji atau benih tanaman, di mulai dengan proses adaptasi, 2-3. Simbiosis mikroba endofit berlangsung dari proses persemaian hingga tanaman mengalami kematian, 4. Selain pada biji, endofit juga melakukan simbiosis pada ovari bunga tanaman (Tan dan Zou, 2001).

Fungi endofit merupakan organisme hidup berukuran mikroskopis yang hidup di dalam jaringan tanaman, daun, akar, buah, dan batang. Fungi ini hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa fungi endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Tan RX dkk, 2001 dalam Radji, 2005).

2.6 Bahan Antimikroba

Bahan antimikroba digunakan sebagai bahan untuk menghambat pertumbuhan dan metabolisme mikroba (Pelczar dan Chan, 1988). Secara umum istilah antimikroba merupakan bahan penghambat pertumbuhan mikroorganisme, bila digunakan dalam menghambat kelompok organisme khusus maka sering digunakan istilah seperti antibakterial atau antifungal. Antimikroba adalah komposisi kimia yang berkemampuan dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan mikroorganisme (Utami, 2005).

Antibiotik merupakan substansi yang dihasilkan oleh mikroba-mikroba tertentu, dan dalam jumlah yang sangat kecil dapat membunuh mikroba penyebab penyakit (mikroba patogen). Namun sekarang banyak dijumpai mikroba patogen yang sudah mengalami resistensi/kekebalan terhadap antibiotik yang telah ada dan biasa digunakan untuk mengobati penyakit. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya penggunaan antibiotik yang berlebihan atau penggunaan antibiotik dengan dosis yang kurang tepat di masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan antibiotik baru yang dapat membunuh mikroba-mikroba patogen secara efektif (Prihatiningtias, 2008). Menurut Pelczar dan Chan (1988) menjelaskan bahwa syarat-syarat bahan antimikroba sebagai berikut :

1. Kemampuan mematikan mikroorganisme
2. Mudah larut
3. Bersifat stabil
4. Tidak bersifat racun bagi manusia maupun hewan yang lain
5. Homogen

6. Efektif pada suhu kamar ataupun pada suhu tubuh
7. Tidak menimbulkan karat dan warna
8. Berkemampuan untuk menghilangkan bau yang kurang sedap
9. Mudah didapat dan harganya murah.

Menurut Fardiaz (1992), menyatakan bahwa pemilihan bahan antimikroba perlu memperhatikan :

- a. Sifat mikrosidal, yaitu dapat membunuh jasad renik
- b. Sifat mikostatik, yaitu dapat menghambat pertumbuhan jasad renik
- c. Kecepatan penghambatan, yaitu bahwa komponen kimia mempunyai kecepatan membunuh atau menghambat yang berbeda-beda terhadap jasad renik.

Antibiotik tidak hanya dapat membunuh bakteri penyebab penyakit melainkan juga dapat membunuh seluruh bakteri dalam tubuh kita, termasuk yang menguntungkan. Keadaan ini menimbulkan masalah berupa kolonisasi bakteri merugikan pada daerah yang asalnya dihuni oleh bakteri yang menguntungkan, akibatnya setelah pengobatan antibiotik pasien mengalami infeksi seperti Candida dan sebagainya. Hal ini ditandai oleh munculnya gejala berupa bercak-bercak putih pada mulut dan tenggorok (Atmadja, 2002).

Bawang putih mempunyai cara kerja yang berbeda dengan antibiotik. Pengobatan menggunakan bawang putih yang dibasmi hanya bakteri sifatnya merugikan, sedangkan bakteri yang menguntungkan tetap utuh, hanya berubah menjadi bentuk inaktif dan menunggu saat yang tepat untuk berbiak lagi. Maka, setelah selesai pengobatan menggunakan bawang putih, kuman ini akan berbiak

lagi di tempatnya semula dan bakteri juga tidak akan menjadi resisten terhadap bawang putih. Hal ini terjadi akibat adanya senyawa sulfur yang terkandung di dalam bawang putih (Atmadja, 2002).

Menurut Pelczar dan Chan (1988), cara kerja zat antimikroba dalam melakukan efeknya terhadap mikroorganisme adalah sebagai berikut :

a. Merusak dinding sel

Pada umumnya bakteri memiliki suatu lapisan luar yang kaku disebut dinding sel. Dinding sel ini berfungsi untuk mempertahankan bentuk dan menahan sel, dinding sel bakteri tersusun atas lapisan peptidoglikan yang merupakan polimer kompleks yang terdiri atas rangkaian asam N-asetil glukosamin dan asam N-asetilmuramat yang tersusun secara bergantian. Keberadaan lapisan peptidoglikan ini menyebabkan dinding sel bersifat kaku dan kuat sehingga mampu menahan tekanan osmotik dalam sel yang kaku. Struktur dinding sel dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukannya atau dengan mengubahnya setelah selesai dibentuk. Pada konsentrasi rendah, bahan antimikroba yang ampuh akan menghambat pembentukan ikatan glikosida sehingga pembentukan dinding sel baru terganggu. Selanjutnya dijelaskan bahwa pada konsentrasi tinggi bahan antimikroba akan menyebabkan ikatan glikosida menjadi terganggu dan pembentukan dinding sel terhenti.

Dinding sel bakteri menentukan bentuk karakteristik dan berfungsi melindungi bagian dalam sel terhadap perubahan tekanan osmotik dan kondisi lingkungan lainnya. Didalam sel terdapat sitoplasma dilapisi dengan membran sitoplasma yang merupakan tempat berlangsungnya bakteri gram positif, struktur

dinding selnya relatif sederhana dan gram negatif lebih kompleks. Dinding sel bakteri gram positif tersusun atas lapisan peptidoglikan relatif tebal, dikelilingi lapisan teichoic acid dan pada beberapa spesies memiliki lapisan polisakarida. Dinding sel bakteri gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan relatif tipis dikelilingi lapisan lipoprotein, lipopolisakarida, fosfolipid dan beberapa protein. Peptidoglikan kedua jenis bakteri merupakan komponen yang menentukan rigiditas pada gram positif dan berperan pada integritas gram negatif. Oleh karena itu, gangguan pada sintesis komponen ini menyebabkan sel lisis dan dapat menyebabkan kematian sel. Antibiotik merusak dinding sel mikroba dengan menghambat sintesis enzim/inaktivasi enzim, akan menyebabkan hilangnya viabilitas dan sering menyebabkan sel lisis (Suwandi, 1992).

Penyebab terhambatnya dinding sel bakteri yang terdiri polipeptidoglikan, yaitu suatu kompleks polimer mukopeptida (glikopeptida), karena tekanan osmotik dalam sel bakteri lebih tinggi daripada di luar sel maka kerusakan dinding sel bakteri akan menyebabkan lisis.

b. Merubah protein dan asam nukleat

Kelangsungan hidup sel sangat tergantung pada molekul-molekul protein dan asam nukleat. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel (Pelezar dan Chan, 1988). Bahan antimikroba yang dapat mendenaturasi protein dan asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki lebih lanjut.

c. Merubah permeabilitas sel

Sitoplasma dibatasi oleh selaput yang disebut membran sel yang mempunyai permeabilitas selektif, membran ini tersusun atas fosfolipid dan protein. Membran sitoplasma berfungsi mengatur keluar masuknya bahan-bahan tertentu dalam sel. Proses pengangkutan zat-zat yang lebih diperlukan baik kedalam maupun keluar sel kemungkinan karena didalam membran sel terdapat protein pembawa (carrier), di dalam membran sitoplasma juga terdapat enzim protein untuk mensintesis peptidoglikan komponen membran luar. Apabila fungsi membran sel terganggu oleh adanya bahan antimikroba, maka permeabilitas sel bakteri akan mengalami perubahan, sehingga akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau kematian sel .

d. Menghambat kerja enzim

Di dalam sel terdapat enzim protein yang membantu kelangsungan proses-proses metabolisme, banyak zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimia misalnya logam berat, golongan tembaga, perak, air raksa dan senyawa logam berat lain, umumnya efektif sebagai bahan antimikroba pada konsentrasi relatif rendah. Dengan demikian kerja enzim yang terhambat akan menyebabkan proses metabolisme terganggu, sehingga aktifitas sel bakteri akan terganggu, hal ini dapat menyebabkan sel bakteri hancur dan akan mati.

e. Menghambat sintesa DNA, RNA, dan protein

DNA, RNA, dan protein memegang peranan penting dalam proses kehidupan normal sel, beberapa bahan antimikroba dalam bentuk antibiotik dapat menghambat sintesis protein. Apabila keberadaan DNA, RNA dan protein

mengalami gangguan atau hambatan pada pembentukan atau fungsi zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sel sehingga proses kehidupan sel terganggu.

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Zat Antimikroba

Menurut Pelczar dan Chan (1988), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerja bahan antimikroba sebagai berikut :

- a. Konsentrasi atau intensitas bahan antimikroba, makin tinggi konsentrasi bahan antimikroba maka semakin tinggi daya penghambatan atau daya bunuhnya (sampai batas tertentu).
- b. Sifat bahan antimikroba, terdapat golongan / bahan yang memiliki kemampuan bekerja relatif cepat dalam menghambat atau mematikan mikroorganisme dan ada yang memiliki aktivitas relatif sangat lambat.
- c. Jumlah, macam, umur dan kondisi mikroorganisme atau jasad yang dikenai, menghambat atau membunuh mikroorganisme dalam jumlah besar lebih sukar daripada mikroorganisme dalam jumlah kecil.
- d. Keasaman dan kebasahan (pH), mikroorganisme yang terdapat pada bahan dengan asam dapat dibasmi pada suhu yang lebih rendah dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan mikroorganisme yang sama dalam lingkungan basa.
- e. Suhu dan waktu, kenaikan suhu yang sedang secara besar dapat menaikkan keefektifan suatu bahan antimikroba. Setiap kenaikan 10^0 C dapat menyebabkan penggandaan angka kematian. Mikroorganisme yang berada cukup lama dalam bahan anti mikroba akan terhambat pertumbuhannya atau dapat mati, sebab

waktu memberikan kontribusi dalam peresapan bahan antimikroba kedalam sel mikroorganisme.

2.8 Pengujian Aktivitas Bahan Antimikroba

Menurut Tortora *et al.*, (2001), pengujian aktivitas bahan antimikroba secara *in vitro* dapat dilakukan melalui dua cara yaitu:

1. Metode Dilusi

Cara ini digunakan untuk menentukan KHM (kadar hambat minimum) dan KBM (kadar bunuh minimum) dari bahan antimikroba. Prinsip dari metode dilusi adalah menggunakan satu seri tabung reaksi yang diisi medium cair dan sejumlah tertentu sel mikroba yang diuji. Selanjutnya masing-masing tabung diisi dengan bahan antimikroba yang telah diencerkan secara serial, kemudian seri tabung diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18-24 jam dan diamati terjadinya kekeruhan konsentrasi terendah bahan antimikroba pada tabung yang ditunjukkan dengan hasil biakan yang mulai tampak jernih (tidak ada pertumbuhan jamur adalah merupakan konsentrasi hambat minimum). Biakan dari semua tabung yang jernih ditumbuhkan pada medium agar padat, diinkubasi selama 24 jam, dan diamati ada tidaknya koloni jamur yang tumbuh. Konsentrasi terendah obat pada biakan pada medium padat yang ditunjukkan dengan tidak adanya pertumbuhan jamur adalah merupakan konsentrasi bunuh minimum bahan antimikroba terhadap jamur uji.

2. Metode Difusi Cakram (Uji Kirby-Bauer)

Prinsip dari metode difusi cakram adalah menempatkan kertas cakram yang sudah mengandung bahan antimikoba tertentu pada medium lempeng padat yang telah dicampur dengan jamur yang akan diuji. Medium ini kemudian diinkubasi pada suhu 37° C selama 18-24 jam, selanjutnya diamati adanya area (zona) jernih disekitar kertas cakram. Daerah jernih yang tampak di sekeliling kertas cakram menunjukkan tidak adanya pertumbuhan mikroba. Jamur yang sensitif terhadap bahan antimikroba akan ditandai dengan adanya daerah hambatan disekitar cakram, sedangkan jamur yang resisten terlihat tetap tumbuh pada tepi kertas cakram.

2.9 *Streptococcus mutans*

Menurut Nugraha (2008), taksonomi *Streptococcus mutans* sebagai berikut:

Kingdom : Monera
Divisi : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Lactobacilalles
Famili : Streptococcaceae
Genus : Streptococcus
Spesies : *Streptococcus mutans*.

S. mutans merupakan bakteri gram positif, bersifat nonmotil (tidak bergerak) dan termasuk bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini memiliki bentuk kokus, tumbuh secara optimal pada suhu sekitar 18° - 40° C. *S. mutans* ditemukan pada rongga gigi manusia yang luka dan menjadi bakteri yang paling kondusif menyebabkan karies untuk email gigi (Nugraha, 2008). Bakteri ini berkembang biak pada suhu 37° C selama 48 jam di media selektif. Di dalam mulut, bakteri ini dapat hidup bila terdapat permukaan padat seperti gigi atas (Yulineri, 2006).

S. mutans bersifat asidogenik yaitu menghasilkan asam, asidodurik, mampu tinggal pada lingkungan asam dan menghasilkan suatu polisakarida yang lengket disebut dextran. Oleh karena kemampuan ini, *S. mutans* bisa menyebabkan lengket dan mendukung bakteri lain menuju ke email gigi, lengket mendukung bakteri - bakteri lain, pertumbuhan bakteri asidodurik yang lainnya dan asam melarutkan email gigi (Nugraha, 2008).

Penyakit yang disebabkan bakteri tersebut adalah karies gigi, beberapa hal yang menyebabkan karies gigi bertambah parah adalah seperti gula, air liur dan juga bakteri pembusuknya. Setelah memakan sesuatu yang mengandung gula, terutama adalah sukrosa dan bahkan setelah beberapa menit penyikatan gigi dilakukan, glikoprotein yang lengket (kombinasi molekul protein dan karbohidrat) bertahan pada gigi untuk mulai pembentukan plak pada gigi. Pada waktu yang bersamaan berjuta-juta bakteri yang dikenal sebagai *S. mutans* juga bertahan pada glycoprotein itu. Walaupun, banyak bakteri lain yang melekat, hanya *S. mutans* yang dapat menyebabkan rongga atau lubang pada gigi (Nugraha, 2008).

Pada langkah selanjutnya, bakteri menggunakan fruktosa dalam suatu metabolisme glikolisis untuk memperoleh energi. Hasil akhir dari glikolisis di bawah kondisi-kondisi anaerob adalah asam laktat. Asam laktat ini menciptakan kadar keasaman yang ekstra untuk menurunkan pH dalam jumlah tertentu menghancurkan zat kapur fosfat di dalam email gigi untuk mendorong ke arah pembentukan suatu rongga atau lubang (Nugraha, 2008).

S. mutans yang ditanam pada *blood agar* mempunyai karakteristik sebagai berikut, yaitu ukuran koloni 0,5-1 mm, berwarna abu-abu *translucent* hingga putih, permukaan koloni kasar dengan konfigurasi radial, melekat erat pada agar, biasanya membentuk α hemolisa atau non hemolisa akan tetapi ada *strain* yang membentuk β hemolisa. Pada medium yang mengandung sukrosa menghasilkan polisakarida ekstra seluler, mempunyai karakteristik *opaque*, kasar, koloni berwarna putih, tidak melekat erat pada medium, di sekitar koloni dibasahi produk polimer glukon. *S. mutans* ini termasuk anaerob fakultatif tetapi tumbuh optimum pada kondisi anaerob (Rahardjo dan Indah, 2004).

S. mutans menghasilkan dua enzim, yaitu glikosiltransferase dan fruktosiltransferase. Enzim-enzim ini bersifat spesifik untuk substrat sukrosa yang digunakan untuk sintesa glukon dan fruktan. Pada metabolisme karbohidrat, enzim glikosiltransferase menggunakan sukrosa untuk mensintesa molekul glukosa dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari ikatan glukosa alfa (1-6) dan alfa (1-3) (Michalek dan Mc Ghee, 1982) dalam (Pratama, 2005). Ikatan glukosa alfa (1-3) bersifat sangat pekat seperti lumpur, lengket dan tidak larut dalam air. Kelarutan ikatan glukosa alfa (1-3) dalam air sangat berpengaruh terhadap

pembentukan koloni *S. mutans* pada permukaan gigi. Ikatan glukosa alfa (1-3) berfungsi pada perlekatan dan peningkatan koloni bakteri ini dalam kaitannya dengan pembentukan plak dan terjadinya karies gigi. (Roeslan dan Melanie, 1988) dalam (Pratama, 2005).

Secara umum *S. mutans* dikenal kemampuannya untuk ; mensintesis polisakarida ekstraseluler dari sukrosa, mengalami agregasi sel ke sel ketika bercampur dengan sukrosa atau dekstran, dapat berkembang dalam lingkungan yang mengandung antibiotik sulfadimentin dan bacitracin serta dapat memfermentasi manitol dan sorbitol. Sedangkan secara khusus *S. mutans* memiliki sifat dapat bertahan hidup dalam lingkungan yang bersifat asam (asidurik) serta dapat menghasilkan asam (asidogenik). Bakteri ini juga memanfaatkan enzim dekstransukrase untuk mengubah sukrosa menjadi dekstran (polisakarida perekat ekstraseluler/pelikel). Melalui pelikel ini bakteri membuat kolonisasi awal di permukaan gigi dan membentuk lapisan dasar untuk formasi dari kompleks biofilm (sekelompok mikroorganisme, yang melekat ke suatu permukaan padat dalam lingkungan perairan), yang dikenal sebagai plak gigi. Sukrosa adalah jenis gula yang dapat dimanfaatkan oleh *S. mutans* untuk membentuk pelikel. Sebaliknya, banyak jenis gula seperti glukosa, fruktosa, laktosa dan sukrosa dapat dicerna oleh *S. mutans* untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir. Kombinasi dari kedua hal ini dapat mengarah pada pembentukan karies gigi (Pratama, 2005).

2.10 *Escherichia coli*

Klasifikasi bakteri *Escherichia coli* menurut Bergey's (2005) sebagai berikut:

| | |
|---------|---------------------------|
| Kingdom | : Bakteria |
| Filum | : Proteobacteria |
| Kelas | : Gammaproteobacteria |
| Ordo | : Enterobacteriales |
| Familia | : Enterobacteriaceae |
| Genus | : <i>Escherichia</i> |
| Spesies | : <i>Escherichia coli</i> |

E. coli merupakan bakteri gram negatif yang ditemukan di danau, sungai dan laut berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas serta perairan yang terkontaminasi oleh limbah bersifat organik, memiliki ukuran sel dengan panjang 2,0 – 6,0 μm dan lebar 1,1 – 1,5 μm , tidak ditemukan spora, bersifat fakultatif aerobik. Bakteri ini memiliki kapsula atau mikrokapsula terbuat dari asam – asam polisakarida, memproduksi macam – macam fimbria atau pili. Fimbria merupakan rangkaian hidrofobik dan mempunyai pengaruh panas atau organ spesifik yang bersifat adhesi, mempunyai tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling sedikit banyak di bawah keadaan anaerob. Pertumbuhan bakteri yang baik terhadap suhu optimal 37 $^{\circ}\text{C}$ pada media yang mengandung 1% peptone sebagai sumber karbon dan nitrogen (Feliatra, 2002).

E. coli mengandung enzim yang peka terhadap penisilin yakni enzim *transpeptidase* dan enzim *D-alanine carboxypeptidase*. Sifat resisten terhadap penisilin disebabkan target kerja yang melibatkan kerusakan dinding sel bakteri yakni dengan menghambat sintesis peptidoglikan. Membran dalam tersusun oleh peptidoglikan 1-10% dari dinding sel dan lipoprotein sedangkan membran luar tersusun atas lipoprotein 30%, fosfolipid 20-25 %, protein 40-45 % yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap lingkungan luar terhadap aksi antibiotik sehingga penisilin lebih sulit untuk mencapai target kerja. Resistensi yang terjadi diakibatkan oleh perubahan permeabilitas selubung sel mikroba, mekanisme kerjanya yaitu dengan menghambat sintesis protein pada ribosom, caranya dengan menghambat pemasukan aminoasil t-RNA pada fase pemanjangan (Azizah, 2002).

Menurut Feliatra (2002), *E. coli* menyebabkan diare dapat diklasifikasikan berdasarkan ciri khas menimbulkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda, antara lain:

a. *E. Coli Enteropatogenik* (EPEC)

Penyebab penting diare pada bayi, khususnya di Negara berkembang. EPEC melekat pada sel mukosa. Akibat dari infeksi EPEC adalah diare cair yang biasanya sembuh sendiri tetapi dapat juga kronik. Diare EPEC dapat diperpendek dengan pemberian antibiotik. Diare ini terjadi pada manusia, kelinci, anjing, kucing dan kuda. Seperti ETEC, EPEC juga menyebabkan diare tetapi mekanisme molekular dari kolonisasi dan etiologi adalah berbeda. EPEC sedikit fimbria, ST dan LT toksin, tetapi EPEC menggunakan adhesin yang dikenal sebagai intimin

untuk mengikat inang sel usus. Sel EPEC invasive (jika memasuki sel inang) dan menyebabkan radang.

b. *E. Coli Enterotoksigenik (ETEC)*

Faktor kolonisasi ETEC menimbulkan pelekatan ETEC pada sel epitel usus kecil. Lumen usus terengang oleh cairan dan mengakibatkan hipermotilitas serta diare dan berlangsung selama beberapa hari. Beberapa strain ETEC menghasilkan eksotosin yang tidak tahan panas. Ketika timbul diare, pemberian antibiotik dapat secara efektif mempersingkat lamanya penyakit. Diare tanpa disertai demam ini terjadi pada manusia, babi, domba, kambing, kuda, anjing, dan sapi. ETEC menggunakan fimbrial adhesi (penonjolan dari dinding sel bakteri) untuk mengikat sel – sel enterosit di usus halus. ETEC dapat memproduksi 2 proteinous enterotoksin yakni dua protein yang lebih besar, LT enterotoksin sama pada struktur dan fungsi toksin kolera hanya lebih kecil, ST enterotoksin menyebabkan akumulasi cGMP pada sel target dan elektrolit dan cairan sekresi berikutnya ke lumen usus. ETEC strains tidak invasive dan tidak tinggal pada lumen usus.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret sampai Mei 2010, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi dan eksperimen. Penelitian eksplorasi dengan cara mengisolasi jamur endofit pada umbi bawang putih (*Allium sativum*) yang diperoleh dari dua tempat yang berbeda yaitu dari Desa Ranupane Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang dan Desa Leban Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, eksperimen dengan menguji isolat jamur endofit terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli* untuk mengetahui daya antibakteri.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laminar flow cabinet, autoklaf, oven, cawan petri, jarum ose, bunsen, kompor gas, pengaduk kaca, entkas, pinset, kertas saring, incubator, aluminium voil, mikroskop, cover glass, gelas obyek, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volume,

erlenmeyer, penggaris, botol media, shaker incubator, sentrifugasi, timbangan analitik dan silet.

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media NA, PDAS (*Potato Dextrose Agar Streptomycin*), media PDB (*Potato Dextrose Broth*), media PDA (*Potato Dextrose Agar*), larutan NaOCl (*Sodium Hipoklorit*)1%, bawang putih (*A. sativum*), aquades steril, spiritus, biakan *S. mutans* dan *E. coli*, alkohol 70 %, kertas cakram, tissue dan kapas.

3.4 Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- 3.4.1 Jamur endofit diisolasi dari bawang putih (*A. sativum*) yang diperoleh dari Desa Ranupane Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang dan Desa Leban Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.
- 3.4.2 Bakteri *S. mutans* dan *E. coli* yang diperoleh dari Lab. Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi alat dan bahan dengan cara membungkus alat-alat dengan aluminium foil, kemudian memasukkannya ke dalam autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi (*per square inchi*) selama 15 menit.

3.5.2 Pembuatan Media

a. Media PDAS, cara pembuatannya sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan yang terdiri dari kentang 1 kg, dekstrosa 20 gram, agar 15 gram, streptomycin 1 gram, dan aquades steril 1000 ml.
2. Memasukkan semua bahan tersebut ke dalam labu erlenmeyer kemudian dipanaskan dan diaduk sampai homogen.
3. Kemudian memasukkannya ke dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi.
4. Setelah itu menuangkan larutan PDAS tersebut ke dalam cawan petri dengan ketebalan media \pm 5 ml dan ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 4 ml (untuk media miring) dan menutupnya dengan kapas, kemudian dibiarkan sampai membeku.
5. Membiarkan media tersebut selama 24 jam pada suhu kamar sebelum digunakan.

b. Media PDB (Potato Dextrose Broth), cara pembuatannya sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan yang terdiri dari kentang 200 gram, dextro 20 gram dan aquades steril 1000 ml.
2. Memasukkan semua bahan tersebut ke dalam labu erlenmeyer kemudian dipanaskan dan diaduk sampai homogen.
3. Kemudian memasukkannya ke dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi.
4. Menuangkan larutan PDB tersebut ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 4 ml dan menutupnya dengan kapas.

5. Membiarkan media tersebut selama 24 jam pada suhu kamar sebelum digunakan.

c. Media NA (Nutrien Agar), cara pembuatannya sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan yang terdiri dari beef ekstrak 3 gram, bacto pepton 5 gram, agar padat 15 gram dan aquades 1000 ml.
2. Memasukkan semua bahan tersebut ke dalam labu erlenmeyer kemudian dipanaskan dan diaduk sampai homogen.
3. Media miring dan media lempeng disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 15 psi.
4. Menuangkan larutan NA tersebut ke dalam cawan petri dengan ketebalan media \pm 5 ml, kemudian didiamkan sampai membeku.
5. Membiarkan media tersebut selama 24 jam pada suhu kamar sebelum digunakan.

3.5.3 Isolasi Jamur Endofit dari Bawang Putih

Jamur endofit diisolasi dari bawang putih. Umbi bawang putih dipotong dan diiris tipis sepanjang \pm 1 cm lalu dicuci dengan air mengalir selama 5 menit. Setelah pencucian, dilakukan sterilisasi permukaan dengan memasukkannya ke dalam larutan alkohol 70 % selama 2 menit, dilanjutkan ke dalam larutan NaOCl 1 % selama 2 menit kemudian dikeringkan dengan tissue steril. Setelah itu dibilas dengan aquadest steril \pm 1 menit diulang dua kali, lalu ditempelkan di atas cawan petri yang berisi media PDAS (kontrol steril). Kemudian irisan umbi bawang putih dibelah menjadi dua dan dikeringkan di atas kertas tissue steril dan ditanam

pada cawan petri yang berisi media PDAS. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai tampak jamur yang tumbuh. Kemudian jamur endofit tersebut diisolasi dan dimurnikan pada media PDAS baru. Jamur endofit yang digunakan untuk penelitian adalah jamur yang tumbuh pada belahan umbi bagian dalam (Indriana, 2005).

3.5.4 Pemurnian Jamur Endofit

Medium yang digunakan untuk pemurnian jamur endofit yaitu medium PDAS. Jamur endofit yang tumbuh pada medium PDAS, dimurnikan masing-masing pada medium plat dan media miring PDAS. Kemudian diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu 25 °C, setelah inkubasi dilakukan pengamatan terhadap bentuk dan warna koloni pada medium PDAS. Setiap koloni yang berbeda bentuk maupun warnanya disubkultur lagi pada medium PDAS baru.

3.5.5 Identifikasi Isolat Jamur Endofit

Jamur endofit yang telah diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 25 °C tadi diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis. Pengamatan ciri-ciri makroskopis dengan cara langsung melihat bentuk dan warna koloni jamur endofit. Sedangkan pengamatan ciri-ciri mikroskopis dengan menggunakan mikroskop binokuler.

Pembuatan preparat untuk pengamatan yang menggunakan mikroskop binokuler adalah sebagai berikut:

1. Media agar diambil dari cawan petri dengan jarum ose
2. Potongan media tersebut diletakkan di atas obyek glass

3. Konidia atau spora dari biakan murni jamur diambil dengan jamur ose
4. Inokulum jamur diletakkan di atas potongan media pada obyek glass.
5. Obyek glass ditutup dengan cover glass kemudian ditekan secara perlahan
6. Preparat tersebut diletakkan di atas tissue basah yang diletakkan di atas penampakan plastik dan di inkubasi selama 3-4 hari
7. Morfologi jamur (bentuk dan ukuran hifa, konidia, spora) yang terbentuk diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 400x, kemudian Preparat jamur diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi jamur karangan Barnett (1972).

3.5.6 Seleksi Jamur Endofit Penghasil Metabolit Antibakteri

a. Produktifitas Metabolit Antibakteri

Produksi metabolit antibakteri oleh jamur endofit dilakukan dengan cara menumbuhkannya di dalam medium PDB. Koloni jamur endofit yang telah diinkubasi pada medium PDA selama 24 jam pada suhu 25 °C, diambil satu sengkeli dengan menggunakan jarum ose dan ditumbuhkan pada medium PDB dalam tabung reaksi pada suhu 25 °C selama 7 hari sampai tampak jamur yang tumbuh. Setelah itu, jamur yang telah tumbuh pada tabung reaksi tersebut digoyang-goyang dengan menggunakan shaker incubator 130 rpm selama 48 jam. Setelah selesai, masing-masing medium disentrifugasi dengan kecepatan 2000 g (3800 rpm) pada suhu 4 °C selama 20 menit. Supernatan diambil dengan konsentrasi tertentu dengan menggunakan alat spektrometer, kemudian

dipergunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli*.

b. Uji Antibakteri Terhadap *S. mutans* dan *E. coli*

Medium yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri yaitu medium NA. Uji aktivitas antibakteri metabolit jamur endofit terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* dilakukan dengan metode uji Kirby-Bauer menggunakan kertas cakram. Kertas cakram dibuat dari kertas saring Whatman dengan cara mengguntingnya dengan alat pelubang kertas sehingga didapatkan kertas cakram dengan diameter 6 mm. Secara aseptik, kertas cakram yang sudah disterilkan direndam di dalam supernatan kultur jamur endofit selama 30 menit. Kertas cakram diambil dengan menggunakan pinset steril dan diletakkan di atas medium uji aktivitas antibakteri (medium plat NA). Kemudian diinkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu 37 °C. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan pengamatan terhadap zona jernih yang terbentuk dan diukur diameternya. Sampel yang mempunyai potensi menghasilkan zat antibakteri ditunjukkan dengan adanya zona jernih.

3.6 Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan cara mengukur diameter zona hambat yang terbentuk, pengumpulan data dilaksanakan sebagai berikut: mengukur diameter zona hambat dengan menggunakan jangka sorong. Diameter zona hambat adalah diameter yang tidak ditumbuhi oleh jamur dan bakteri di sekitar paper disk dikurangi diameter Paper disk.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

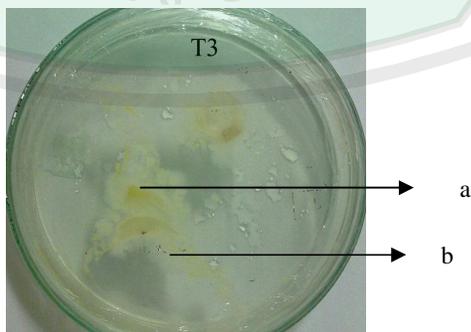
4.1 Isolasi Jamur Endofit pada Umbi Bawang Putih (*Allium sativum*)

Berdasarkan hasil penelitian telah berhasil ditemukan empat isolat jamur endofit umbi bawang putih berasal dari Ranupane (T) dan dua isolat jamur endofit pada umbi bawang putih berasal dari Leban (L). Hasil isolasi jamur endofit tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

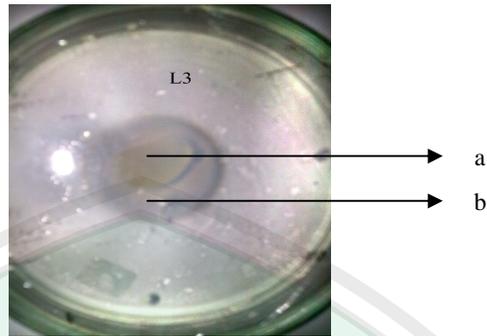
Tabel 4.1. Hasil isolasi jamur endofit pada umbi bawang putih

| Daerah Sampel | Jumlah Jamur | Kode isolat |
|---------------|--------------|-------------|
| Ranupane | 4 | T12 |
| | | T21 |
| | | T22 |
| | | T31 |
| Leban | 2 | L31 |
| | | L32 |

Hasil isolat jamur endofit yang berhasil ditumbuhkan dalam belahan umbi bawang putih berasal dari Ranupane dan Leban pada media PDAS dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.1 Isolat Jamur Endofit Umbi Bawang putih dari Ranupane setelah diinkubasi 7 hari pada media PDAS pada suhu 26⁰ C (Ket. a. Belahan Umbi Bawang putih, b. Jamur Endofit dalam Belahan Umbi).



Gambar 4.2 Isolat Jamur Endofit Umbi Bawang putih dari Leban setelah diinkubasi 7 hari pada media PDAS pada suhu 26⁰ C (Ket. a. Belahan Umbi Bawang putih, b. Jamur Endofit dalam Belahan Umbi).

Hasil pengamatan pada Gambar 4.1 dan 4.2 di atas, membuktikan bahwa jamur endofit dapat ditemukan pada umbi bawang putih baik yang diperoleh dari Ranupane maupun dari Leban, dimana jamur tampak tumbuh di sebelah dalam belahan umbi. 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, umbi, ranting maupun akar tumbuhan. Keberadaan jamur endofit sebenarnya sudah dijelaskan dalam surat Ar-Ruum ayat 19 yang berbunyi:

تُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَكَذَلِكَ تُخْرَجُونَ ﴿١٩﴾

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, melalui ayat Allah SWT memperingatkan kita supaya menyadari bahwa demikianlah kehidupan dan kematian, demikian itu pula kelak kita akan dibangkitkan setelah kematian. Peristiwa ini hampir sama dengan jamur endofit yang diambil dari umbi bawang putih, sehingga keuntungan yang didapatkan adalah ketidakharusan manusia dalam menggunakan tanaman bawang putih dalam jumlah yang sangat besar (Shihab, 2002).

Isolat jamur endofit yang dihasilkan dari umbi bawang putih Ranupane (T) setelah dilakukan pemurnian, berdasarkan bentuk dan warna koloni yang tampak secara makroskopik diperoleh 4 macam isolat jamur endofit, sedangkan jamur endofit yang dihasilkan dari umbi bawang putih Leban (L) diperoleh 2 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 4.2

Tabel 4.2 Deskripsi bentuk dan warna koloni isolat jamur endofit

| Kode Isolat | Ciri Makroskopis |
|-------------|---|
| T12 | Warna koloni putih, tepi koloni rata, bentuk koloni bulat, pertumbuhan koloni rata, tebal. |
| T21 | Warna koloni hijau tua, miselium menyebar teratur, pertumbuhan koloni datar, tepi koloni bergelombang. |
| T22 | Warna koloni hijau tua, miselium menyebar tidak teratur, pertumbuhan koloni rata, kasar. |
| T31 | Koloni berwarna hitam, tepi koloni bergelombang, pertumbuhan koloni menyebar. |
| L31 | Koloni berwarna hijau tua, bentuk koloni bulat kecil dalam jumlah banyak, tepi koloni terdapat warna putih mengelilingi koloni. Pertumbuhan koloni menyebar, karena banyak konidia yang membentuk koloni baru bila jatuh ke permukaan |
| L32 | Koloni berwarna hijau tua, bentuk koloni lebih besar, tepi koloni terdapat warna putih mengelilingi koloni, pertumbuhan koloni menyebar. |

(Ket: T= Bawang putih dari Tengger, L= Bawang putih dari Leban)

Hasil penelitian di atas, diketahui bahwa telah ditemukan beberapa jenis jamur endofit dalam umbi tanaman bawang putih yang diambil dari tempat yang berbeda yakni Tengger dan Leban. Sebagaimana dalam surat Ar-Ra'ad ayat 4 :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ وَصِنَوَانٌ مُّغْتَابٌ
 صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفْضِلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي
 ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya: "Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir" (Ar-Ra'ad:4).

Ayat di atas menjelaskan bahwa setiap tanaman memiliki kelebihan dari tanaman lain, begitu pula pada tanaman bawang putih. Tanaman bawang putih yang diambil dari tempat berbeda menghasilkan jamur endofit dari jenis yang berbeda pula, dari sini terbukti kekuasaan Allah SWT yang menciptakan alam semesta dengan beraneka ragam jenis dan manfaatnya.

4.2 Identifikasi Isolat Jamur Endofit pada Umbi Bawang putih (Ranupane)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, jamur endofit yang telah berhasil diisolasi dari umbi bawang putih 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 umbi bawang putih (*A. sativum*) baik yang diperoleh dari Ranupane maupun dari Leban.

1. Isolat T12

a. Ciri Makroskopis

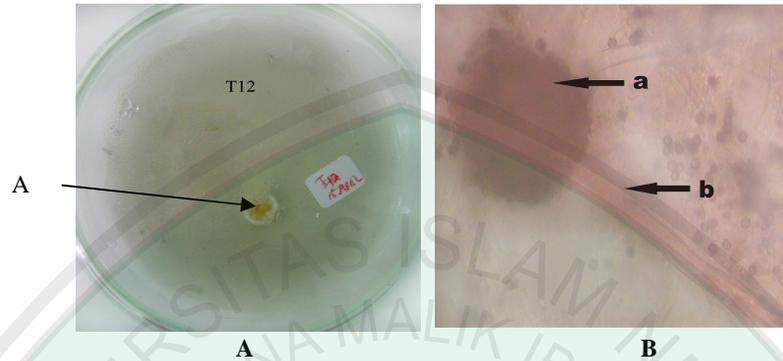
- ❖ Koloni jamur berwarna putih
- ❖ Tepi koloni rata, bentuk koloni bulat
- ❖ Pertumbuhan koloni rata, tebal

b. Ciri Mikroskopis :

- ❖ Konidia berbentuk bulat, terdiri 1 sel
- ❖ Hifa 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 T12 termasuk famili Moniliaceae, spesies *Aspergillus flavus*.



Gambar 4.3. Isolat T12

A. Koloni isolat T12, B. Foto mikroskopis isolat T12 perbesaran 400x
(Ket: A. Koloni Jamur Endofit, a. Konidia, b. Hifa).

2. Isolat T21

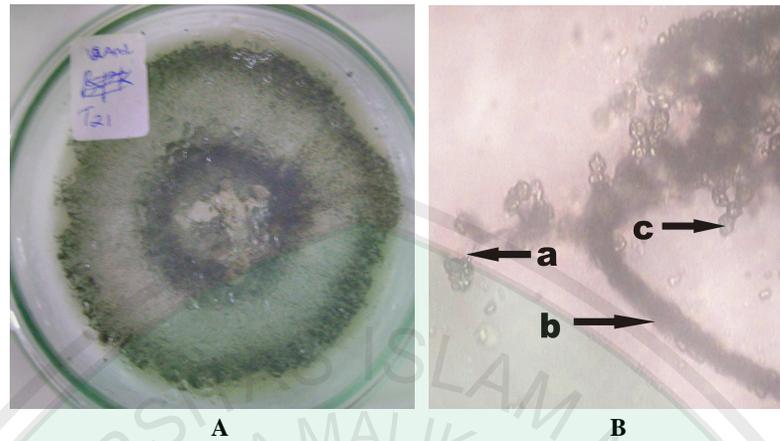
a. Ciri Makroskopis

- ❖ Warna koloni hijau tua, miselium menyebar teratur
- ❖ Pertumbuhan koloni datar, tepi koloni bergelombang
- ❖ Dari bawah tampak juga berwarna hijau tua

b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidia bulat dan bergerombol
- ❖ Metulla membentuk percabangan
- ❖ Hifa aseptat, tampak tebal

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 T21 termasuk famili Moniliaceae, spesies *Aspergillus oryzae*.



Gambar 4.4. Isolat T21
A. Koloni isolat T21, B. Foto mikroskopis isolat T21 perbesaran 400x
(Ket: a. Metulla, b. Hifa, c. Konidia).

3. Isolat T22

a. Ciri Makroskopis

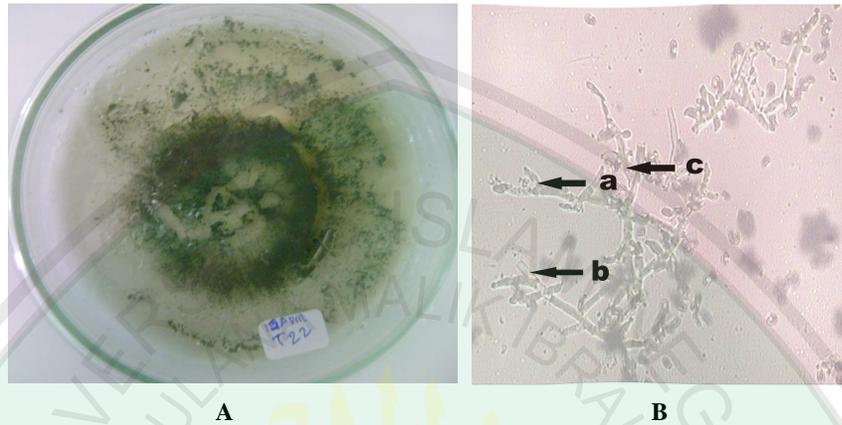
- ❖ Koloni jamur berwarna hijau tua
- ❖ Tepi koloni bergerigi,
- ❖ Dari bawah tampak koloni berwarna hijau muda
- ❖ Pada awal pertumbuhannya koloni hijau muda

b. Ciri Mikroskopis :

- ❖ Hifa aseptat
- ❖ Konidiofor silindris
- ❖ Hifa aseptat
- ❖ Metulla membentuk percabangan

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 T22 termasuk famili Moniliaceae, spesies *Aspergillus fumigatus*.



Gambar 4.5. Isolat T22
A. Koloni isolat T22, B. Foto mikroskopis isolat T22 perbesaran 400x
 (Ket: a. Metulla, b. Hifa, c. Konidiofor).

4. Isolat T31

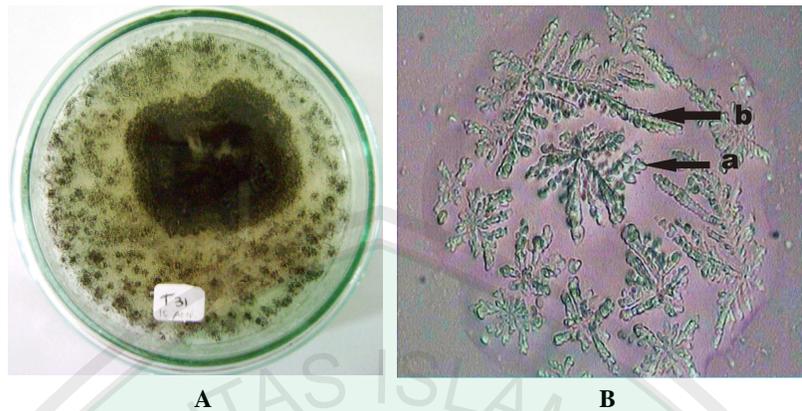
a. Ciri Makroskopis

- ❖ Koloni berwarna hitam, tepi koloni bergelombang
- ❖ Pertumbuhan koloni menyebar
- ❖ Dilihat dari bawah, koloni tampak berwarna hitam

b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidia silindris yang tumbuh ditepi
- ❖ Hifa 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 T31 termasuk famili Moniliaceae, spesies *Aspergillus niger*.



Gambar 4.6. Isolat T31
A. Koloni isolat T31, B. Foto mikroskopis isolat T31 perbesaran 400x
 (Ket: a. Konidia, b. Hifa).

4.3 Isolat Jamur Endofit dari Umbi Bawang putih (Leban)

1. Isolat L31

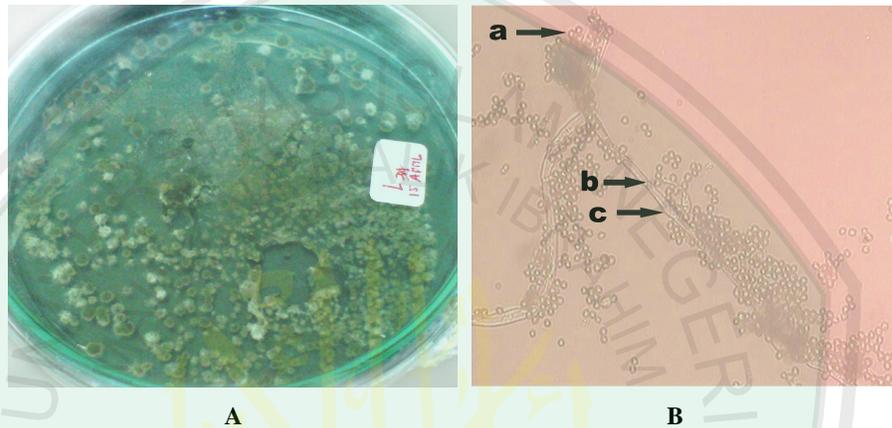
a. Ciri Makroskopis

- ❖ Koloni berwarna hijau tua, bentuk koloni bulat kecil dalam jumlah banyak
- ❖ Tepi koloni terdapat warna putih mengelilingi koloni.
- ❖ Pertumbuhan koloni menyebar, karena banyak konidia yang membentuk koloni baru bila jatuh ke permukaan
- ❖ Dari bawah tampak koloni berwarna coklat dan bagian tengahnya terdapat bintik hitam yang melingkar

b. Ciri Mikroskopis

- ❖ Konidiofor bulat, bening seperti gelembung air
- ❖ Konidia berbentuk bulat, terdiri 1 sel
- ❖ Hifa 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 L31 termasuk famili Moniliaceae, genus *Penicillium* sp 1.



Gambar 4.7. Isolat L31
A. Koloni isolat L31, B. Foto mikroskopis isolat L31 perbesaran 400x
 (Ket: a. Konidia, b. Konidiofor, c. Hifa).

2. Isolat L32

a. Ciri Makroskopis

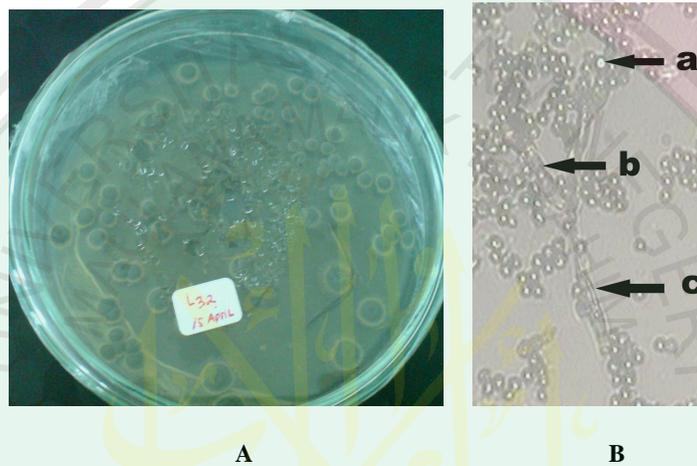
- ❖ Koloni berwarna hijau tua, bentuk koloni lebih besar,
- ❖ Tepi koloni terdapat warna putih mengelilingi koloni
- ❖ Pertumbuhan koloni menyebar dari bawah tampak berwarna putih tulang
- ❖ Dari bawah tampak koloni berwarna coklat

b. Ciri Mikroskopis :

- ❖ Konidia berbentuk bulat telur
- ❖ Hifa aseptat

❖ Phialid berbentuk silindris dan membentuk percabangan

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 L32 termasuk famili Moniliaceae, genus *Penicillium* sp 2.



Gambar 4.8. Isolat L32
A. Koloni isolat L32, B. Foto mikroskopis isolat L32 perbesaran 400x
(Ket: a. Konidia, b. Phialid, c. Hifa).

Berdasarkan penjelasan mengenai ciri makroskopis dan mikroskopis jamur endofit dari umbi bawang putih di atas, maka dapat dilihat ringkasan hasil identifikasi keenam jamur endofit dari umbi bawang putih baik yang diperoleh dari Ranupane (T) maupun dari Leban (L) pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3. Hasil identifikasi jamur endofit pada umbi Bawang putih (*Allium sativum*).

| Kode Isolat | Famili | Spesies |
|-------------|-------------|------------------------------|
| T12 | Moniliaceae | <i>Aspergillus flavus</i> |
| T21 | Moniliaceae | <i>Aspergillus oryzae</i> |
| T22 | Moniliaceae | <i>Aspergillus fumigatus</i> |
| T31 | Moniliaceae | <i>Aspergillus niger</i> |
| L31 | Moniliaceae | <i>Penicillium</i> sp 1 |
| L32 | Moniliaceae | <i>Penicillium</i> sp 2 |

(Keterangan: T= Umbi Bawang putih Ranupane , L= Umbi Bawang putih Leban)

Enam isolat jamur endofit yang diisolasi dari umbi bawang putih (*Allium sativum*) tersebut setelah dilakukan identifikasi dengan buku karangan Barnett (1972) termasuk dalam famili Moniliaceae. Famili Moniliaceae termasuk fungi imperfect atau Deuteromycotina. Hal ini sesuai dengan pendapat Petrini *at al.*, (1992) dalam Worang (2003) yang menggolongkan jamur endofit selain masuk dalam kelompok Ascomycotina juga termasuk dalam kelompok Deuteromycotina. Karakteristik dari famili Moniliaceae diantaranya adalah konidia berseptata, konidiaspora bercabang, beberapa imperfect merupakan yeast tanpa hifa yang benar. Konidia dihasilkan pada bagian tangkai atau kepala konidia, konidia menghasilkan kondiaspora atau miselium dan memproduksi konidia eksogen atau endogen (Barnet dan Hunter, 1972).

Fungi merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu bertahan hidup di daerah dataran rendah dan dataran tinggi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zahara (2007), menunjukkan bahwa jumlah fungi yang menyerang tanaman cabai pada topografi yang berbeda dengan ketinggian 601-900 mdpl ditemukan 19 spesies fungi, 301-600 mdpl dengan 15 spesies fungi dan ketinggian 0-300 mdpl sebanyak 7 spesies fungi. Pada ketinggian 0 – 300 mdpl jumlah fungi yang

diidentifikasi ada 7 spesies fungi, salah satunya adalah genus *Penicillium* sedangkan di daerah dengan ketinggian 301 – 600 mdpl terdapat 15 spesies fungi yang diidentifikasi yaitu salah satunya dari genus *Fusarium* dan *Aspergillus* (Zahara, 2007).

4.4 Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit pada Umbi Bawang putih Terhadap Bakteri *S. mutans* dan *E. coli*

Jamur endofit yang diisolasi dari umbi bawang putih (*A. sativum*) menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam menghasilkan metabolit antibakteri. Seleksi terhadap 6 isolat jamur endofit yang menghasilkan metabolit antibakteri menggunakan metode uji Kirby-Bauer dengan menggunakan kertas cakram. Semua uji kemampuan antibakteri menggunakan parameter terbentuknya zona hambat.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh diameter zona hambat (dalam mm) melalui pengukuran dengan menggunakan jangka sorong. Pengamatan dilakukan setelah bakteri *S. mutans* dan *E. coli* diinkubasi selama 24 jam pada suhu 26⁰ C, adapun rata-rata diameter zona hambatan dari uji aktivitas antibakteri metabolit jamur endofit dari umbi bawang putih terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* 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 bakteri *S. mutans*.

| Kode Isolat | Spesies | Rata-rata diameter zona hambat (mm) |
|-------------|------------------------------|-------------------------------------|
| T12 | <i>Aspergillus flavus</i> | 3.5 |
| T21 | <i>Aspergillus oryzae</i> | 1.5 |
| T22 | <i>Aspergillus fumigatus</i> | 2.5 |
| T31 | <i>Aspergillus niger</i> | 4 |
| L31 | <i>Penicillium sp 1</i> | 2.67 |
| L32 | <i>Penicillium sp 2</i> | 2.33 |

Tabel 4.5. Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri *E. coli*.

| Kode Isolat | Spesies | Rata-rata diameter zona hambat (mm) |
|-------------|------------------------------|-------------------------------------|
| T12 | <i>Aspergillus flavus</i> | 9.33 |
| T21 | <i>Aspergillus oryzae</i> | 6.67 |
| T22 | <i>Aspergillus fumigatus</i> | 6 |
| T31 | <i>Aspergillus niger</i> | 5.67 |
| L31 | <i>Penicillium sp 1</i> | 7 |
| L32 | <i>Penicillium sp 2</i> | 7 |

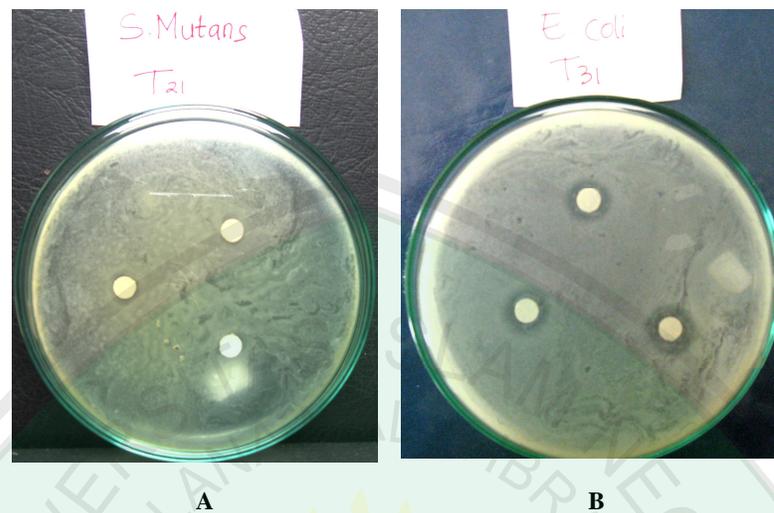
Berdasarkan Tabel 4.4 dan 4.5 di atas, isolat jamur endofit dari umbi bawang putih mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji *S. mutans* dan *E. coli*, sehingga dapat dikatakan jamur endofit dari umbi bawang putih mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibakteri. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Worang (2003) menyatakan bahwa jamur endofit, terdapat dalam suatu sistem jaringan seperti daun, umbi, ranting, atau akar tumbuhan. Fungi ini dapat menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan antifungi, antibakteri, hormon pertumbuhan tanaman, mikotoksin dan enzim.

Hasil uji aktivitas dari 6 isolat jamur endofit secara *in vitro* terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan

bakteri uji. Tabel 4.4 di atas yang dilakukan uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri *S. mutans*, isolat T31 tampak menghasilkan rata-rata diameter zona hambat besar yaitu 4 mm dan isolat T21 menghasilkan rata-rata zona hambat kecil yaitu 1,5 mm, sedangkan pada tabel 4.5 yang dilakukan uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *E. coli*, tampak bahwa isolat T12 mampu menghasilkan rata-rata diameter zona hambat besar yaitu 9,33 mm sedangkan isolat T31 menghasilkan rata-rata zona hambat kecil yaitu 5,67 mm.

Tabel 4.4, menunjukkan bahwa metabolit dari semua isolat yang diperoleh mampu menghambat pertumbuhan bakteri, dimana isolat T12, T21, T22, T31, L31 dan L32 mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans*, akan tetapi pada tabel 4.5 menunjukkan metabolit dari semua isolat memiliki hambatan pertumbuhan bakteri *E. coli* lebih besar. Kecilnya hambatan metabolit dari isolat yang diperoleh terhadap pertumbuhan bakteri *S. mutans* disebabkan oleh isolat jamur endofit menghasilkan metabolit yang tidak sesuai sebagai senyawa antibakteri terhadap bakteri *S. mutans*.

Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap bakteri *S. mutans* maupun *E. coli* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap A. bakteri *S. mutans* dan B. bakteri *E. coli*.

Efektifitas zona hambat yang dihasilkan oleh metabolit jamur endofit terhadap bakteri *S. mutans* dan *E. coli* berdasarkan perbedaan sampel lokasi yang diambil dari Ranupane dan Leban, maka dapat dilihat rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada Tabel 4.4 dan 4.5 di atas.

Menurut Ardiansyah (2005) dalam Ambarwati (2007), jika diameter zona hambat 5 mm atau kurang maka aktivitas penghambat dikategorikan lemah, diameter zona hambat sebesar 5-10 mm maka dikategorikan sedang dan jika diameter zona hambat sebesar 10 mm atau lebih maka aktivitas penghambat dikategorikan kuat. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.4 di atas, menunjukkan bahwa isolat jamur endofit yang menghasilkan rata-rata diameter zona hambat besar untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans* adalah kode isolat T31 yaitu spesies *A. niger* sebesar 4 mm, maka dapat dikategorikan aktivitas penghambatannya lemah sedangkan pada Tabel 4.5 di atas, menunjukkan

bahwa isolat jamur endofit yang menghasilkan rata-rata zona hambat besar untuk menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* adalah kode isolat T12 yaitu spesies *A. flavus* sebesar 9,33 mm, maka dapat dikategorikan aktivitas penghambatannya sedang.

Selain itu, hasil penelitian di atas juga menunjukkan isolat jamur endofit yang menghasilkan rata-rata diameter zona hambat kecil untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans* dan *E. coli* adalah kode isolat T21 yaitu spesies *A. oryzae* dan kode isolat T31 yaitu spesies *A. niger* masing-masing terbentuk rata-rata diameter zona hambat sebesar 1,5 dan 5,67 mm, maka dapat dikategorikan aktivitas penghambatannya lemah, hal ini terjadi karena metabolit yang dihasilkan jamur endofit tersebut tidak mampu menembus dinding sel yang dimiliki oleh kedua bakteri uji atau bakteri *S. mutans* dan *E. coli* mengalami resistensi terhadap jamur endofit tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan uji metabolit jamur endofit terhadap bakteri *E. coli* tampak menghasilkan rata-rata diameter zona hambat lebih luas dari pada rata-rata diameter zona hambat yang ditimbulkan oleh bakteri *S. mutans*. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan dinding sel bakteri *S. mutans* dan *E. coli*. Menurut Azizah (2002), senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh isolat jamur endofit tidak sepenuhnya mampu menembus dinding sel bakteri *S. mutans*, disebabkan karena bakteri *S. mutans* mempunyai struktur dinding sel tersusun atas lapisan peptidoglikan yang tebal, dikelilingi lapisan *teichoic acid* dan mempunyai lapisan polisakarida. Menurut McKane and Kandel (1985), bakteri gram positif memiliki satu lapisan tebal peptidoglikan sedangkan

bakteri gram negatif terdiri dari tiga lapisan. Sensitivitas suatu bakteri terhadap substrat antimikroba dipengaruhi oleh lapisan peptidoglikan yang menyusun dinding sel. Lapisan peptidoglikan pada bakteri gram negatif lebih tipis dibandingkan dengan bakteri gram positif. Peptidoglikan bakteri gram negatif hanya 1% hingga 2% dari berat kering sel sedangkan bakteri gram positif mencapai 20% dari berat kering sel. Dinding sel tersusun atas peptidoglikan tebal memegang peranan penting yang menyebabkan senyawa antibakteri diproduksi oleh isolat jamur endofit sukar menembus dinding sel bakteri uji. Oleh sebab itu, rata-rata zona hambat yang ditimbulkan oleh jamur endofit terhadap bakteri *S. mutans* lebih kecil.

Potensi jamur endofit yang ditemukan pada umbi bawang putih mampu menghasilkan metabolit sekunder termasuk jamur endofit dari spesies *Apergillus* sp. dan *Penicillium* sp. masing-masing dapat menghasilkan senyawa antibakteri berupa aflatoksin dan penisilin yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji. Mekanisme penghambat mikroorganisme oleh senyawa antimikrobia dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain penghambatan terhadap sintesis penyusun dinding sel, peningkatan permeabilitas membran sel yang dapat menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, penghambatan terhadap sintesis protein (misalnya, penghambatan translasi dan transkripsi material genetik) dan penghambatan terhadap sintesis asam nukleat (Brooks *et al.*, 2005). Sebagaimana dalam surat Al-Furqon ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

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" (Al-Furqan:2).

Ayat di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang dijadikan Tuhan diberi-Nya perlengkapan dan persiapan-persiapan sesuai dengan naluri, sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup, begitu pula dengan jamur endofit yang tumbuh dalam umbi bawang putih didalamnya terdapat manfaat tertentu sesuai dengan kandungan senyawanya. Demikian pula jamur endofit yang tumbuh dari umbi tanaman bawang putih memiliki kandungan metabolit salah satunya berupa aflatoksin dan penisilin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. mutans*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ascah dan Idziak (1985), menyatakan bahwa fungi *Aspergillus* sp. tidak mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus lactis*, hal ini disebabkan oleh senyawa yang diproduksi jamur *Aspergillus* sp. berupa aflatoksin tidak mampu menghambat pertumbuhan *S. lactis*, karena bakteri *S. lactis* memiliki dinding sel yang tebal sehingga senyawa tersebut sukar untuk menembus dinding sel.

Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, merupakan peluang fungi untuk memproduksi metabolit sekunder dari tanaman inangnya tersebut (Radji, 2005). Hasil penelitian

menunjukkan, bahwa metabolit yang dihasilkan oleh isolat jamur endofit lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dibandingkan dengan bakteri *S. mutans*, hal ini terjadi karena aktivitas metabolit yang dihasilkan dari jamur hanya sensitif pada golongan bakteri tertentu. Menurut Tortora (2001), aktivitas antibiotik yang sensitif menghambat pertumbuhan bakteri baik golongan bakteri gram positif maupun gram negatif, dikatakan mempunyai spektrum yang luas. Sebaliknya suatu antibiotik yang hanya efektif terhadap golongan bakteri gram tertentu dikatakan antibiotik spektrum sempit. Seperti golongan penisilin yang aktif pada bakteri gram positif, golongan *streptomycin* aktif menghambat pada golongan bakteri gram negatif sedangkan *tetracyclin* mempunyai spektrum luas pada dua daerah bakteri gram positif dan gram negatif.

Berdasarkan penelitian di atas, membuktikan bahwa umbi bawang putih (*A. sativum*) baik yang diambil dari kota Probolinggo maupun Karangploso, keduanya ditemukan adanya jamur endofit, dimana semua senyawa kimia yang dihasilkan jamur endofit terbukti mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. mutans*. Dari pernyataan di atas, menunjukkan banyaknya kekayaan alam yang telah Allah ciptakan yang seharusnya dapat dimanfaatkan bagi kemaslahatan manusia, sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Hijr ayat 19-20:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ ﴿١٩﴾
وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشًا وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿٢٠﴾

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- Hirj: 19-20).

Ayat di atas menjelaskan bahwa semua kekayaan alam yang ada di bumi diciptakan Allah untuk kemaslahatan hidup manusia. Karena semuanya yang ada di alam baik yang hidup maupun yang mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing. Dan telah dijelaskan bahwa di bumi ini Allah telah menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan menurut timbangan dan ukuran masing-masing, maka tidak ada sesuatu tumbuhan yang tidak terukur unsur-unsur yang tidak mengandung faedah. Semua tumbuhan mempunyai hikmah dan maslahat walaupun itu tidak diketahui oleh banyak manusia (As-Shiddieqy, 2000). Salah satu tanaman yang bermanfaat bagi kesehatan khususnya sebagai antibakteri adalah bagian dari umbi tanaman bawang putih (*A. sativum*). Menurut Lingga dan Abubakar (2009), ekstrak umbi bawang putih (*A. sativum*) mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus* sp. dan *E. coli*.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan sumber daya alam dengan sebaik mungkin tanpa harus menggunakannya secara berlebihan yang tidak baik bagi kesehatan seperti dapat menyebabkan penyakit darah tinggi dan berbahaya bagi wanita hamil, sehingga dianjurkan supaya mengonsumsi bawang putih secara tepat dan seimbang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jamur endofit berhasil diisolasi dari umbi bawang putih sebanyak 6 isolat, terdiri dari: 4 isolat dari umbi bawang putih Ranupane yakni *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* dan 2 isolat dari umbi bawang putih Leban yakni *Penicillium* sp.1 dan *Penicillium* sp.2.
2. Jenis jamur endofit (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp.1 dan *Penicillium* sp.2) bersifat lemah sebagai antibakteri terhadap bakteri *S.mutans* sedangkan pada bakteri *E. coli* memiliki aktivitas antibakteri bersifat sedang.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan isolasi bakteri endofit pada tanaman bawang putih, untuk mendapatkan potensi lebih kuat terhadap bakteri uji.
2. Melakukan uji kandung senyawa kimia yang dihasilkan oleh jamur endofit yang paling tepat sebagai penghasil senyawa antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

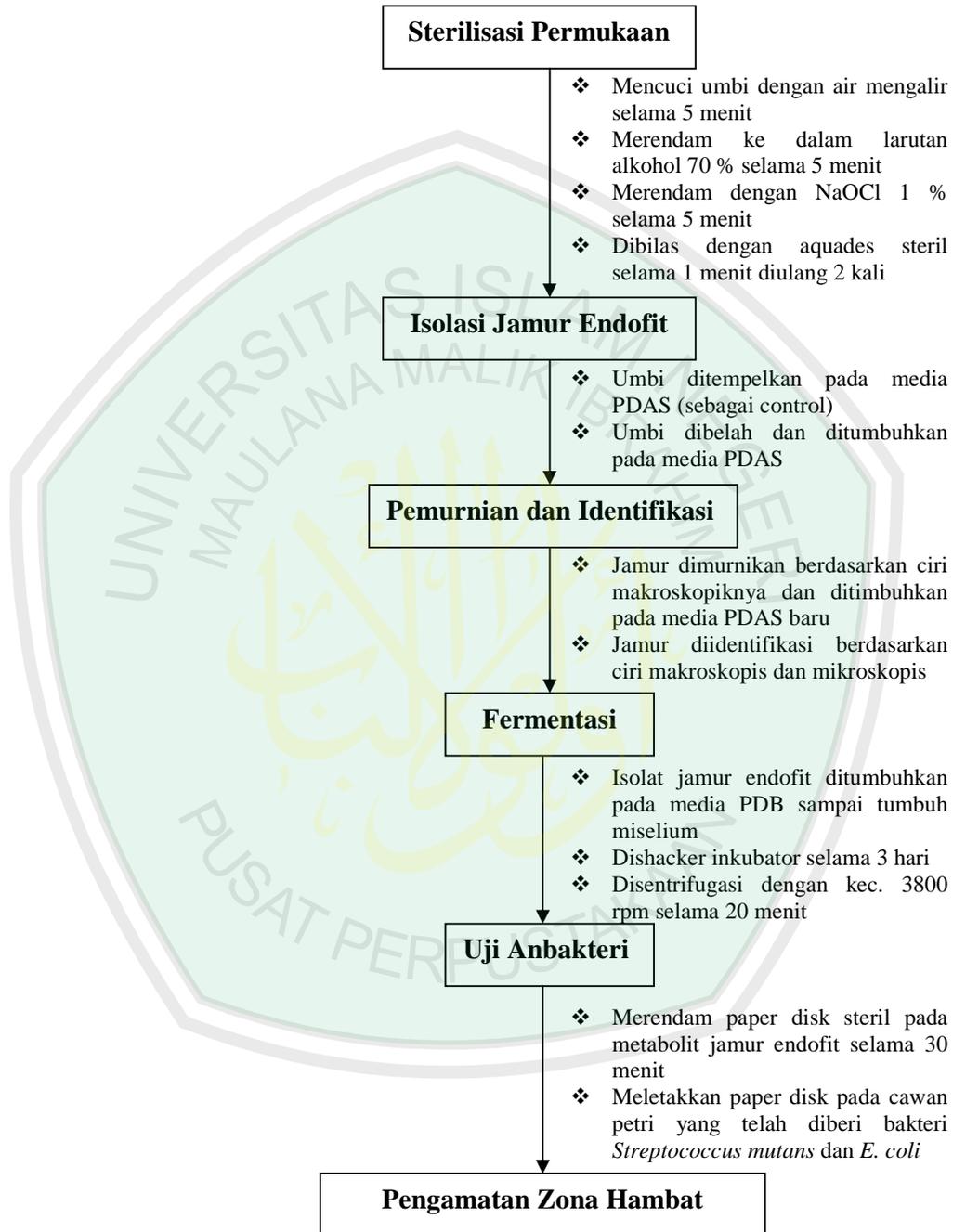
- Abubakar, El-E.M. 2009. Efficacy of crude extracts of garlic (*Allium sativum* Linn.) against nosocomial *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 3(4), pp.179-185
- Agusta, A. 2009. *Biologi dan Kimia Jamur Endofit*. Bandung: ITB
- Al-Jazairi, S. A. B. J. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar*. Jakarta: Darus Sunnah
- Ambarwati. 2007. Efektivitas Zat Antibakteri Biji Mimba (*Azadirachta indica*) untuk Menghambat Pertumbuhan *Salmonella thyposa* dan *Staphylococcus aureus*. *Biodiversitas*. Vol. 8, No. 3, 320-325. ISSN: 1412-033X
- Ascah, J. Coallier dan E. S. Idziak. 1985. Interaction between *Streptococcus lactis* and *Aspergillus flavus* on Production of Aflatoxin. *Applied and Environmental Microbiology*, Jan. 1985, p. 163-167 Vol. 49, No. 1
- Asy – Shiddieqy, Tengku Muhammad H. 2000. *Tafsir Al-Qur'anul Majid An-Nuur. Jilid 3 (Surat 24-41)*. Semarang : Pustaka Rizqi Putra
- Atmadja, Djaja Surya. 2002. *Bawang Putih untuk Kesehatan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Azizah, N dan M. Kenti Astuti. 2002. *Resisten Isolat Lokal (Escherichia coli) Pembawa Gena VT1 dan VT2 Asal Babi dan Domba/Kambing terhadap 6 Antibiotik*. *J. Sam Vet*. Vol. XX No. 2
- Barnett, H. L. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Second Edition. Virginia: Burgess Publishing Company
- Bergey's. 2005. *Manual of Systematic Bacteriology*. Department of Microbiology and Molecular Genetics: Michigan State University. 2nd ed. Vol 1. Part.A
- Brooks, G.F, Janet S. B., L. Nicholas O. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika
- Cappucino, J.G., and N. Sherman. 1983. *Microbiology a Laboratory Manual*. New York : Addison-Wesley Company
- Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama

- Feliatra. 2002. *Sebaran Bakteri (Escherichia coli) Di Perairan Muara Sungai Bantan Tengah Bengkalis Riau*. Laboratorium Mikrobiologi Laut, Faperika. Universitas Riau
- Hadi, Setia. 2006. *Pengaruh Jenis Tanaman Obat Tradisional (Bawang Putih dan Daun Sirih) dan Bentuk Sediaan (Juice dan Serbuk) Terhadap Daya Bunuh Staphylococcus aureus Secara In Vitro*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Surabaya : Universitas Airlangga Surabaya
- Harborne. 1996. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Terbitan Kedua*. Terjemahan K. Padmawinata dan I. Soediro. Bandung : ITB
- Indriana, H. H. 2005. *Eksplorasi Jamur Endofit Antagonis Terhadap Phytophthora spp. Penyebab Penyakit Busuk Pada Batang Jeruk*. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan
- Kanti, A dan Muhammad, I. 2005. *Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rhizosphere Tanaman Di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Timor, NTT*. Bidang Zoologi. Pusat Penelitian Biologi-LIPI
- Kartasapoetra, A.G. 1989. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: Rineka Cipta
- Lingga, M.E dan Mia M.R. 2009. *Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Air dan Etanol Bawang Putih (Allium sativum) terhadap Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif yang Diisolasi dari Udang Dogol (Metapenaeus monoceros), Udang Lobster (Panulirus sp), dan Udang Rebon*. <http://pustaka.unpad.ac.id> Akses 18 Januari 2010
- Mahmud, M.H. 2007. *Mukjizat Kedokteran Nabi*. Jakarta : Qultummedia
- McKane, L. and J. Kandel. 1985. *Microbiology: Essential and Application*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Melliawati, R dan Ferra, O. 2006. *Seleksi Mikroorganisme Potensial untuk Fermentasi Pati Sagu*. Biodiversitas. Vol. 7, No. 2, 101-104. ISSN: 1412-033X
- Mohanta, J., Tayung, K., dan Mohapatra, U. 2008. Antimicrobial potentials of endophytic fungi inhabiting three Ethno-medicinal plants of Similipal Biosphere Reserve, India . *The Internet Journal of Microbiology*. 2008 Volume 5 Number 2

- Nurillah, S. C. 2001. *Efek Antimikroba Fraksi Larut Bawang Putih terhadap (Salmonella typhosa)*. Skripsi. Fakultas Kedokteran. Malang : Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan
- Nurvitasari, A. T. 2009. *Pengaruh Filtrat Bawang Putih terhadap Jumlah Bakteri (Staphylococcus aureus)*. Skripsi. Fakultas MIPA: Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan
- Pelczar, MJ dan E. C. S Chan. 1988. *Mikrobiologi*. Penerjemah Hadi Oetomo, R. S, dan Tjitrosomo, S. L. Jakarta: UI Jakarta
- Petrini, O., T.N. Sieber, L. Toti dan O. Viret., 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. Natural Toxins.
- Pratama, M. R. 2005. Pengaruh Ekstrak Serbuk Kayu Siwak (*Salvadora persica*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus* dengan Metode Difusi Agar. <http://skripsi.blogsome.com>. Akses 21 Febuari 2010
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta : Erlangga
- Prihatiningtias, W. 2008. *Mikroba Endofit, Sumber Penghasil Antibiotik yang Potensial*. Fakultas Farmasi UGM. http://dianing.blogspot.com/2008_05_01_archive.html. Akses 12 Desember 2009
- Purwanti, E. 2007. *Senyawa Bioaktif Tanaman Sereh Ekstrak Kloroform dan Etanol serta Pengaruhnya terhadap Mikroorganisme Penyebab Diare*. Laporan Penelitian. <http://publikasi.umm.ac.id>. Akses 09 Januari 2010
- Qayyim al-Jauziyah, I. 1994. *Sistem Kedokteran Nabi: Kesehatan dan Pengobatan Menurut Petunjuk Nabi Muhammad SAW*. Diterjemahkan oleh Dr. H. Said. Agil Husin al-Munawwar, M. Semarang: PT. Karya Toha Putra
- Quthb, S. 2002. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an, Di Bawah Naungan Al-Qur'an (Surah Al-An'aam – Surah Al-A'Raaf 137)*. Jilid 4. Jakarta: Gema Insani Press
- Radji, M. 2008. *Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal*. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi. Vol. II. Departemen Farmasi, FMIPA-UI, Kampus UI Depok. 113 – 126. Departemen Farmasi, FMIPA-UI, Kampus UI Depok 16424 Majalah Ilmu Kefarmasian, No.3, Desember 2005, 113 – 126
- Rahardjo, M. B. dan Indah L. K. 2004. *Profil Berat Molekul Antigen Permukaan Sel Bakteri Streptococcus mutans*. <http://asic.lib.unair.ac.id/journals/abstrak.pdf>. Akses 21 Febuari 2010

- Rukmana, Rahmat. 1995. *Budidaya Bawang Putih*. Yogyakarta : Kanisius
- Sari, I. W. 2006. *Perbandingan Daya Antibakterial antara Gerusan Bawang Putih dengan Serbuk Bawang Putih Paten pada Ikan Masoki yang Diinfeksi Aeromonas hydrophyla*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Surabaya : Universitas Airlangga Surabaya
- Sarwadana, S. M. *Potensi Pengembangan Bawang Putih Datran Rendah Varietas Lokal Sanur*. Agritrop. Vol. 26, No. 1, 19-23. ISSN: 0215 8620
- Savitri, E. S. 2008. *Rahasia Tumbuhan Berkhasiat Obat Prespektif Obat*. Malang : UIN Malang Press
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah, Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Sholikhah, E. H. 2009. *Efektivitas Campuran Meniran **Phyllanthus niruri** dan bawang putih **Allium sativum** dalam Pakan untuk Pengendalian Infeksi Bakteri **Aeromonas hydrophila** pada Ikan Lele Dumbo **Clarias sp.*** Skripsi.
<http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/12053/2/C09ehs1.pdf>. Akses 6 Juni 2010
- Suwandi, U. 1992. *Mekanisme Kerja Antibiotik*. Cermin Dunia Kedokteran No. 76. Jakarta. Pusat Penelitian dan Pengembangan. P.T. Kalbe Farma
- Syamsuhidayat, S.S. dan Hutapea J.R. 1991. *Invebtaris Tanaman Obat Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Tan, R. X dan Zou, W. X. 2001. *Endophytes: A Rich Source Of Functional Metabolites*. Institute of Functional Biomolecule, School of Life Sciences, Nanjing University, Nanjing
- Tortora, *et al.* 2001. *Microbiology in Introduction*. International Edition. Benjamin Cummings, Inc
- Utami, U. 2005. *Laporan Penelitian Isolasi Bakteri Endofit Penghasil Antimikroba Dari Tanaman Rizhopora mucronata (Makna Tersirat Q.S. Ali-Imran; 190-191)*. Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
- Watanabe T. 2001. *Penyembuhan dengan Terapi Bawang Putih*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

- Wibowo, S. 2007. *Budidaya Bawang Putih, Bawang Merah dan Bawang Bombay*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Wijayakusuma, H. M. Hembing. 2000. *Potensi Tumbuhan Obat Asli Indonesia sebagai Produk Kesehatan*. Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isolop dan Radiasi. <http://digilib.batan.go.id/eprosiding/File%20Prosiding/Kesehatan/Risalah%202000/2000/Hembing-Wijaya.pdf>. Akses 17 April 2010
- Worang, R. L. 2003. Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pascasarjana / S3 Institut Pertanian Bogor Oktober 2003
- Yuniastuti, Katria. 2006. *Ekstraksi dan Identifikasi Komponen Sulfida Pada Bawang Putih*. Skripsi. <http://digilib.unnes.ac.id>. Akses 18 Januari 2010
- Zahara, H. 2007. *Identifikasi Jenis Fungi pada Tanaman Cabai (Capsicum annum) pada Topografi yang Berbeda*. Balai Besar Karantina Tumbuhan Belawan 20414, 21 – 22.

LAMPIRAN 1. DIAGRAM ALIR METODE KERJA

Lampiran 2. Komposisi yang digunakan dalam penelitian

1. Media PDAS (Potato Dextrose Agar Streptomycin)

- Kentang 1 kg
- Glukosa/sukrosa 20 gram
- Agar-agar 15 gram
- Streptomycin 100 ml
- Aquades steril 1000 ml

2. Media Nutrien Agar (NA)

- Beef extract 3 g
- Bacto pepton 5 g
- Agar 15 g
- Akuades 1000 ml

3. Media PDB (Potato Dextrose Broth)

- Kentang 0,5 kg
- Glukosa/sukrosa 10 gram
- Akuades 500 ml

Lampiran 3. Alat-alat Penelitian



Gambar1. Inkubator



Gambar2. Autoklaf



Gambar3. Shaker



Gambar4. Sentrifugasi



Gambar5. Hot Plate



Gambar6. Alat gelas ukur, Erlenmeyer, dan lain-lain



Lampiran 4. Diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*

| Kode Isolat | Diameter Zona Hambat pada Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit terhadap Bakteri <i>Streptococcus mutans</i> (dalam mm) | | | |
|-------------|---|--------------|--------------|-------------|
| | Paper disk 1 | Paper disk 2 | Paper disk 3 | Rata – Rata |
| L31 | 4 | 2 | 2 | 2.67 |
| L32 | 4 | 1 | 2 | 2.33 |
| T21 | 1 | 2 | 1.5 | 1.5 |
| T12 | 4 | 3.5 | 3 | 3.5 |
| T22 | 4 | 1.5 | 2 | 2.5 |
| T31 | 2 | 5 | 5 | 4 |

| Kode Isolat | Diameter Zona Hambat pada Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit terhadap Bakteri <i>Escherichia coli</i> (dalam mm) | | | |
|-------------|---|--------------|--------------|-------------|
| | Paper disk 1 | Paper disk 2 | Paper disk 3 | Rata – Rata |
| L31 | 10 | 6 | 5 | 7 |
| L32 | 9 | 8 | 4 | 7 |
| T21 | 10 | 6 | 4 | 6.67 |
| T12 | 10 | 10 | 8 | 9.33 |
| T22 | 7 | 5 | 6 | 6 |
| T31 | 7 | 5 | 5 | 5.67 |