

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA RIMPANG
TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) SEBAGAI PENGHASIL
SENYAWA ANTIBAKTERI TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh :

SITI MUTMAINAH

11620041



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA RIMPANG
TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) SEBAGAI PENGHASIL
SENYAWA ANTIBAKTERI TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

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

Oleh :

SITI MUTMAINAH

11620041

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA RIMPANG
TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) SEBAGAI PENGHASIL
SENYAWA ANTIBAKTERI TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh :

SITI MUTMAINAH

11620041

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I

Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si
NIP. 19650509 199903 2 002

Pembimbing II

Mukhlis Fathruddin, M. SI
NIP. 201402011409

Tanggal, 28 Oktober 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA RIMPANG
TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) SEBAGAI PENGHASIL
SENYAWA ANTIBAKTERI TERHADAP *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh :

SITI MUTMAINAH

11620041

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal : 10 November 2015

Penguji Utama	<u>Ir. Liliek Harianie, A.R, M.P</u>	
Ketua Penguji	<u>Anik Maunatin, M.P</u>	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si</u>	
Anggota Penguji	<u>Mukhlis Fahrudin, M.SI</u>	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

LEMBAR PERSEMBAHAN

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

Hidup tidak semulus seperti yang direncanakan, hidup penuh cobaan apalagi pada saat penelitian untuk mencapai sarjana biologi. Orang tua selalu ada untuk memberikan kekuatan, memberikan semangat dan selalu mendoakan, sehingga menjadikan anak mengenal hidup dan dapat meraih impiannya. Jadikanlah pencapaian sarjana ini kegembiraan dan kebanggaan, karena tak hentinya memanjatkan doa dan membutuhkan usaha yang besar untuk dapat menyelesaikan karya indah ini.

Dengan kerendahan dan ketulusan hati kupersembahkan karya ini kepada: Bapakku Munasan dan Ibukku Lasemi, doa dan restumu yang selalu mengerti setiap langkahku. Kakakku Rocerul Khohar yang telah menyemangati dan turut berperan dalam membantu kuliah. Tak lupa kesuksesan ini berasal dari Bapak/ibu Guruku/dosen dengan ikhlas mendidik dan membimbingku, Ibu Ulfah Utami dan Pak Mukhlis Faehrudin yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.

Mas Alfian Sy. dalam semangatnya mengingatkan dan Laboran makasih atas motivasi dan bantuan selama aku melakukan dan menyelesaikan penelitian di Laboratorium mikro. Tak lupa kiranya penghuni kontrakan pink (Umi Dyah, Agustin, Anggik, Ningsih, Pipit dan Fikrigah), untuk teman satu dosen bimbingan skripsi (Zaenal, Nadya, Weni, Atik, Magang, Iza, Yani dan Purwa) dan untuk Afif yang selalu menemani dan

Membantu selama proses penelitian.

Serta semua teman-temenku seperjuangan Biologi '11 yang tak bisa ku sebutkan satu per satu Semoga Allah SWT selalu menuntun dan mengerti setiap langkah kita semua

Amin Ya Rabbal Alamin

MOTTO

Rajin, Semangat, Berusaha, Mampu mengubah kondisi sendiri dari kemunduran untuk menuju kepada kemajuan dan selalu bersyukur atas Nikmat dan Musibah yang Diberikan Allah ﷻ.

وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى ﴿٣٩﴾

(Q.S. An-Najm: 39)

Seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Mutmainah

NIM : 11620041

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak
(*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa
Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir atau skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir/skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 November 2015

Yang membuat pernyataan,



Siti Mutmainah

NIM. 11620041

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN

Penulisan transliterasi Arab-Latin dalam skripsi ini menggunakan pedoman transliterasi berdasarkan keputusan bersama Menteri Agama RI dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI no.158 tahun 1987 dan no.0543 b/U/1987 yang secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Konsonan

No	Arab	Latin	No	Arab	Latin
1	ا	Tidak dilambangkan	16	ط	t
2	ب	b	17	ظ	ẓ
3	ت	t	18	ع	‘
4	ث	ṯ	19	غ	g
5	ج	j	20	ف	f
6	ح	ḥ	21	ق	q
7	خ	kh	22	ك	k
8	د	d	23	ل	l
9	ذ	ẓ	24	م	m
10	ر	r	25	ن	n
11	ز	z	26	و	w
12	س	s	27	ه	h
13	ش	sy	28	ء	’
14	ص	ṣ	29	ي	y
15	ض	ḍ			

2. Vokal Pendek

ا = a كَتَبَ kataba	ا... = ā قَالِ qāla	
ي = i سِيلَ su'ila	ي = i قِيلَ qīla	
و = u يَذْهَبُ yaẓhabu	و = ū يَقُولُ yaqūlu	

3. Vokal Panjang

4. Diftong

اَي = ai كَيْفَ kaifa	
اَوْ = au هَاوِلَ ḥāwila	

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda rasul Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terimakasih seiring doa dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:


1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si, sebagai dosen pembimbing Jurusan Biologi yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan memberikan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat-Nya kepada beliau dan keluarga. Amin.
5. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I, sebagai dosen pembimbing integrasi sains dan agama yang memberikan arahan serta pandangan sains dari perspektif Islam sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat-Nya kepada beliau dan keluarga. Amin.

6. Ir. Liliek Harianie, A.R, M.P, dan Anik Maunatin, M.P, sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran terbaiknya.
7. Ruri Siti Resmisari M.Si, sebagai dosen wali yang telah banyak memberikan saran dan motivasi selama perkuliahan.
8. Segenap Bapak/Ibu dosen dan Laboran Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan kepada penulis selama menempuh study.
9. Keluarga tercinta, Ibuk Lasemi dan Bapak Munasan yang selalu memberikan dukungan moril, materiil dan spiritual serta ketulusan do'anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Koerul Khohar yang membangkitkan semangat dalam penyelesaian sekolah srata1 ini.
11. Seluruh teman-teman Biologi angkatan 2011 yang berjuang bersama-sama untuk mencapai kesuksesan yang diimpikan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 10 November 2015



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
خلاصة	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Hipotesis Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhizza</i> Roxb.)	8
2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Temulawak	8
2.1.2 Tempat Tumbuh	12
2.1.3 Kandungan Temulawak.....	13
2.1.4 Manfaat Temulawak	19
2.2 Tumbuhan Sebagai Penghasil Metabolit	27
2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Sifat dan Kadar Bahan Aktif Pada Tumbuhan	28
2.4 Fungi Endofit	31
2.5 Fungi Endofit Menghasilkan Metabolit Sekunder	35
2.6 Bahan Antimikroba	37
2.7 Mekanisme Kerja Bahan Antimikroba	39
2.8 Faktor yang Mempengaruhi aktifitas Zat Antimikroba	42
2.9 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	44
2.9.1 Morfologi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	44
2.9.2 Klasifikasi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	44
2.9.3 Deskripsi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	44

2.9.4 Patogenitas dan Gambaran Klinis Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	45
2.9.5 Pengobatan.....	46
2.10 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	47
2.10.1 Morfologi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	47
2.10.2 Klasifikasi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	47
2.10.3 Diskripsi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	48
2.10.5 Patogenitas Dan Gambaran Klinis Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	48
2.10.6 Pengobatan.....	49

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian.....	51
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	51
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	51
3.3.1 Alat Penelitian	51
3.3.2 Bahan Penelitian	52
3.4 Prosedur Penelitian	52
3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	52
3.4.2 Pembuatan Media	53
3.4.2.1 Media MEA (<i>Malt Extract Agar</i>) Modifikasi	53
3.4.2.2 Media PDY (<i>Potato Dextrose Yeast</i>)	53
3.4.2.3 Media NA (<i>Nutrient Agar</i>).....	53
3.4.2.4 Media MHA (<i>Muller Hinton Agar</i>).....	54
3.4.3 Isolasi Fungi Endofit Rimpang Temulawak.....	54
3.4.4 Pemurnian Fungi Endofit	55
3.4.5 Identifikasi Isolat Fungi Endofit.....	56
3.4.6 Uji Fungi Endofit Penghasil Metabolit Antibakteri.....	57
3.4.6.1 Produktivitas Metabolit Antibakteri.....	57
3.4.6.2 Pembuatan Kurva Pertumbuhan.....	58
3.4.6.3 Persiapan Bakteri Uji.....	59
3.4.6.4 Uji Antibakteri terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	60
3.5.7 Pengukuran Zona Hambat.....	61
3.5 Analisis Data.....	61

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Pemurnian Fungi Endofit dari Rimpang Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.)	62
4.2 Identifikasi Fungi Endofit dari Rimpang Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.)	70
4.3 Uji Aktifitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit pada Rimpang Temulawak Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	75
4.3.1 Pengukuran Pertumbuhan Isolat Fungi Endofit.....	75

4.3.2 Uji Aktifitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	79
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran	90

DAFTAR PUSTAKA	91
-----------------------------	----

LAMPIRAN	99
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia rimpang temulawak	14
Tabel 4.1	Hasil Isolasi Fungi Endofit dari Temulawak	63
Tabel 4.2	Karakteristik isolat fungi endofit dari rimpang temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.) secara makroskopis pada Media MEA	76
Tabel 4.3	Diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi Temulawak.....	8
Gambar 2.2 Rimpang Temulawak	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Kurkumin	19
Gambar 2.4 Morfologi Bateri <i>Staphylococcus aureus</i>	44
Gambar 2.5 Morfologi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	47
Gambar 4.1 Isolat Fungi Endofit Rimpang Temulawak dari Batu pada Media MEA	63
Gambar 4.2 Morfologi isolat fungi endofit secara makroskopis pada Media MEA	67
Gambar 4.2 Isolat TRB1	72
Gambar 4.3 Isolat TRB2	73
Gambar 4.4 Isolat TRP1.....	74
Gambar 4.5 Kurva pertumbuhan fungi endofit <i>Fusarium</i> spp.	76
Gambar 4.6 Kurva pertumbuhan fungi endofit <i>Monosporium</i> spp.....	76
Gambar 4.7 Kurva pertumbuhan fungi endofit <i>Monotospora</i> spp.....	77
Gambar 4.8 Zona hambat hasil isolat terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	82
Gambar 4.9 Zona hambat hasil isolat terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ayat-Ayat Al-Qur'an yang Berkaitan dengan Penelitian	99
Lampiran 2 Diagram Alir	102
Lampiran 3 Komposisi Media	103
Lampiran 4 Gambar Hasil Isolasi Fungi Endofit	104
Lampiran 5 Gambar penumbuhan isolat fungi endofit untuk proses identifikasi	105
Lampiran 6 Alat-Alat Penelitian	106
Lampiran 7 Sampel Rimpang Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i>)	107
Lampiran 8 Diameter Zona Hambat	108

ABSTRAK

Mutmainah, Siti. 2015. **Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.** Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dosen Pembimbing: Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si dan Mukhlis Fahrudin, M.SI

Kata Kunci: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, temulawak, antibakteri, Fungi endofit

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati terbesar di dunia. Salah satunya adalah tanaman obat sebagai obat penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Contoh penyakit tersebut adalah penyakit *Toxic shock syndrom* (suatu keadaan yang ditandai dengan panas mendadak, diare dan syok), keracunan makanan, ensefalitis, endokarditis dan septisemia yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*. Sedangkan penyakit diare disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*. Upaya pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri tersebut, dapat memanfaatkan tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Temulawak menghasilkan metabolit sekunder seperti, kurkumin dan xanthorizol berkhasiat sebagai antibakteri. Kandungan metabolit sekunder terdapat pada mikroorganisme yang tumbuh di dalam jaringan, salah satu contoh mikroorganismenya yang tumbuh di dalam jaringan tanaman temulawak adalah fungi endofit. Penelitian ini bertujuan. untuk mengetahui dan mendapatkan fungi endofit yang terdapat di rimpang temulawak serta untuk mengetahui kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penelitian bersifat deskriptif kualitatif berupa eksplorasi dan deskriptif kuantitatif berupa eksperimen. Penelitian dilakukan dengan cara mengisolasi dan mengidentifikasi fungi endofit dari rimpang temulawak yang diperoleh dari Batu dan Purwodadi. Produksi metabolit sekunder sebagai antibakteri didapat dari fermentasi dan hasil dari kurva pertumbuhan fungi endofit. Selanjutnya diuji aktifitasnya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. dan *Escherichia coli*. dengan menggunakan metode difusi agar (Kirby-Bauer). Bakteri uji yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 3 isolat fungi endofit berhasil diisolasi dari rimpang temulawak yaitu *Fusarium* spp. dan *Monosporium* spp. dari rimpang temulawak daerah Batu dan *Monospora* spp. dari rimpang temulawak daerah Purwodadi. Hasil uji dari 3 isolat fungi endofit yang telah ditemukan (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monospora* spp.) mempunyai kemampuan bersifat lemah sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

ABSTRACT

Mutmainah, Siti. 2015. Isolation and Identification of Endophytic Fungi on Rhizome Curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) as the Producer of Antibacterial Compounds towards the Bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology of State Islamic Maulana Malik Ibrahim University, Malang.

Advisor : Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si and Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Ginger, Antibacterial, Endophytic Fungi

Indonesia is one country with the greatest biodiversity around the globe. One of which is a medicinal plant as a cure for the infectious disease caused by bacteria. The example of the disease is disease Toxic shock syndrome (a condition which is characterized by sudden heat, diarrhea, and shock), food poisoning, encephalitis, endocarditis and septicemia caused by the bacterium *Staphylococcus aureus*. While the diarrheal disease is caused by the bacterium *Escherichia coli*. Some efforts of the treatment to cure the diseases caused by bacteria, can utilize the ginger plant (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Ginger produces secondary metabolites such as ginger, curcumin and xanthorrhizol are beneficial for antibacterial. The content of secondary metabolites found in microorganisms that grow beyond human's body. One example of its microorganisms in the plant tissue of ginger is the endophytic fungi. The study aims to know and get endophytic fungi found in the rhizome of ginger and to know the ability of the active compounds produced by endophytic fungi as an antibacterial against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

The study was conducted at the Laboratory of Microbiology, Faculty of Science and Technology of State Islamic Maulana Malik Ibrahim University, Malang. This study is Descriptive qualitative research in the form of exploration and descriptive quantitative research in the form of experiments that were all done by isolating and identifying the endophytic fungi from ginger rhizome obtained from Batu and Purwodadi. The production of secondary metabolites as antibacterial obtained from fermentation and the result of the growth curve of the endophytic fungi. Next, its activity was tested towards *Staphylococcus aureus*. and *Escherichia coli* by using agar diffusion method (Kirby-Bauer). Tested bacteria which was used were obtained from Department of Microbiology Laboratory of Plant Disease Department, Brawijaya University, Malang.

The results showed that as many as 3 isolates of endophytic fungi were successfully isolated from the rhizome of ginger namely *Fusarium* spp. and *Monosporium* spp. of Batu ginger rhizome, and *Monosporium* spp. of Purwodadi ginger rhizome. The test results from three isolates of endophytic fungi that had been found (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. And *Monosporium* spp.) have weak ability as antibacterial against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

مستخلص البحث

سبتي مطمئنة ، 2015م، عزلة وتحديد فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) منتجا مركبات ضد للجراثيم على جراثيم *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli*، البحث الجامعي، قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفة الأولى: الفى اوتامي الماجستير، والمشرف الثاني: مخلص فخر الدين الماجستير.

الكلمات الأساسية: ستفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*)، ضد للجراثيم، فطرا "اوندوفيت"

أن بلاد اندونيسيا هي احد من بلد مع أعظم التنوع البيولوجي في العالم. واحد منها هي دواء لأمراض المعدة المخدرات التي تسبب جرثوما أوبكتيريا على سبيل المثال مرض *Toxic shock syndrom* هو حال الذي تسبب من حرارة مفاجأة، اسهال، صدمة، تسمم الغذائي، انسيفلتييس، اوندوكرديتيس وسفتيسومي وكلهم يسببون جرثوما أوبكتيريا ستفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، وأما مرض أسهال يسبب من جرثوما أوبكتيريا اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*). وأما المحاولات المستخدمة في هذا البحث هي باستخدام نبات من زنجبيل (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). وهذا النبات يحصل مركبات الثانوية على سبيل المثال كوركومين وسنطورزول كما فعالة ضد للجراثيم. وأما المحتوى من مركبات الثانوية الموجودة في كائنات الحية الدقيقة التي تنمو في الشبكة على سبيل المثال فطرا "اوندوفيت". والأهداف المرجوة في هذا البحث وهي لمعرفة ونيل فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل ولمعرفة قدرة المركبات النشطة التي تحصل فطرا "اوندوفيت" كما ضد للجراثيم على ستفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*). وأما عملت الباحثة هذا البحث هو في مختبر علم الحياة الجمهورية كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج وهذا البحث هو بحثا وصفيا نوعيا باستخدام اكتشافا وبحثا وصفيا كيميا باستخدام تجريبا. واما الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي بطريقة عزلة وتحديد فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل الذي يحصل من مدينة باتو وفورودادي. وأما تحصل النتائج من مركبات الثانوية هو من التخمر والعائد المنحني من فطرا "اوندوفيت" ثم تختبار النشاط على جرثوم ستفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*) باستخدام الطريقة نشر (kirby-bauer). وأما الجرثوم في هذا لبحث تحصل من مختبر علم الحياة الجمهورية فبي شعبة الآفات كلية الزراعة جامعة براويجايا بمالانج.

وأما النتائج في هذا البحث هي تدل على ان يصل الى ثلاثة عزلات من فطر التي تم تعزل من جذور الزنجبيل وهو فوساريوم spp و منوسفوروم spp من جذور الزنجبيل الذي تنال من باتو ومونوطوسفوري spp من جذور الزنجبيل الذي تنال من فورودادي. ومن النتيجة الإختبار من ثلاثة عزلات من فطر "اوندوفيت" توجد (فوساريوم spp و منوسفوروم spp ومونوطوسفوري spp) وكلهم لديهم قدرة ضعيفة لضعف للجراثيم على جرثوم ستفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*)

ABSTRAK

Mutmainah, Siti. 2015. **Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.** Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dosen Pembimbing: Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si dan Mukhlis Fahrudin, M.Si

Kata Kunci: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, temulawak, antibakteri, Fungi endofit

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati terbesar di dunia. Salah satunya adalah tanaman obat sebagai obat penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Contoh penyakit tersebut adalah penyakit *Toxic shock syndrom* (suatu keadaan yang ditandai dengan panas mendadak, diare dan syok), keracunan makanan, ensefalitis, endokarditis dan septisemia yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*. Sedangkan penyakit diare disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*. Upaya pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri tersebut, dapat memanfaatkan tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Temulawak menghasilkan metabolit sekunder seperti, kurkumin dan xanthorhizol berkhasiat sebagai antibakteri. Kandungan metabolit sekunder terdapat pada mikroorganisme yang tumbuh di dalam jaringan, salah satu contoh mikroorganismenya yang tumbuh di dalam jaringan tanaman temulawak adalah fungi endofit. Penelitian ini bertujuan. untuk mengetahui dan mendapatkan fungi endofit yang terdapat di rimpang temulawak serta untuk mengetahui kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penelitian bersifat deskriptif kualitatif berupa eksplorasi dan deskriptif kuantitatif berupa eksperimen. Penelitian dilakukan dengan cara mengisolasi dan mengidentifikasi fungi endofit dari rimpang temulawak yang diperoleh dari Batu dan Purwodadi. Produksi metabolit sekunder sebagai antibakteri didapat dari fermentasi dan hasil dari kurva pertumbuhan fungi endofit. Selanjutnya diuji aktifitasnya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. dan *Escherichia coli*. dengan menggunakan metode difusi agar (Kirby-Bauer). Bakteri uji yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 3 isolat fungi endofit berhasil diisolasi dari rimpang temulawak yaitu *Fusarium* spp. dan *Monosporium* spp. dari rimpang temulawak daerah Batu dan *Monospora* spp. dari rimpang temulawak daerah Purwodadi. Hasil uji dari 3 isolat fungi endofit yang telah ditemukan (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monospora* spp.) mempunyai kemampuan bersifat lemah sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

ABSTRACT

Mutmainah, Siti. 2015. Isolation and Identification of Endophytic Fungi on Rhizome *Curcuma* (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) as the Producer of Antibacterial Compounds towards the Bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology of State Islamic Maulana Malik Ibrahim University, Malang.

Advisor : Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si and Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Ginger, Antibacterial, Endophytic Fungi

Indonesia is one country with the greatest biodiversity around the globe. One of which is a medicinal plant as a cure for the infectious disease caused by bacteria. The example of the disease is disease Toxic shock syndrome (a condition which is characterized by sudden heat, diarrhea, and shock), food poisoning, encephalitis, endocarditis and septicemia caused by the bacterium *Staphylococcus aureus*. While the diarrheal disease is caused by the bacterium *Escherichia coli*. Some efforts of the treatment to cure the diseases caused by bacteria, can utilize the ginger plant (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Ginger produces secondary metabolites such as ginger, curcumin and xanthorrhizol are beneficial for antibacterial. The content of secondary metabolites found in microorganisms that grow beyond human's body. One example of its microorganisms in the plant tissue of ginger is the endophytic fungi. The study aims to know and get endophytic fungi found in the rhizome of ginger and to know the ability of the active compounds produced by endophytic fungi as an antibacterial against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

The study was conducted at the Laboratory of Microbiology, Faculty of Science and Technology of State Islamic Maulana Malik Ibrahim University, Malang. This study is Descriptive qualitative research in the form of exploration and descriptive quantitative research in the form of experiments that were all done by isolating and identifying the endophytic fungi from ginger rhizome obtained from Batu and Purwodadi. The production of secondary metabolites as antibacterial obtained from fermentation and the result of the growth curve of the endophytic fungi. Next, its activity was tested towards *Staphylococcus aureus*. and *Escherichia coli* by using agar diffusion method (Kirby-Bauer). Tested bacteria which was used were obtained from Department of Microbiology Laboratory of Plant Disease Department, Brawijaya University, Malang.

The results showed that as many as 3 isolates of endophytic fungi were successfully isolated from the rhizome of ginger namely *Fusarium* spp. and *Monosporium* spp. of Batu ginger rhizome, and *Monosporium* spp. of Purwodadi ginger rhizome. The test results from three isolates of endophytic fungi that had been found (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. And *Monosporium* spp.) have weak ability as antibacterial against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

مستخلص البحث

سيتي مطمئنة ، 2015م، عزلة وتحديد فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) منتجاً مركبات ضد للجراثيم على جراثيم *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli*، البحث الجامعي، قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفة الأولى: الفى اوتامي الماجستير، والمشرف الثاني: مخلص فخر الدين الماجستير.

الكلمات الأساسية: ستيفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*)، ضد للجراثيم، فطرا "اوندوفيت"

أن بلاد اندونيسيا هي احد من بلد مع أعظم التنوع البيولوجي في العالم. واحد منها هي دواء لأمراض المعدة المخدرات التي تسبب جرثوما أوبكتيريا على سبيل المثال مرض *Toxic shock syndrom* هو حال الذي تسبب من حرارة مفاجأة، اسهال، صدمة، تسمم الغذائي، انسيفليتيس، اوندوكرديتيس وسفتيسومي وكلهم يسببون جرثوما أوبكتيريا ستيفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، وأما مرض أسهال يسبب من جرثوما أوبكتيريا اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*). وأما المحاولات المستخدمة في هذا البحث هي باستخدام نبات من زنجبيل (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). وهذا النبات يحصل مركبات الثانوية على سبيل المثال كوركومين وسنطوزول كما فعالة ضد للجراثيم. وأما المحتوى من مركبات الثانوية الموجودة في كائنات الحية الدقيقة التي تنمو في الشبكة على سبيل المثال فطرا "اوندوفيت". والأهداف المرجوة في هذا البحث وهي لمعرفة ونيل فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل لمعرفة قدرة المركبات النشطة التي تحصل فطرا "اوندوفيت" كما ضد للجراثيم على ستيفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*). وأما عملت الباحثة هذا البحث هو في مختبر علم الحياة الجمهورية كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج وهذا البحث هو بحثا وصفيا نوعيا باستخدام اكتشافا وبحثا وصفيا كيميا باستخدام تجريبيا. واما الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي بطريقة عزلة وتحديد فطرا "اوندوفيت" على جذور زنجبيل الذي يحصل من مدينة باتو وفورودادي. وأما تحصل النتائج من مركبات الثانوية هو من التخمر والعائد المنحني من فطرا "اوندوفيت" ثم تختار النشاط على جرثوم ستيفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*) باستخدام الطريقة نشرا (kirby-bauer). وأما الجرثوم في هذا لبحث تحصل من مختبر علم الحياة الجمهورية فبي شعبة الآفات كلية الزراعة جامعة براوجايا بمالانج.

وأما النتائج في هذا البحث هي تدل على ان يصل الى ثلاثة عزلات من فطر التي تم تعزل من جذور الزنجبيل وهو فوساريوم spp و منوسفوروم spp من جذور الزنجبيل الذي تنال من باتو ومونوتوسفوري spp من جذور الزنجبيل الذي تنال من فورودادي. ومن النتيجة الإختبار من ثلاثة عزلات من فطر "اوندوفيت" توجد (فوساريوم spp و منوسفوروم spp ومونوتوسفوري spp) وكلهم لديهم قدرة ضعيفة لصد للجراثيم على جرثوم ستيفيلوجوجوس ايرووس (*Staphylococcus aureus*)، اوسجوريجيا جولي (*Escherichia coli*)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri maupun jamur di Indonesia masih tinggi. Indonesia melakukan usaha penggunaan antimikroba alternatif untuk mengurangi tingginya penderita penyakit infeksi (Wijayakusumo, 2000). Penyakit infeksi seperti *Toxic shock syndrom* (suatu keadaan yang ditandai dengan panas mendadak, diare dan syok), keracunan makanan, ensefalitis, endokarditis dan septisemia yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada tahun 2013 Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan pangan di Indonesia mencapai 36% dengan 48 kejadian yang berasal dari 34 propinsi. Jumlah orang terpapar sebesar 6.926 orang dengan AR 24,40% (1.690 kasus) dan CFR 0,71% (12 kasus), dan salah satu penyebab infeksi tersebut adalah bakteri *Staphylococcus aureus* (BPOM RI, 2013).

Sedangkan penyakit infeksi saluran kemih (90% wanita muda), diare, sepsis dan meningitis (40%) disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* (Jawetz *et al.*, 1995). Kasus diare di Indonesia lebih sering disebabkan oleh *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella* sp., selain *Shigella* sp., dan *Campylobacter* (Ajizah, 2004). Hal ini dibuktikan dengan tingkat kontaminasi makanan oleh *Escherichia coli* adalah 65,5% dan prevalensi penyakit diare sebanyak 116.075 kasus tahun 1995 dan Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan makanan juga masih tinggi yaitu 31.919 kasus tahun 1997, dengan angka kematian kasus 0,15% (Djaja, 2008).

Allah menciptakan sesuatu yang ada di bumi ini dengan berpasangan, seperti penciptaan seorang laki-laki dan perempuan, hujan dan panas serta penyakit dengan obat. 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 dalam menantikan pertolongan Allah SWT. Sesungguhnya Allah telah menyiapkan segala macam obat untuk menyembuhkan penyakit baik penyakit ringan maupun penyakit yang berat. Hanya orang-orang yang mau memikirkan dan mengkaji secara mendalam yang akan mengetahui hal tersebut.

Upaya pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, dapat memanfaatkan tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Secara tradisional rimpang temulawak untuk mengobati penyakit lever yang memperbaiki fungsi hati, dapat meningkatkan sistem imunitas tubuh, berkhasiat antibakteri, antidiabetik, antihepatotoksik, antiinflamasi, antioksidan, antitumor, diuretika, depresan dan hipolipodemik (Hadipoentyanti, 2007).

Temulawak dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki manfaat. Contohnya xanthorrhizol yang mempunyai limpahan tertinggi sampai 40% (Kristina, tanpa tahun) berkhasiat sebagai agen penginduksi apoptosis,

antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Kurkumin berkhasiat menetralkan racun, meningkatkan sekresi empedu, menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida darah, sebagai antibakteri serta mencegah terjadinya perlemakan dalam sel-sel hati dan sebagai antioksidan penangkal senyawa-senyawa radikal bebas yang berbahaya (Yasni, 1993).

Kandungan metabolit sekunder juga terdapat pada mikroorganisme yang tumbuh di dalam jaringan tumbuhan temulawak, salah satu mikroorganismenya adalah fungi endofit. Kemampuan fungi endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inang sebagai akibat transfer genetik dari tanaman inangnya ke dalam fungi endofit (Radji, 2005). Hal ini terbukti dengan penelitian Atik (2015) (belum dipublikasikan) menyebutkan bahwa metabolit sekunder fungi endofit dari rimpang temulawak menghasilkan senyawa kurkuminoid (kurkumin, desmetoksikurkumin, bisdesmetoksikurkumin) dan xathorrhizol yang termasuk dalam senyawa antibakteri.

Potensi antibakteri fungi endofit lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri endofit dari benalu pada tanaman inang kopi. Daya hambat metabolit fungi endofit terhadap *Escherichia coli* sebesar 12 mm, sedangkan daya hambat metabolit bakteri endofit terhadap *Escherichia coli* sebesar 6,9 mm (Walpajri, 2014). Pada tanaman sirih menunjukkan bahwa daya hambat metabolit fungi endofit terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 31,76 mm dan terhadap *Escherichia coli* sebesar 23,44 mm (Fauzana, 2011). Sedangkan daya hambat metabolit bakteri endofit terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 12 mm dan terhadap *Escherichia coli* sebesar 11 mm (Haniah, 2008).

Hubungan antara mikroba endofit dan tumbuhan inangnya merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme (Haniah, 2008). Fungi endofit dapat memacu perkecambahan, mempercepat pertumbuhan, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan dan patogen lemah, (Rante, 2013). Segi efisiensi, sangat menguntungkan karena siklus hidup mikroba endofit lebih singkat dibandingkan siklus hidup tumbuhan inangnya sehingga dapat menghemat waktu produksi dan jumlah senyawa antibakteri yang diproduksi dapat dibuat dalam skala besar tanpa menggunakan tempat yang luas (Nursulistyarini, 2014).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, ekstrak segar rimpang temulawak sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, *S. aureus* dan *C. albicans* dibandingkan dengan *Curcuma* lain seperti kunyit, temu mangga, temu putih, temu giring dan temu hitam (Adila, 2013). Ekstrak *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Penicilium* sp dan *Rhizopus oryzae* (Padiangan, 2010). Xanthorrhizol mampu menghambat *Streptococcus mutans* dan *S. Aureus* (Fatmawati, 2008). Larutan temulawak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* (Tetan-El, 2014).

Eksplorasi fungi endofit telah banyak dikaji antara lain oleh Sinaga (2009), yang memperoleh 3 isolat fungi endofit dari rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) dan memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Noverita (2009), yang memperoleh 2 isolat rimpang tanaman *Zingiber ottensii* dan memiliki daya antibakteri yang signifikan dan

tampaknya bersifat *broad spectrum* terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Menurut Kaitu (tanpa tahun), memperoleh 4 isolat fungi endofit dari tanaman jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan memiliki daya hambat terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa temulawak memiliki kemampuan sebagai antibakteri dan penelitian tersebut harus dikembangkan. Penelitian tentang mikroba endofit khususnya fungi endofit dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) juga belum banyak dilakukan, oleh karena itu diperlukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi fungi endofit yang mempunyai kemampuan sebagai penghasil senyawa antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas maka rumusan masalah yang perlu diteliti sebagai berikut:

1. Apakah jenis fungi endofit yang dapat diisolasi dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)?
2. Apakah senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) mempunyai kemampuan sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan mendapatkan jenis fungi endofit yang diisolasi dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.).
2. Untuk mengetahui kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit dari hasil isolasi rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang melandasi penelitian ini sebagai berikut:

1. Terdapat beberapa jenis fungi endofit dari rimpang tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)
2. Senyawa aktif yang dihasilkan oleh fungi endofit dari hasil isolasi rimpang tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) mempunyai kemampuan dalam menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan peneliti dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang keberadaan fungi endofit pada rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.).

2. Memperbanyak pengetahuan dibidang mikrobiologi atau bidang lainnya, khususnya fungi 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 *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.6 Batasan Masalah

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

1. Fungi endofit yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) yang diperoleh dari 2 rumah penduduk di Desa Corek Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan dan Desa Temas Kecamatan Batu Kabupaten Malang.
2. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
3. Senyawa antibakteri yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari hasil metabolit fungi endofit.
4. Pada pengujian aktivitas antibakteri, peneliti tidak memperhitungkan kadar konsentrasi dari senyawa antibakteri tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Temulawak

Temulawak termasuk tanaman berbatang basah. Tingginya dapat mencapai 2,5 m. Bunganya berwarna putih kemerah-merahan atau kuning. Panjang tangkai bunga 1,5-3 cm. Kelompok bunga 3-4 buah. Bunganya langsung keluar dari rimpang dan berwarna merah, kelopak hijau muda, sedangkan pangkal bunga bagian atas berwarna ungu (Hernani, 2005).

Akar rimpang terbentuk dengan sempurna dan memiliki cabang yang kuat, berwarna hijau gelap. Tiap batang mempunyai daun 2-9 helai dengan bentuk bulat memanjang atau lanset. Daun berwarna hijau terang sampai hijau gelap dengan ukuran panjang antara 31-84 cm, lebar antara 10-18 cm. Daun termasuk tipe sempurna, artinya tersusun dari pelepah daun, tangkai daun, dan helai daun, kadang-kadang terdapat lidah daun (ligula). Terdapat semacam pita memanjang dengan warna merah keunguan pada sisi kiri dan kanan daun (Wahid, 1985).



Gambar 2.1 Morfologi Temulawak (Hernani, 2005)

Bagian dari tanaman temulawak yang paling banyak dimanfaatkan adalah bagian umbinya. Bagian pinggir penampangnya berwarna kuning muda, sedangkan bagian tengahnya berwarna kuning tua, memiliki aroma tajam dan rasa yang pahit (Darwis *et al.*, 1992). Bagian rimpang ini biasanya dipanen setelah berumur 8-12 bulan.

Sumarhadi (1980) menyatakan bahwa rimpang dibedakan atas rimpang induk (empu) dan rimpang cabang. Rimpang induk berbentuk jorong atau gelondong, berwarna kuning tua atau cokelat kemerahan, bagian dalam berwarna jingga cokelat. Rimpang cabang keluar dari rimpang induk, ukurannya lebih kecil, tumbuhnya ke arah samping, bentuknya bermacam-macam, dan warnanya lebih muda. Akar-akar di bagian ujung membengkak, membentuk umbi yang kecil. Rimpang temulawak termasuk yang paling besar diantara semua rimpang marga *Curcuma*.



Gambar 2.2 Rimpang Temulawak (Hariana, 2006)

Tanaman temulawak 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 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ

مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

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. As-Syu’araa: 7-8).

Ayat di atas menjelaskan tentang keanekaragaman tumbuhan ciptaan Allah SWT. Tumbuhan yang diciptakan oleh Allah SWT mempunyai khasiat yang berbeda-beda, ada yang bermanfaat bagi kesehatan tetapi juga ada yang bersifat racun. Salah satu jenis tanaman yang bermanfaat bagi kesehatan adalah tanaman temulawak. Menurut Nurcholis (2012) temulawak memiliki kandungan kurkuminoid dan xanthorrhizol yang merupakan senyawa yang dapat menghentikan infeksi yang disebabkan oleh mikroba.

Berdasarkan ayat yang disebutkan dalam Al-Qur’an di atas Tafsir Ibnu Katsier (1990: 40) menafsirkan sebagai berikut:

“Tidaklah mereka memperhatikan betapa besar kekuasaan Allah dan betapa luasnya karunia dan nikmat-Nya kepada hamba-hamba-Nya dengan apa yang ditumbuhkan di bumi itu berupa pelbagai tumbuh-tumbuhan yang baik. Tidakkah di dalam penciptaan Allah itu mereka tanda wujud-Nya dan keagungan Dzat-Nya, namun kebanyakan mereka itu bukanlah orang-orang mukmin”.

Sedangkan menurut Tafsir Al-Maraghi (1989: 89) menafsirkan sebagai berikut:

“Mengapa mereka berani menentang rasul dan mendustakan kitab-Nya, sedang Tuhannyalah yang telah menciptakan bumi dan menumbuhkan di dalamnya tanaman dan buah-buahan dengan berbagai macam dan

bentuknya yang membelalakkan mata orang-orang yang memandangnya dan menggugah pandangan orang-orang yang lengah?

Sesungguhnya, pada penumbuhan dengan cara yang indah ini benar-benar terdapat bukti bagi orang-orang berakal atas kekuasaan penciptanya, untuk membangkitkan dan mengumpulkan makhluk pada hari akhir. Sebab, Tuhan yang kuasa menumbuhkan tanah yang mati dan menumbuhkan padanya kebun-kebun yang rindang dan pepohonan yang semerbak tidak lemah untuk membangkitkan makhluk dari kuburnya dan mengembalikan mereka kepada keadaannya, semula. Akan tetapi, kebanyakan manusia lengah terhadap hal ini, sehingga mereka mengingkarinya, menduskakan Allah, para rasul dan kitab-kitab-Nya, mengingkari segala perintah-Nya dan berani mendurhakai-Nya”.

Berdasarkan penafsiran yang berasal dari kedua tafsir tersebut sama-sama menjelaskan arti yang tidak jauh berbeda dengan arti yang terkandung dalam Al-Qur'an. Tetapi tafsir Al-Maraghi menjelaskan lebih lengkap bahwa terdapat bukti atas kekuasaan Allah bagi orang-orang yang mau berpikir. Allah telah menumbuhkan berbagai tumbuhan di bumi. Tetapi mereka tidak memperhatikan betapa besar Kekuasaan Allah SWT.

Berdasarkan ayat yang terkandung dalam Al-Qur'an dan kedua tafsir di atas, sebagai seorang manusia dapat mengambil suatu pelajaran bahwasannya Allah Maha Kuasa, telah menciptakan segala isinya di bumi salah satunya adalah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan. Sebagai seorang manusia seharusnya kita selalu bersyukur, dan mengetahui bahwa yang menciptakan semuanya itu adalah Allah SWT. Walaupun manusia yang menanam tumbuhan tersebut tetapi yang menentukan tanaman tersebut tumbuh atau tidak, semua atas kehendak Allah, dan masing-masing tumbuhan diciptakan mempunyai khasiat yang berbeda-beda. Salah satu contohnya adalah temulawak yang diciptakan memiliki berbagai

macam kandungan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, sehingga dapat mensejahterakan umat manusia.

Menurut Rukmana (1995), klasifikasi temulawak secara lengkap sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae (tumbuhan)
 Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)
 Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)
 Divisio : Magnoliophyta (berbunga)
 Kelas : Liliopsida (berkeping satu/monokotil)
 Sub-kelas : Commelinidae
 Ordo : Zingiberales
 Familia : Zingiberaceae (suku jahe-jahean)
 Genus : *Curcuma*
 Spesies : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.

2.1.2 Tempat Tumbuh

Temulawak dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian 0-1.800 m/dpl (Fauzi, 2009). Temulawak tumbuh baik pada jenis tanah latosol, andosol, regosol dan podsolik pada ketinggian 100-1.500 m/dpl dengan curah hujan 100-4.000 mm/tahun. Tumbuhan ini tumbuh liar di hutan maupun di pekarangan dan hidup subur pada tanah gembur. Temulawak termasuk jenis temu-temuan yang berbunga terus-menerus. Bagian yang dipanen dan dipergunakan adalah rimpang yang beraroma tajam dengan daging rimpang berwarna jingga. Panen dapat dilakukan

pada umur 7-12 bulan setelah tanaman atau keadaan daun telah menguning dan gugur (Hernani, 2005).

Secara umum tanaman ini memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai cuaca di daerah beriklim tropis. Perakaran temulawak dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah baik tanah berkapur, berpasir, agak berpasir maupun latosol. Namun demikian untuk memproduksi rimpang yang optimal diperlukan tanah yang subur, gembur dan berdrainase baik. Dengan demikian pemupukan secara anorganik dan organik diperlukan untuk memberi unsur hara yang cukup dan dapat menjaga struktur tanah agar tetap gembur. Tanah yang mengandung bahan organik ini diperlukan untuk menjaga agar tanah tidak mudah tergenang oleh air (Sardiantho, 1997). Suhu udara yang baik untuk budidaya tanaman temulawak ini berkisar antara 19-30°C. Temulawak dapat tumbuh pada ketinggian tempat 5-1.000 m/dpl dengan ketinggian tempat optimum adalah 750 m/dpl (Rukmana, 1995).

2.1.3 Kandungan Temulawak

Rimpang temulawak mengandung protein, pati, zat warna kuning kurkuminoid (yang terdiri dari dua komponen yaitu kurkumin dan kurkuminoid), serta minyak atsiri (Hernani, 2005). Rimpang temulawak segar mengandung air sekitar 75%. Selain air, rimpang temulawak mengandung minyak atsiri, lemak, zat warna, protein, resin, selulosa, pentosan, pati, mineral, zat-zat penyebab rasa pahit dan sebagainya. Komposisi kimia rimpang temulawak dapat dilihat pada tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1 Komposisi kimia rimpang temulawak (Chen *et al.*, 2006)

Komposisi	Kadar (%)
Pati	58,24
Lemak	12,10
Kurkumin	5,05
Serat Kasar	4,20
Abu	4,90
Protein	2,90
Mineral	4,29
Minyak Atsiri	8,00

Menurut Rismunandar (1988), rimpang temulawak mengandung kurkumin sebesar 1,93%. Kadar kurkumin dan minyak atsiri tergantung pada umur rimpang. Kadar kurkumin dan minyak atsiri optimum tercapai saat rimpang berumur 10-12 bulan. Kandungan minyak atsiri dalam temulawak merupakan yang paling tinggi diantara jenis *Curcuma*. Minyak atsiri merupakan senyawa kimia yang tumbuh dalam sistem jaringan tumbuhan yakni bagian rimpang ternyata sudah diterangkan dalam Q.S Al-An'aam ayat 95 yang bunyinya sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۗ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَالِقُ

تُؤَفِّكُونَ ﴿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?" (Q.S Al-An'aam: 95).

Menurut Tafsir Al-Qur'an Jalalain (2010: 47) oleh Al Imam Jalaluddin menafsirkan bahwa Allah menjadikan tunas tetumbuhan dari pohon kurma. Dia mengeluarkan yang hidup dan yang mati, seperti manusia dan unggas yaitu berasal dari air mani dan telur dan mengeluarkan yang mati yakni air mani dan telur. Demikian itu yang menumbuhkan dan yang mengeluarkan ialah Allah, tetapi manusia berpaling juga dari keimanan padahal bukti-buktinya telah ada.

Menurut Tafsir Ibnu Kasir Juz 7 (2001 : 432-435) menafsirkan bahwa Allah SWT. yang membelah biji-bijian dan semua bibit tanaman, ayam dikeluarkan dari telur, dan sebaliknya, anak yang saleh dilahirkan dari orang yang *fajir* (durhaka), dan sebaliknya. Masih banyak contoh lainnya yang pengertiannya terkandung di dalam ayat ini. Hanyalah Allah semata yang mampu melakukan itu semua, tidak ada sekutu bagi-Nya. Tetapi manusia tetap berpaling dari kebenaran dan menyimpang dari-Nya menuju kebatilan, lalu menyembah Dia bersama yang lain.

Berdasarkan penafsiran di atas, kedua tafsir sama-sama menjelaskan arti yang tidak jauh berbeda dengan arti yang terkandung dalam Al-Qur'an. Inti dari penafsiran keduanya adalah bahwa Allah-lah yang menumbuhkan dari benda yang hidup dan dan dari benda yang mati. Manusia telah dianugerahkan akal, seharusnya manusia memikirkan bahwa itu semua yang menumbuhkannya adalah Allah SWT. Tidak malah berpaling dari Allah, dan menuju kebatilan.

Berdasarkan ayat yang terkandung dalam Al-Qur'an di atas, butir tumbuh-tumbuhan yang dimaksud adalah kandungan senyawa kimia dari tumbuhan temulawak. Allah yang menumbuhkan senyawa kimia tersebut. Salah satu contoh kandungan senyawa temulawak adalah minyak atsiri. Sehingga harus selalu bersyukur kepada nikmat-nikmat Allah. Menurut Hadipoentyanti (2007) bahwa minyak atsiri dalam temulawak mengandung senyawa phelandren, kamfer, borneol, sineal, xanthorrhizol. Kurkuminoid pada temulawak terdiri dari kurkumin dan desmetoksikurkumin, mempunyai warna kuning, berbentuk serbuk dengan aroma yang khas, rasa sedikit pahit, tidak bersifat toksik, serta larut dalam aseton, alkohol, asam asetat dan alkali hidroksida (Purseglove *et al.*, 1981).

Kandungan xanthorrhizol dan kurkumin ini yang menyebabkan temulawak sangat berkhasiat. Nurcholis (2012) menjelaskan bahan bioaktif utama dalam temulawak adalah xanthorrhizol dan kurkuminoid. Senyawa xanthorrhizol merupakan senyawa aktif antimikroba utama yang terdapat dalam rimpang temulawak. Aktivitas antimikroba dari xanthorrhizol mempunyai stabilitas yang baik terhadap panas, yakni pada temperatur tinggi antara 60-121°C. Kurkuminoid yang berfungsi sebagai antimikroba sehingga sering digunakan dalam ramuan obat tradisional.

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

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

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” (Q.S. An-Nahl: 11).

Berdasarkan ayat di atas Tafsir Al-Maraghi (1989: 105-106) menafsirkan sebagai berikut:

“Dia-lah yang menumbuhkan dengan air yang diturunkan dari langit itu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan buah-buahan lain, sebagai rizki dan makanan pokok bagi kalian, agar menjadi nikmat bagi kalian dan hujjah atas orang yang kafir kepada-Nya. Pada penurunan hujan dan lain-lain yang telah disebutkan, benar-benar terdapat dalil dan hujjah bahwa tidak ada Tuhan selain Dia, bagi kaum yang mengambil pelajaran dari dan memikirkan peringatan-peringatan Allah. Sehingga hati mereka menjadi tenang karenanya, dan cahaya iman masuk ke dalamnya, lalu menerangi hati dan mensucikan jiwa mereka”.

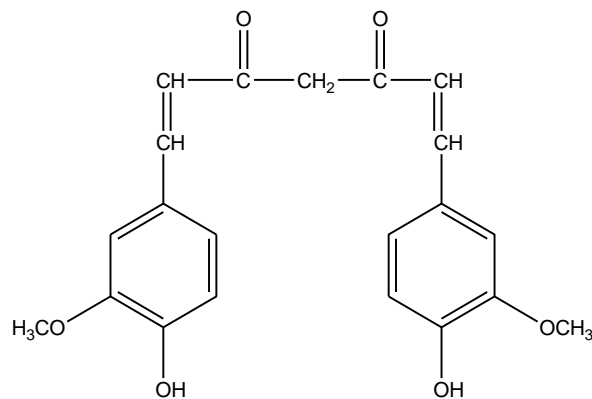
Sedangkan menurut tafsir Al-Misbah (Volume 7) oleh Shihab (2010: 103) menafsirkan sebagai berikut:

“Dia yakni Allah SWT. menumbuhkan bagi kamu dengannya yakni dengan air hujan itu *tanaman-tanaman*; dari yang paling cepat layu sampai dengan yang paling panjang usianya dan paling banyak manfaatnya. dan dari segala macam atau sebagian buah-buahan yakni selain buah zaitun, kurma dan anggur. Sesungguhnya pada yang demikian yakni pada curahan hujan yang akibat-akibatnya itu benar-benar ada tanda yang sangat jelas bahwa yang mengaturnya seperti itu adalah Maha Esa lagi Maha kuasa. Tanda itu berguna bagi kaum yang memikirkan. Betapa tidak, sumber airnya sama, tanah tempat tumbuhnya berdempet, tetapi ragam dan rasanya berbeda-beda”.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir tidak jauh berbeda dengan arti dari ayat al-Qur'an. Tetapi tafsir dari Al-Misbah lebih detail karena didalam tafsirnya terdapat makna tanaman memiliki banyak manfaat, sehingga disitu terdapat bukti Ke-Esaan Allah SWT. Sedangkan pada tafsir Al-Maraghi maknanya tersirat yaitu sebagai rizki bagi manusia. Sehingga tafsir Al-Misbah lah yang mudah dipahami maknanya.

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 temulawak yang mengandung xantorhizol dan kurkuminoid bermanfaat sebagai antimikroba. Manfaat tanaman temulawak hanya dapat diketahui oleh orang-orang yang mau memikirkan dan mengkaji secara mendalam tentang kandungan pada pada tanaman temulawak, sehingga dapat mempertebal keyakinan dalam kebesaran Allah SWT dan menambah wawasan akan manfaat keanekaragaman tumbuhan yang berguna untuk kemaslahatan umat manusia.

Menurut Sinambela (1985), warna kuning pada temulawak disebabkan oleh adanya kurkuminoid ($C_{21}H_{20}O_6$). Secara kimia, kurkuminoid pada temulawak merupakan turunan dari diferuloilmetan, yaitu dimetoksidiferuloilmetan (kurkumin) dan monodesmetoksidiferuloilmetan (desmetoksikurkumin). Hal ini berbeda dengan kandungan kurkuminoid pada rimpang kunyit (*Curcuma domestika*) yang mengandung satu komponen lain yaitu bisdesmetoksikurkumin (Sidik 1992). Kurkumin tidak dapat larut dalam air, tetapi larut dalam etanol dan acetone (Joe *et al.*, 2004 dalam Kristina, tanpa tahun).



Gambar 2.3 Struktur kimia kurkumin (Joe *et al.*, 2004 dalam Kristina, tanpa tahun)

Melihat struktur kimia kurkumin dan desmetoksikurkumin, dan dengan memperhatikan aktivitas kurkumin yang sinergis dengan bisdesmetoksikurkumin, diduga gugusan aktif pada kurkuminoid terletak pada gugus metoksi karena pada bisdesmetoksikurkumin kedua gugus metoksi telah disubstitusi dengan atom hidrogen. Gugus hidroksil fenolat yang terdapat dalam struktur kurkuminoid menyebabkan kurkuminoid mempunyai aktivitas antibakteri. Sifat kimia yang menarik adalah sifat perubahan warna akibat perubahan pH lingkungan. Kurkuminoid dalam suasana asam berwarna kuning atau kuning jingga, sedangkan dalam suasana basa kurkuminod berwarna merah. Hal tersebut terjadi karena adanya sistem tautomeri pada molekulnya (Sidik, 1992).

2.1.4 Manfaat Temulawak

Allah menciptakan segala yang ada di bumi dengan segala kelebihan, salah satunya adalah tumbuhan yang diciptakan mempunyai manfaat yang berbeda-beda. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. Ar-Ra'd ayat 4:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ وَصِنَوَانٌ غَيْرٌ
 صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ 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” (Q.S. Ar-Ra’d: 4).

Menurut Tafsir Al-Qur’an Jalalain (2010: 92) oleh Al Imam Jalaluddin menafsirkan ayat Al-Qur’an yang memiliki arti *di bumi terdapat berbagai macam daerah yang saling berdekatan* yang berarti di antaranya ada yang subur dan ada yang tandus, dan di antaranya lagi ada yang kekurangan air dan yang banyak airnya, hal ini merupakan bukti-bukti yang menunjukkan kepada kekuasaan-Nya. *Kami melebihkan sebagian tanam-tanaman itu dalam hal rasa* yang berarti ada yang manis dan ada yang masam. Bagi orang-orang yang mau memikirkannya, hal ini merupakan tanda yang menunjukkan kepada kekuasaan Allah SWT.

Tafsir Ibnu Katsier (1988 : 423) menafsirkan sebagai berikut:

“Allah menciptakan petak-petak bumi yang berdampingan dengan baik dan subur menghasilkan apa yang berguna bagi kebutuhan manusia, di samping yang kering dan gersang yang tidak menghasilkan sesuatu. Dan di atas petak-petak itu Allah telah menciptakan pula kebun-kebun anggur, kurma dan lain-lain tanaman serta buah-buahan yang bermacam-macam rasa dan bentuknya, beraneka ragam warna dan baunya. Sebagian Allah melebihkannya di atas sebagian yang lain tentang rasa dan kelezatannya. Maka di dalam ciptaan Allah itu semua yang berada di luar angkasa maupun yang terlihat di atas bumi terdapat tanda-tanda kekuasaan-Nya

bagi orang-orang yang berakal dan menggunakan akalinya untuk merenungkan dan memikirkannya”.

Berdasarkan penafsiran di atas dapat diketahui bahwa kedua tafsir tersebut tidak jauh berbeda dengan arti yang terkandung dalam ayat Al-Qur'an di atas. Keduanya sama-sama menafsirkan bahwa Allah melebihkan tanaman dan buah-buahan dari segi rasa. Keduanya juga menafsirkan bahwa itu semua adalah atas kekuasaan Allah, bagi orang-orang yang memikirkannya. Sebagai seorang manusia seharusnya memikirkan semua yang telah diciptakan oleh Allah, segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah memiliki kelebihan yang berbeda-beda.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menunjukkan tanda-tanda kebesarannya yaitu dengan menumbuhkan berbagai tanam-tanaman yang berada di daerah subur dan tandus. Setiap tanaman memiliki rasa yang berbeda-beda, dibalik rasa itu terdapat kelebihan masing-masing tanaman. Kebanyakan tanaman yang memiliki rasa pahit memiliki khasiat yang spesifik. Maka dari itu sebagai seorang manusia harus berpikir cara untuk memanfaatkan suatu tanaman, agar tanaman mempunyai manfaat bagi kehidupan manusia di bumi. Hal ini didukung dengan ayat Al-Qur'an yang menyatakan bahwa Allah tidak akan menciptakan sesuatu yang sia-sia, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. As-Shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ

كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya: *“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”*(Q.S. As-Shaad: 27).

Tafsir Al-Maraghi (1989: 195-197) menafsirkan sebagai berikut:

“Dan tidakkah kami mengadakan langit dengan segala isinya yang bermanfaat bagi manusia dan tidak pula kami adakan bumi dengan segala isinya yang berupa hal-hal yang bermanfaat, baik dipermukaan bumi maupun di dalam perutnya, dan tidak pula kami menciptakan apa-apa yang ada diantara keduanya, baik yang mereka ketahui maupun yang tidak mereka ketahui sebagai main-main dan kesia-siaan. Akan tetapi, Kami ciptakan itu semua memuat hikmat-hikmat yang nyata rahasia-rahasia yang amat berguna, dan kemaslahatan-kemaslahatan yang banyak. Kami benar-benar telah menciptakan itu semua agar orang beriman dengan melakukan ketaatan kepada Kami dan mematuhi perintah dan larangan Kami. Sesungguhnya orang-orang yang kafir mengingkari hikmat yang terdapat pada penciptaan alam semesta ini. Orang-orang kafir itu akan memperoleh tempat kembali yang buruk. Maka, betapa besar kecelakaan orang-orang kafir yang mereka peroleh dari neraka yang telah dipersiapkan untuk mereka sebagai tempat tinggal dan bermukim”.

Menurut Tafsir Al-Qur’an Jalalain (2010) oleh Al Imam Jalaluddin menafsirkan sebagaimana yang disebutkan dalam Al-Qur’an yang mempunyai arti *Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan batil* memiliki makna dengan main-main. *Yang demikian itu* memiliki makna penciptaan hal tersebut tanpa hikmah *adalah anggapan orang-orang kafir* memiliki makna dari penduduk Mekah (maka neraka Waillah) *Wail* adalah nama sebuah lembah di neraka *bagi orang-orang yang kafir karena mereka akan masuk neraka*.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir di atas didapatkan bahwa penafsirannya tidak jauh berbeda dengan arti yang terkandung dalam ayat Al-Qur’an. Inti dari kedua tafsir tersebut sudah sama, tetapi tafsir yang berasal dari

Al-Maraghi lebih lengkap dalam penafsirannya. Sehingga ayat Al-Qur'an mudah dipahami maknanya. Keduanya sama-sama menerangkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah mempunyai manfaat bagi manusia dan segalanya diciptakan tidak sia-sia. Segalanya itu diciptakan Allah atas kekuasaan dan kehendak-Nya sebagai rahmat yang tak ternilai harganya. sehingga sebagai seorang manusia harus mematuhi yang diperintahkan oleh Allah dan menjauhi segala larangan-Nya.

Berdasarkan ayat Al-Qur'an di atas dapat diketahui bahwa Allah SWT. menjadikan langit, bumi dan makhluk apa saja yang berada di antaranya, tidaklah sia-sia. Langit dan bulan sangat bermanfaat bagi manusia. Begitu juga bumi dengan segala isinya, baik yang tampak di permukaannya ataupun yang tersimpan dalam perutnya. Salah satu isi bumi adalah tumbuhan yang diciptakan tanpa sia-sia, tumbuhan memiliki manfaat sehingga sangat besar artinya bagi kehidupan manusia. Seperti halnya tanaman temulawak yang memiliki banyak manfaat yaitu sebagai obat tradisional dan obat modern, salah satunya adalah temulawak sebagai antibakteri, dapat mengobati penyakit yang disebabkan oleh bakteri pathogen pada manusia sehingga baik untuk kemaslahatan umat manusia.

Menurut Adipratama (2009), temulawak dapat digunakan sebagai bahan obat utama (*remedium cardinal*), bahan obat penunjang (*remedium adjuvans*), pemberi warna (*corrigentia coloris*), maupun penambah aroma (*corrigentia odoris*). Secara empiris, temulawak digunakan sebagai obat dalam bentuk tunggal maupun campuran. Temulawak dapat digunakan untuk mengatasi gangguan hati dan penyakit kuning, baik berupa rebusan maupun seduhan rimpang yang

dijadikan bubuk. Pati rimpang temulawak, dapat digunakan untuk makanan bayi atau sebagai pembuat kue.

Menurut Kristina (tanpa tahun), temulawak berpotensi besar dalam aktifitas farmakologi yaitu anti inflamatori, anti imunodefisiensi, antivirus (virus flu burung), antibakteri, antijamur, antioksidan, anti karsinogenik dan antiinfeksi. Sedangkan menurut Adipratama (2009), temulawak mempunyai khasiat laktagoga, kolagoga, antiinflamasi, tonikum, dan diuretik.

Temulawak digunakan sebagai bahan baku obat, karena dapat merangsang sekresi empedu dan pankreas. Sebagai fitofarmaka, temulawak bermanfaat untuk mengobati penyakit saluran pencernaan, kelainan hati, kandung empedu, pankreas, usus halus, tekanan darah tinggi, kontraksi usus, TBC, sariawan dan dapat digunakan sebagai tonikum. Secara tradisional temulawak banyak digunakan untuk mengobati diare, disentri, wasir, bengkak karena infeksi, eksim, cacar, jerawat, sakit kuning, sembelit, kurang nafsu makan, kejang-kejang, radang lambung, kencing darah, ayas dan kurang darah (Kristina, tanpa tahun).

Sebagai obat tradisional, temulawak paling umum dipakai untuk gangguan hati dan penyakit kuning, baik berupa air perasan maupun rebusan. Disamping itu juga sebagai ramuan jamu untuk obat demam (malaria), pegal-pegal, sembelit, tonikum, laktagoga, penyakit katup pembuluh darah, dan usus dua belas jari (Wahid 1985). Menurut Adipratama (2009), temulawak dapat merangsang produksi empedu oleh sel hati dan mensekresikan ke dalam kandung empedu dan usus halus, serta merangsang sekresi pankreas. Dengan adanya rangsangan

produksi empedu, temulawak bermanfaat untuk penyakit saluran pencernaan, yaitu kelainan di hati, kandung empedu, pankreas, dan usus halus.

Menurut Adipratama (2009), minyak atsiri temulawak, juga berkhasiat fungistatik terhadap berbagai jenis jamur dan bakteristatik terhadap mikroba *Staphylococcus* sp. dan *Salmonella* sp. minyak atsiri juga berkhasiat sebagai *colagoga*, yaitu bahan yang dapat merangsang pengeluaran cairan empedu yang berfungsi sebagai penambah nafsu makan dan antispasmodicum, yaitu menenangkan dan mengembalikan kekejangan otot. Aktivitas kolagoga rimpang temulawak ditandai dengan meningkatnya produksi dan sekresi empedu yang bekerja sebagai kolekinetik dan koleretik.

Menurut Utami (2012) menjelaskan bahwa salah satu komponen dalam minyak atsiri temulawak, yaitu xanthorizol. Xanthorizol berkhasiat sebagai agen penginduksi apoptosis, antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Selain itu, temulawak memiliki aktivitas hepatoprotektif yang berperan dalam mencegah penyakit hati.

Menurut Oktaviana (2010), kurkuminoid rimpang temulawak terdiri atas dua jenis senyawa yaitu kurkumin dan desmetoksikurkumin yang berkhasiat menetralkan racun, menghilangkan rasa nyeri sendi, meningkatkan sekresi empedu, menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida darah, antibakteri, serta dapat mencegah terjadinya pelemakan dalam sel-sel hati dan sebagai antioksidan penangkal senyawa-senyawa radikal yang berbahaya. Pada tahun 2006 dibuktikan bahwa kurkuminoid secara klinis berkhasiat mencegah penyakit jantung koroner dan meningkatkan daya tahan tubuh dan mencegah penggumpalan darah.

Kurkumin juga sebagai acnevulgaris, antiinflamasi (antiradang), antioksidan, antihepatotoksik (anti keracunan empedu). Kandungan kurkumin dan monodesmetoksi kurkumin yang bersifat antitumor (Oktaviana, 2010).

Manusia memiliki sifat aktif bergerak dengan segala potensi akal yang dimilikinya, sedangkan tumbuhan memiliki sifat pasif yang tentunya membutuhkan perantara dalam segala hal. Jika terdapat penyakit yang berada pada manusia diharapkan mampu untuk memikirkan atau mencari obat yang dapat menyembuhkannya. Hal ini demi terwujudnya keseimbangan alam yang lebih baik sehingga ini sesuai dengan sunnatullah, karena tidak ada satu penyakit apapun yang tak dapat disembuhkan dengan perantara dan izin Allah SWT., dan Allah SWT. tidak akan menurunkan penyakit melainkan menurunkan pula (obat) penyembuh bagi penyakit tersebut, sebagaimana sabda Nabi berikut ini:

إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ الدَّاءَ وَالِدَوَاءَ وَجَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءً فَتَدَاوُوا وَلَا تَدَاوُوا بِحَرَامٍ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah menurunkan penyakit dan obat, dan menciptakan obat bagi setiap penyakit, maka berobatlah kalian namun jangan berobat dengan yang haram*”. (H.R Abu Daud) (An-Najjar, 2011: 155).

Dalam Sabda Nabi yang lain:

أَلْهَزْمٌ وَهُوَ وَاحِدٌ دَاءٍ عِنْدُ دَوَاءٍ مَعَهُ أَنْزَلَ إِلَّا دَاءً نَزَّلَ لَمْ يَنْزِلْ لَمْ يَنْزِلْ فَإِنَّ تَدَاوُوا

Artinya: “*Berobatlah, karena tiada suatu penyakit yang diturunkan Allah, kecuali diturunkan pula obat penangkalnya, selain dari satu penyakit, yaitu ketunaan*”. (HR. Abu Daud dan At-Tirmidzi dari sahabat Nabi Usamah bin Syuraik) (Shihab, 2007: 247).

Berdasarkan hadist di atas jelaslah bahwa Allah itu Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Sehingga tidak mungkin Allah memberikan penyakit tanpa ada

obatnya. Di sisi lain Allah juga memberikan anugerah berupa akal pikiran kepada manusia untuk berpikir agar dapat menemukan obat dari berbagai macam penyakit yang diturunkan oleh Allah SWT. Hanya orang-orang yang mau memikirkan dan mengkaji secara mendalam yang akan mengetahui hal tersebut. Jadi, apabila seseorang terkena suatu penyakit diharapkan untuk berobat dan berupaya mencari sebab-sebab kesembuhan, seperti melakukan pengobatan.

2.2 Tumbuhan Sebagai Penghasil Metabolit

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).

Menurut Utami (2008), proses metabolisme pada tumbuhan akan menghasilkan berbagai senyawa metabolit yang berupa senyawa organik. Senyawa metabolit pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu, metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa-senyawa utama penyusun tumbuhan (mahluk hidup), senyawa yang tergolong dalam metabolit primer mencakup polisakarida, protein, lemak dan asam nukleat. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang mempunyai kemampuan bioaktifitas yang berfungsi sebagai mekanisme adaptasi kimia terhadap cekaman lingkungan, pertahanan diri bagi tanaman dan dapat membunuh insekta, herbivora dan mikroorganisme. Senyawa metabolit sekunder, meliputi terpenoid, steroid, kumarin, flavonoid dan alkaloid.

Senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan dapat disimpan pada berbagai organ tanaman seperti akar, batang, daun, bunga dan biji. Senyawa tersebut dapat dilepaskan ke lingkungan dengan cara penguapan eksudat akar, pencucian dan hasil dekomposisi organ tumbuhan yang telah mati. Senyawa metabolit sekunder dapat berpengaruh menghambat pertumbuhan melalui beberapa mekanisme, misalnya senyawa terpenoid dapat berikatan dengan molekul protein dan lipid sehingga dapat mempengaruhi fisiologis protein membrane sel dan protein enzim (Utami, 2008).

2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Sifat dan Kadar Bahan Aktif Pada Tumbuhan

Faktor yang mempengaruhi sifat dan kadar bahan aktif pada tumbuhan menurut Kartasapoetra (1989) antara lain adalah sebagai berikut:

1. Faktor Genetik

Faktor ini merupakan sifat bawaan dari induk tanamannya, seperti rasa, bau, komposisi kimiawi, nilai gizi dan termasuk kemampuan produksinya. Tanaman jenis unggul dapat memberikan produk lebih baik dan banyak dari jenis tanaman tidak unggul.

2. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan faktor luar dari tanaman yang juga banyak berpengaruh terhadap sifat atau kadar bahan aktif pada tumbuhan seperti:

- a. Sinar matahari
- b. Temperatur

- c. Musim
- d. Tempat atau Daerah Pertumbuhan
- e. Zat Makanan

3. Faktor Tingkat Kemasakan

Perbedaan tingkat kemasakan sangat berpengaruh pada zat-zat penyusun yang terkandung, tekstur dan warna hasil tanaman. Semakin masakny hasil tanaman, maka kandungan zat tepung, zat gulanya makin meningkat pula, sedangkan kandungan vitamin C pada umumnya menurun kecuali pada buah atau hasil tanamaan seperti tomat, manga, asparagus, anggur, apel dan lain-lain.

Berdasarkan faktor-faktor di atas sebagai seorang manusia harus menjaga kondisi lingkungan supaya tidak mempengaruhi habitat suatu tumbuhan sehingga tumbuhan tersebut dapat tetap menghasilkan kadar bahan aktif yang tinggi. Hal ini dilakukan karena Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. Al-Baqarah ayat 205:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ

الْفَسَادَ ﴿٢٠٥﴾

Artinya: “Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan” (Q.S. Al-Baqarah: 205).

Menurut Tafsir Al-Qur’an Jalalain (2010: 12) oleh Al Imam Jalaluddin Muhammad menafsirkan sebagaimana yang disebutkan dalam Al-Qur’an yang

mempunyai arti *Dan apabila ia berpaling* memiliki makna dari hadapanmu *ia berjalan di muka bumi untuk membuat kerusakan padanya dan membinasakan tanam-tanaman dan binatang ternak* memiliki makna untuk menyebut beberapa macam kerusakan itu *sedangkan Allah tidak menyukai kerusakan* memiliki makna tidak rida padanya.

Menurut Tafsir Al-Maraghi (1989: 206-208) didapatkan bahwa mereka (orang yang memakai nama Allah untuk bersumpah, suka mengingkari dan orang yang mengajak kepada perbaikan, tetapi sikapnya bertentangan dengan perkataannya) gemar menimbulkan kerusakan di muka bumi, sehingga mereka tega merusak tanaman (memusnahkan tanaman) dan ternak (membunuh hewan ternak dengan racun). Allah tidak meridhoi dan tidak menyukai kerusakan. Oleh karena itu, Ia tidak menyukai orang-orang yang gemar merusak.

Bedasarkan penafsiran di atas, kedua tafsir tidak jauh berbeda dengan arti dari ayat Al-Qur'an. Keduanya sama-sama menjelaskan bahwa Allah tidak menyukai orang-orang yang gemar berbuat kerusakan di muka bumi. Pebuatan dari orang-orang yang gemar merusak, segalanya demi memenuhi kepuasan nafsu belaka. Pada ayat ini juga terkandung peringatan bagi mereka yang memusnahkan tanaman dan membunuh hewan ternak dengan racun tidak akan diridhoi oleh Allah SWT. Karena Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

Pada ayat di atas juga dapat dipahami bahwa sebagai seorang manusia tidak boleh melakukan kerusakan di bumi, seperti kerusakan pada tanaman. Tidak mementingkan kebutuhan sendiri, tetapi juga memperhatikan pertumbuhan tanaman disekeliling kita, misalnya tidak merusak struktur tanah supaya tidak

mempengaruhi habitat suatu tumbuhan sehingga tumbuhan tersebut dapat tetap menghasilkan kadar bahan aktif yang tinggi. Manusia juga dapat merawat suatu tanaman dengan baik, misalnya dengan memberikan pupuk supaya nutrisi cukup tersedia bagi pertumbuhan tanaman dan dihasilkan mutu tanaman yang bagus. Karena Allah tidak ridho terhadap orang-orang yang berbuat kerusakan, dan Allah selalu memperhatikan semua perbuatan umatnya yang ada di bumi.

2.4 Fungi Endofit

Segala sesuatu di bumi ini diciptakan bukan tanpa tujuan melainkan semua diciptakan dengan tujuan tertentu. Akan tetapi tidak semua tujuan tersebut diketahui oleh semua manusia sehingga harus dipelajari terlebih dulu. Allah SWT berfirman dalam surat Al - Baqarah ayat 29 :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

Artinya: “Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu” (Q.S Al-Baqarah: 29).

Menurut Tafsir Al-Qur’an Jalalain (2010: 3) oleh Al Imam Jalaluddin menafsirkan bahwa Allah-lah yang telah menciptakan bumi beserta isinya dan Allah menciptakan langit, agar orang-orang memperoleh manfaat dan mengambil perbandingan darinya. Hanyalah Allah yang mampu menciptakan semua itu dari

mulai pertama. Allah lebih besar dan lebih hebat daripada kamu (manusia), karena Allah mampu menghidupkan kamu (manusia) kembali.

Menurut tafsir Ibnu Katsier Jilid 1 (1988: 78) bahwa dalam memanfaatkan benda-benda di bumi ini dapat ditempuh melalui salah satu dari dua cara, yaitu: memanfaatkan benda-benda itu dalam kehidupan jasadi untuk memberikan potensi pada tubuh dan dengan memikirkan dan memperhatikan benda-benda yang tidak dapat diraih oleh tangan secara langsung, untuk digunakan sebagai bukti tentang kekuasaan penciptanya dan dijadikan santapan rohani. Dengan ayat ini kita mengetahui bahwa pada dasarnya memanfaatkan segala benda di bumi ini dibolehkan. Tidak seorangpun mempunyai hak mengharamkan sesuatu yang telah dihalalkan oleh Allah kecuali dengan izin-Nya.

Berdasarkan penafsiran di atas dapat diketahui bahwa kedua tafsir menafsirkan yang tidak jauh berbeda dengan arti yang terkandung dalam Al-Qur'an. Keduanya sama-sama menrangkan bahwa semua yang diciptakan oleh Allah untuk diambil manfaatnya. Tafsir Al-Jalalain menerangkan dalam arti luas, sedangkan tafsir Ibnu Katsier menerangkan secara lengkap mengenai cara memanfaatkan segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah. Sehingga dari kedua tafsir dapat saling melengkapi dalam memahami ayat Al-Qur'an di atas dan menjadi lebih mudah untuk dipahami.

Berdasarkan ayat Al-Qur'an beserta didukung dengan dua tafsir, dapat diambil pelajaran bahwa diperbolehkan untuk memanfaatkan semua ciptaan Allah. Semua yang diciptakan oleh Allah mempunyai manfaat. Memanfaatkan benda-benda yang berukuran kecil agar memberikan potensi pada tubuh.

Walaupun keberadaan fungi endofit tidak bisa dilihat secara kasat mata, mikroba tertentu ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah mikroba endofit yang dapat menghasilkan zat antibiotik yang dapat dimanfaatkan sebagai obat. Sebagaimana sabda Nabi berikut ini:

الْكَمَاءُ مِنَ الْمَنِّ وَمَاؤُهُ شِفَاءٌ لِلْعَيْنِ

Artinya: “Cendawan termasuk anugerah, dan airnya dapat menyembuhkan (sakit) mata” (H.R. Al-Bukhari) (Al-Najjar, 2011: 204).

Berdasarkan hadist di atas jelaslah bahwa cendawan adalah anugerah merupakan ungkapan ekspresif bahwa cendawan tumbuh dengan karunia dan anugerah dari Allah SWT. Cendawan tidak ditanam maupun dibudidayakan, tetapi ia (tumbuh dengan sendirinya) dengan karunia dari Allah. Selain itu, cendawan juga tidak butuh bahan makanan benih atau pengairan. Cendawan juga tidak membutuhkan usaha dan pemeliharaan manusia, kecuali hanya ketika mengumpulkannya. Dari sinilah ia kemudian dianggap sebagai anugerah. Cendawan dalam hal ini adalah fungi endofit yang mampu hidup didalam jaringan tumbuhan yang tidak membahayakan tumbuhan inangnya dan dapat menghasilkan senyawa aktif yang dapat menyembuhkan suatu penyakit.

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 (Hidayati, 2010).

Asosiasi fungi endofit dengan tumbuhan inangnya, oleh 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.

Ditinjau dari sisi taksonomi dan ekologi, fungi ini merupakan organisme yang sangat heterogen. Menurut Worang (2003) menggolongkan fungi endofit dalam kelompok Ascomycotina dan Deuteromycotina. Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti pada Loculoascomycetes, Discomycetes, dan Pyrenomycetes. Fungi endofit meliputi genus *Pestalotia*, *Pestalotiopsis*, *Monochaetia*, dan lain-lain.

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 (Worang, 2003).

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.

2.5 Fungi Endofit Menghasilkan Metabolit Sekunder

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).

Sunarmi (2010), menambahkan bahwasannya mikroorganisme endofit akan mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa antibiotik itu sendiri. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang disintesis oleh suatu mikroba, tidak untuk memenuhi kebutuhan primernya (tumbuh dan berkembang) melainkan untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan

lingkungannya. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama insekta, mikroba patogen, atau hewan pemangsanya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol.

Menurut Hidayati (2010), 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

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 (Hidayati, 2010).

Mikroba endofit terdiri atas bakteri, fungi atau 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 (Hidayahti, 2010).

Menurut Sinaga (2009), mikroba endofit dapat berupa bakteri atau jamur, tetapi saat ini yang lebih banyak dieksplorasi adalah jamur-jamur endofit. Salah satu fakta yang menarik tentang mikroba endofit adalah kemampuannya untuk memproduksi senyawa-senyawa bioaktif, baik yang sama dengan inangnya ataupun tidak sama tetapi seringkali memiliki aktivitas biologis yang serupa dengan senyawa bioaktif yang diproduksi inangnya.

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 atau 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 (Hidayati, 2010).

Pemakaian bahan antimikroba merupakan suatu usaha untuk mengendalikan mikroorganisme. Pengendalian adalah segala kegiatan yang dapat menghambat, membasmi atau menyingkirkan mikroorganisme. Menurut Pelczar (1988) tujuan utama pengendalian adalah:

1. Mencegah penyakit infeksi
2. Membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi
3. Mencegah pembusukan dan kerusakan bahan oleh mikroorganisme

Menurut Pelczar (1986), obat antimikroba sebaiknya mempunyai sifat-sifat berikut :

1. Menghambat atau membunuh pathogen tanpa merusak hospes
2. Bersifat bakterisidal dan bukan bakteristatik
3. Tidak menyebabkan resistensi pada kuman
4. Berspektrum luas
5. Tidak bersifat alergenik atau tidak menimbulkan efek samping bila digunakan dalam jangka waktu yang lama
6. Tetap aktif dalam plasma cairan tubuh
7. Larut didalam air dan stabil
8. Kadar bakterisidal di dalam tubuh cepat tercapai dan bertahan dalam waktu lama.

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.

Berdasarkan sifat toksisitas selektif, aktivitas zat antibakteri dapat dikategorikan menjadi (Brooks *et al.*, 2005):

- a. Bakteriostatik, yaitu antibakteri yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri sehingga jumlah sel bakteri yang hidup praktis tetap. Tetapi pertumbuhan bakteri akan berlangsung kembali bila kontak dengan obat dihentikan.
- b. Bakterisidal, yaitu antibakteri yang mempunyai kemampuan untuk membunuh bakteri dikarenakan hancurnya dinding bakteri karena lisis. Akibatnya bakteri tidak dapat bereproduksi kembali meskipun kontak dengan obat dihentikan.

2.7 Mekanisme Kerja Bahan Antimikroba

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

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

2.8 Faktor Yang Mempengaruhi Aktifitas Zat Antimikroba

Banyak faktor dan keadaan yang mempengaruhi kerja zat antimikroba dalam menghambat atau membasmi organisme pathogen. Semuanya harus dipertimbangkan agar zat antimikroba tersebut dapat bekerja secara efektif. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kerja zat antimikroba menurut Pelczar (1988) adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi atau Intensitas Zat Antimikroba

Semakin tinggi konsentrasi suatu zat antimikroba semakin tinggi daya antimikrobanya, artinya banyak bakteri akan terbunuh lebih cepat bila konsentrasi zat tersebut lebih tinggi.

2. Jumlah Organisme

Semakin banyak jumlah organisme yang ada maka makin banyak pula waktu yang diperlukan untuk membunuhnya.

3. Suhu

Kenaikan suhu dapat meningkatkan keefektifan atau disinfektan atau bahan *microbial*. Hal ini disebabkan zat kimia merusak mikroorganisme melalui reaksi kimia. Reaksi kimia bisa dipercepat dengan meninggikan suhu.

4. Spesies Mikroorganisme

Spesies mikroorganisme menunjukkan ketahanan yang berbeda-beda terhadap suatu bahan kimia tertentu.

5. Adanya Bahan Organik

Adanya bahan organik asing dapat menurunkan keefektifan zat kimia antimicrobial dengan cara menonaktifkan bahan kimia tersebut. Adanya bahan organik dalam campuran zat antimicrobial dapat mengakibatkan :


- a. Penggabungan zat antimicrobial dengan bahan organik membentuk produk yang tidak bersifat *antimicrobial*.
- b. Penggabungan zat *antimicrobial* dengan bahan organik menghasilkan suatu endapan sehingga *antimicrobial* tidak mungkin lagi mengikat mikroorganisme.
- c. Akumulasi bahan organik pada permukaan sel mikroba menjadi suatu pelindung yang akan mengganggu kontak antar zat antimicrobial dengan sel.

6. Keasaman (pH) atau Kebasaan (pOH)

Mikroorganisme yang hidup pada pH asam akan lebih mudah dibasmi pada suhu rendah dan dalam waktu yang singkat bila dibandingkan dengan mikroorganisme yang hidup pada pH basa.

2.9 Bakteri *Staphylococcus aureus*

2.9.1 Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Gambar	Keterangan
 <p data-bbox="475 907 646 943">(Cook, 2005)</p>	<p data-bbox="847 528 1059 564">Bentuk : Kokus</p> <p data-bbox="847 600 1123 636">Ukuran : 0,5-1,5 μm</p> <p data-bbox="847 672 1294 707">Warna : Kuning muda-jingga tua</p> <p data-bbox="847 743 1134 779">Bakteri Gram : Positif</p>

Gambar 2.4 Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus*

2.9.2 Klasifikasi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Menurut Jauhari (2010), klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Firmicutes

Class : Bacili

Ordo : Bacillales

Family : Staphylococcaceae

Genus : Staphylococcus

Species : *Staphylococcus aureus*

2.9.3 Deskripsi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* ini bersifat gram positif, tidak dapat bergerak, tidak dapat membentuk spora, ada yang bersifat fakultatif anaerob serta

tidak membentuk kapsul. Selain itu bakteri ini dapat tumbuh baik pada suhu 37⁰C. Bakteri ini sangat toleran terhadap garam (NaCl 10-20%) dan nitrit serta tahan dalam larutan gula sukrosa 50-60% bersifat fermentatif dan proteolitik akan tetapi tidak menghasilkan bau yang menyimpang (Suryani dan Steppriyani, 2007). Supardi (1999) menambahkan bahwa bakteri ini tidak dapat tumbuh pada media sintetik yang tidak mengandung asam amino atau protein.

Staphylococcus aureus berdiameter sekitar 0,5-1,5 µm. Pembelahan sel terjadi pada lebih dari satu bidang sehingga terbentuk masa tidak teratur menyerupai untaian anggur. Selain itu, bakteri ini dapat pula tersusun dalam bentuk empat-empat (tetrad), membentuk rantai (3-4) sel, berpasangan atau satu-satu. Koloni *Staphylococcus aureus* biasanya berpigmen, warna kuning muda sampai jingga tua atau kuning lemon oleh pigmen karotinoid yang dihasilkan mikroorganisme (Shulman *et al.*, 1994).

2.9.4 Patogenitas dan Gambaran Klinis Bakteri *Staphylococcus aureus*

Selain memproduksi koagulase, yaitu suatu enzim yang dapat menggumpalkan plasma, *Staphylococcus aureus* juga dapat memproduksi berbagai toksin, diantaranya (Supardi, 1999 dalam Haniah, 2008):

1. Eksotoksin- α yang sangat beracun
2. Toksin- β yang terdiri dari hemolisin, yaitu suatu komponen yang dapat menyebabkan lisis pada sel darah merah
3. Toksin F dan S,
4. Hialuronidase, yaitu suatu enzim yang dapat memecah asam hyaluronat di dalam tenunan sehingga mempermudah penyebaran bakteri ke seluruh tubuh

5. Suatu grup enteotoksin yang terdiri dari protein sederhana.

Dijelaskan lebih lanjut oleh Supardi (1999) dalam Haniah (2008) bahwa *Staphylococcus aureus* hidup sebagai saprofit di dalam saluran-saluran pengeluaran lendir dari tubuh manusia dan hewan seperti hidung, mulut dan tenggorokan dan dapat dikeluarkan pada waktu batuk atau bersin. Bakteri ini juga sering terdapat pada pori-pori dan permukaan kulit, kelenjar keringat dan saluran usus.

Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menyerang seluruh tubuh. Bentuk klinisnya tergantung dari bagian tubuh yang terkena infeksi. Di antara contohnya adalah *toxic shock syndrom* (suatu keadaan yang ditandai dengan panas mendadak, diare dan syok), keracunan makanan, ensefalitis, endokarditis dan septicemia (Tim Mikrobiologi, 2003).

2.9.5 Pengobatan


Bakteri ini dapat diobati dengan penisilin, obat-obat yang tahan terhadap penisilinase dan lain-lainnya. Pada umumnya, semua *Staphylococcus* sensitif terhadap vankomisin, termasuk MRSA (Tim Mikrobiologi, 2003). Pengobatan akibat infeksi *Staphylococcus aureus* dapat diberi antibiotik berupa Penisilin G atau derivat penisilin lainnya (Razak, 2013).

Karena sering timbul strain yang resisten terhadap obat, isolat *Staphylococcus* sebaiknya diperiksa kepekaannya terhadap antimikroba untuk membantu pemulihan obat sistemik. *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap penisilin G selalu menghasilkan penisilinase. Bakteri ini biasanya peka terhadap penisilin yang resisten terhadap β -24 laktamase, sefalosporin, atau

vankomisin. Resistensi terhadap nafsilin tidak bergantung pada pembentukan β -laktamase, dan insidensi klinisnya sangat bervariasi di berbagai Negara pada waktu yang berbeda (Cushnie, 2005).

2.10 Bakteri *Escherichia coli*

2.10.1 Morfologi Bakteri *Escherichia coli*

Gambar	Keterangan
 <p data-bbox="427 1122 699 1160">(Smith-Keary, 1988)</p>	<p data-bbox="847 745 1043 779">Bentuk : Basil</p> <p data-bbox="847 819 1369 927">Ukuran : Panjang 2-6 μm dan lebar 1,1-1,5 μm</p> <p data-bbox="847 967 1150 1001">Bakteri Gram : Negatif</p>

Gambar 2.5 Morfologi Bakteri *Escherichia coli*

2.10.2 Klasifikasi Bakteri *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>

2.10.3 Deskripsi Bakteri *Escherichia coli*

Menurut Feliatra (2002) dalam Hidayati (2010), *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 2-6 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.

Bakteri *Escherichia coli* merupakan penghuni normal dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri ini berbentuk batang, anaerobik fakultatif. Menurut Meilisa (2009), *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif, ada yang dapat bergerak dan ada yang tidak. Bakteri gram negatif memiliki struktur dinding sel yang tipis (10-15 nm) dan berlapis tiga (multi). Kandungan lipid dinding sel bakteri gram negatif lebih tinggi (11-22%) dari pada yang dikandung bakteri gram positif, peptidoglikan ada di dalam lapisan kaku sebelah dalam (Pelczar, 1986).

2.10.4 Patogenitas dan Gambaran Klinis Bakteri *Escherichia coli*

Manifestasi klinik infeksi oleh *E. coli* bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan dengan gejala infeksi yang disebabkan oleh bakteri lain. Penyakit yang disebabkan oleh *E. coli* yaitu (Jawetz *et al.*, 1995):

1. Infeksi saluran kemih

E. coli merupakan penyebab infeksi saluran kemih pada kira-kira 90 % wanita muda. Gejala dan tanda-tandanya antara lain sering kencing, disuria, hematuria, dan piuria. Nyeri pinggang berhubungan dengan infeksi saluran kemih bagian atas.

2. Diare

E. coli yang menyebabkan diare banyak ditemukan di seluruh dunia. *E. coli* diklasifikasikan oleh ciri khas sifat-sifat virulensinya, dan setiap kelompok menimbulkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda.

3. Sepsis

Bila pertahanan inang normal tidak mencukupi, *E. coli* dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan sepsis.

4. Meningitis

E. coli dan *Streptokokus* adalah penyebab utama meningitis pada bayi. *E. coli* merupakan penyebab pada sekitar 40% kasus meningitis neonatal.

2.10.5 Pengobatan

Infeksi oleh *E. coli* dapat diobati menggunakan sulfonamida, ampisilin, sefalosporin, kloramfenikol, tetrasiklin dan aminoglikosida. Aminoglikosida kurang baik diserap oleh gastrointestinal, dan mempunyai efek beracun pada ginjal. Jenis antibiotik yang paling sering digunakan adalah ampisilin (Kusuma, 2010).

Ampisilin adalah asam organik yang terdiri dari satu inti siklik dengan satu rantai samping. Inti siklik terdiri dari cincin tiazolidin dan cincin betalaktam, sedangkan rantai sampingnya merupakan gugus amino bebas yang mengikat satu atom H. Ampisilin memiliki spektrum kerja yang luas terhadap bakteri gram negatif, misalnya *E. coli*, *H. Influenzae*, *Salmonella*, dan beberapa genus *Proteus*. Namun ampisilin tidak aktif terhadap *Pseudomonas*, *Klebsiella*, dan *Enterococci* (Ganiswarna, 1995). Ampisilin banyak digunakan untuk mengatasi berbagai infeksi saluran pernafasan, saluran cerna dan saluran kemih (Tan Hoan Tjay dan Raharja, 2002).

Menurut Noviana (2004), bahwa amoksilin, amoksilin asam klavulanat, pefloksasin dan ofloksasin ternyata resisten untuk mengobati infeksi akibat *E.coli*. Antibiotika golongan β -laktam harus digunakan secara hati-hati karena saat ini telah banyak ditemukan *E. coli* yang memiliki mekanisme resistensi pada gen *extended-spectrum betalactamase* (ESBL). Hal ini sesuai dengan yang diperoleh pada penelitian yaitu hanya seftriakson, sefotaksim, dan meropenem dari golongan β -laktam yang dapat digunakan sebagai rujukan terarah untuk pengobatan sementara infeksi *E. coli* inaktif sambil menunggu hasil pemeriksaan mikrobiologi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian bersifat deskriptif, deskriptif kualitatif dan deskripsi kuantitatif. Deskriptif kualitatif berupa eksplorasi dengan cara mengisolasi dan identifikasi fungi endofit dari rimpang tanaman Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) yang diambil dari kebun warga di daerah Batu dan Purwodadi. Deskripsi kuantitatif berupa eksperimen dengan menguji senyawa aktif yang dihasilkan isolat fungi endofit sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Oktober 2015, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium optik dan Laboratorium Genetika Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laminar Air Flow (LAF) cabinet, autoklaf, oven, cawan petri, jarum ose, bunsen, hotplate, stirer,

pinset, vortex, inkubator, aluminium foil, mikroskop, deck glass, obyek glass, gelas ukur, mikropipet, blue tip, tabung reaksi, botol flakon, erlenmeyer, korek api, jangka sorong, kapas steril, shaker inkubator, sentrifugasi, timbangan analitik, silet, pH meter dan mikroskop komputer.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dan biakan murni bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, media MEA (*Malt Extract Agar*) media PDB (*Potatoes Dextrose Broth*), *Yeast Extract*, media MHA (*Muller Hinton Agar*), *Bacto agar*, kloramfenikol sebagai antibakteri, aquades, alkohol 70%, etanol 70% dan natrium hipoklorit (NaOCl) 5,3%, Amoxilin, kertas pH, larutan NaOH, kertas saring Whatman No. 1, kertas cakram, NaCl fisiologi 0,9%, kapas, spirtus, tisu, plastik, karet, kain kasa, plastik wrap dan kertas label.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

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

3.4.2 Pembuatan Media

3.4.2.1 Media MEA (*Malt Extract Agar*) Modifikasi

Media yang digunakan untuk pertumbuhan fungi endofit dalam penelitian ini adalah MEA (*Malt Extract Agar*) yang dimodifikasi dengan penambahan ekstrak bagian tumbuhan inang yang digunakan. Media tersebut dibuat dengan cara menimbang MEA sebanyak 17,75 gram ditambah dengan serbuk bagian tumbuhan sebanyak 7,5 gram, Bacto agar 2,5 gram, dan kloramfenikol 0,1 gram. Seluruh bahan-bahan tersebut dilarutkan dengan aquades sampai 500 ml dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya media disterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121⁰C, tekanan 1 atm (Sinaga, 2009).

3.4.2.2 Media PDY (*Potato Dextrose Yeast*)

PDB (*Potato Dextrose Broth*) dan YE (*Yeast Extract*) masing-masing sebanyak 30 gram dan 2 gram dilarutkan dengan 1000 ml aquades dalam gelas ukur 1500 ml. Media tersebut dicampur sampai merata dengan cara pengadukan dan pemanasan menggunakan hotplate dan stirer. Sambil diaduk, campuran media tersebut diukur pH 6 dengan cara penambahan beberapa tetes larutan NaOH. Campuran media tersebut dimasukkan ke dalam 5 tabung reaksi masing-masing sebanyak 5 ml dan ke dalam 10 erlenmeyer 500 ml masing-masing 100 ml (duplo). Media tersebut disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 21⁰C, tekanan 1 atm selama 15 menit (Jauhari, 2010).

3.4.2.3 Media NA (*Nutrient Agar*)

Ditimbang NA (*Nutrient Agar*) sebanyak 19,5 g, kemudian ditambahkan sebanyak 500 ml aquades pada media NA (Sunarmi, 2010). Setelah itu dipanaskan

dan dihomogenkan NA yang telah ditambahkan dengan akuades hingga tercampur rata dan mendidih. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan erlenmeyer dan ditutup dengan dengan kapas. Media tersebut disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 21°C, tekanan 1 atm selama 15 menit.

3.4.2.4 Media MHA (*Muller Hinton Agar*)

MHA (*Muller Hinton Agar*) sebanyak 38 gram dilarutkan dengan 1 liter aquades menggunakan tabung Erlenmeyer, kemudian dihomogenkan secara merata dengan cara pengadukan dan pemanasan menggunakan hotplate dan stirer. Dituang ke dalam tabung reaksi steril yang ditutup dengan aluminium foil atau kapas. Media tersebut disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 25 menit. Selanjutnya, tuang ke dalam cawan petri, tiap cawan petri berisi 15-20 ml dan dibiarkan sampai memadat, siap untuk digunakan (Sudirman, 2014).

3.4.3 Isolasi Fungi Endofit dari Rimpang Temulawak

Isolasi fungi endofit diawali dengan melakukan sterilisasi permukaan pada sampel, yaitu rimpang temulawak. Sampel dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air mengalir selama 3 menit untuk menghilangkan kotoran di bagian permukaan. Setelah itu sampel ditiriskan dan rimpang dipotong dan ditimbang sebanyak 1 gram. Tiap satu gram temulawak ini disebut dengan sampel. Potongan sampel kemudian direndam dalam etanol 70% selama 2 menit, lalu dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan natrium hipoklorit 5,3% selama 5 menit, dan terakhir direndam kembali dalam etanol 70% selama 1 menit

(Noverita, 2009; Sinaga, 2009). Setelah itu dibilas dengan aquadest steril \pm 1 menit diulang dua kali (Haniah, 2008).

Isolasi fungi endofit dilakukan dengan metode tanam langsung. Setelah disterilisasi permukaan, potongan sampel dikeringkan dengan kertas saring steril selama beberapa menit. Sebagai kontrol, air bilasan terakhir diinokulasikan pada medium MEA (*Malt Extract Agar*) modifikasi. Kemudian masing-masing sampel dipotong atau dibelah menjadi dua bagian dengan menggunakan silet steril dan diletakkan pada media MEA (*Malt Extract Agar*) modifikasi, yaitu media MEA yang telah ditambahkan serbuk tumbuhan inang, sambil sedikit ditekan, dengan posisi permukaan belahan sampel menempel pada media agar. Inokulasi sampel dilakukan di dalam laminar air flow, dan pada setiap cawan petri diletakkan 2 potongan sampel dan dilakukan secara duplo. Selanjutnya sampel diinkubasi selama 2-14 hari tergantung pada tingkat pertumbuhannya, pada suhu 27-29°C (suhu ruangan) (Noverita, 2009; Sinaga;2009).

3.4.4 Pemurnian Fungi Endofit

Fungi endofit yang telah tumbuh pada media MEA modifikasi, kemudian diamati secara makroskopis, meliputi antara lain warna permukaan, warna permukaan sebaliknya, bentuk permukaan, dan tepian koloni. Koloni yang menunjukkan perbedaan dianggap sebagai isolat yang berbeda, yang kemudian dipisahkan dan dikultur kembali dalam media MEA modifikasi baru yang terpisah satu sama lain. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh kultur yang

koloninya seragam. Pemurnian ini bertujuan untuk memisahkan koloni mikroba endofit dengan koloni lainnya yang berbeda untuk dijadikan isolat murni.

Isolat endofit yang menunjukkan sifat morfologi jamur, kemudian dipindahkan ke media MEA dalam cawan Petri yang baru dan media miring MEA dalam tabung reaksi. Pengamatan morfologi dilakukan kembali setelah inkubasi selama 7 hari pada suhu ruangan, dan apabila masih ditemukan pertumbuhan koloni yang berbeda secara makroskopik maka harus dipisahkan kembali sampai diperoleh isolat murni. Masing-masing isolat murni, kemudian dipindahkan ke dalam agar miring dan cawan Petri secara duplo. Masing-masing sebagai kultur stok dan kultur untuk penelitian lebih lanjut.

3.4.5 Identifikasi Isolat Fungi Endofit

Fungi endofit yang telah diinkubasi 7 hari pada suhu ruangan tadi diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis. Pengamatan ciri-ciri makroskopis dengan cara langsung melihat warna permukaan, warna permukaan sebaliknya, bentuk permukaan, dan tepi koloni fungi endofit. Sedangkan pengamatan ciri-ciri mikroskopis dengan cara melihat bentuk konidia, hifa, dan letak konidiofor fungi endofit menggunakan mikroskop komputer.

Pembuatan preparat untuk pengamatan yang menggunakan mikroskop binokuler adalah sebagai berikut (Hidayahti, 2010):

1. Dipotong media MEA (*Malt Extract Agar*) 1 cm² dari cawan petri dengan pimes steril secara aseptis.
2. Masing-masing potongan media tersebut diletakkan di atas obyek glass steril.

3. Isolat fungi endofit yang ingin diidentifikasi dikultur dengan cara digoreskan pada sisi tengah media.
4. Ditutup obyek glass dengan deck glass kemudian ditekan secara perlahan.
5. Diletakkan obyek glass tersebut di atas kapas basah steril di dalam cawan petri steril dan di inkubasi pada suhu ruang selama 3-6 hari.
6. Pengamatan dilakukan dengan cara disiapkan obyek glass dan ditetaskan 1 tetes NaCl fisiologis 0,9%.
7. Ditutup tetasan NaCl fisiologis 0,9% dengan deck glass dari hasil kultur fungi endofit pada poin (1-5).
8. Diamati di bawah mikroskop computer perbesaran 100x dan 400x.
9. Diamati semua bentukan fungi endofit dari konidia, hifa, konidiospor dan rhizoid.
10. Hasil pengamatan dikomparasikan dengan atlas identifikasi fungi yaitu buku identifikasi jamur karangan Barnett (1972) untuk menentukan fungi tersebut dapat diklasifikasikan dalam genus tertentu.

3.4.6 Uji Fungi Endofit Penghasil Metabolit Antibakteri

3.4.6.1 Produktivitas Metabolit Antibakteri

Produktivitas metabolit antibakteri oleh fungi endofit dilakukan dengan menggunakan media PDY (*Potatoes Dextrose Yeast*), yang bertujuan untuk memperoleh ekstrak yang mengandung senyawa metabolit sekunder dari isolat fungi endofit. Koloni murni fungi endofit pada cawan petri MEA yang telah diinkubasi selama 7 hari, kemudian dengan menggunakan pimes steril diambil 3

potongan berukuran $\pm 1 \times 1$ cm. Potongan fungi tersebut kemudian diinokulasikan ke dalam media fermentasi cair PDY sebanyak 20 mL dalam labu erlenmeyer ukuran 50 ml. Labu erlenmeyer yang berisi media fermentasi cair PDY dan potongan kultur fungi endofit difermentasi goyang menggunakan rotary shaker dengan kecepatan 130 rpm (kocokan/menit), dilakukan pada suhu ruang selama 5-7 hari (selama fase stasioner pada masing-masing isolate fungi endofit). Setelah itu medium cair hasil fermentasi tersebut dimasukkan ke dalam tabung sentrifus ukuran 15 mL yang sebelumnya telah disterilisasi terlebih dahulu, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 20 menit. Supernatan hasil sentrifugasi diambil dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No.1 (Noverita, 2009; Sinaga, 2009). Supernatan ini kemudian digunakan untuk uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* sebagai larutan uji.

3.4.6.2 Pembuatan Kurva Pertumbuhan

Isolat fungi endofit yang terpilih diambil 3 potongan berukuran $\pm 1 \times 1$ cm ditumbuhkan pada media cair PDY (*Potatoes Dextrose Yeast*) sebanyak 20 mL. kultur kemudian diinkubasi pada kecepatan 130 rpm (Srikandace, Yoice *et al.* 2007) pada suhu ruang selama ± 14 hari. Pengukuran bobot biomassa fungi endofit dilakukan setiap 1 hari. Miselia fungi endofit yang tumbuh di dalam media PDY kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 1 dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam pada suhu 80°C . Bobot kering miselia ditentukan dengan menghitung selisih bobot antara kertas kertas saring kosong dengan kertas saring berisi miselia (Andhikawati, Aulia *et al.*, 2014). Kemudian

dibuat kurva pertumbuhan antara waktu pengambilan sampel dengan bobot biomassa.

3.4.6.3 Persiapan Bakteri Uji

Biakan murni bakteri diremajakan pada media agar padat dengan cara diambil bakteri 1 ose, lalu jarum ose yang mengandung bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli* digoreskan secara aseptis pada media NA (*Nutrient Agar*) pada cawan yaitu dengan mendekatkan cawan pada nyala api saat menggoreskan jarum ose. Kemudian cawan petri ditutup kembali dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator. Selanjutnya sebanyak satu ose koloni bakteri uji diinokulasikan dalam larutan NaCl fisiologis 0,9% sebanyak 5 ml. Kekeruhannya diseragamkan dengan menggunakan standar McFarland 0,5 (kepadatan bakteri $1,5 \times 10^8$) pada latar belakang hitam dan cahaya terang.

Standar kekeruhan McFarland dibuat dengan cara 0,5 ml larutan BaCl₂ 1% ditambah dengan 9,5 ml larutan H₂SO₄ 1%. Teknik inokulasi bakteri yang dilakukan untuk pengujian antibakteri menggunakan swab steril. Swab steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri uji dalam NaCl fisiologis 0,9%, kemudian ditiriskan dengan cara ujung swab ditekan pelan dan diputar pada dinding dalam tabung untuk membuang kelebihan cairan. Selanjutnya swab tersebut dioleskan ke permukaan agar sebanyak dua kali yaitu secara horizontal dan vertikal agar pertumbuhan bakteri merata (Noverita, 2009; Sinaga, 2009).

3.4.6.4 Uji Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Medium yang digunakan untuk uji aktifitas antibakteri yaitu medium MHA (*Mueller Hinton Agar*). Uji aktivitas antibakteri fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dilakukan dengan metode Kirby-Bauer yang dikenal sebagai metode cakram kertas. Tiap-tiap cakram kertas kosong sebelumnya disterilkan dengan cara dipanaskan dalam oven pada suhu 70°C selama 15 menit. Simarmata (2007) secara aseptik, kertas cakram yang sudah disterilkan direndam supernatan kultur fungi endofit selama 60 menit. Kertas cakram diambil dengan menggunakan pinset steril dan diletakkan di atas medium uji aktifitas antibakteri (medium plat MHA). Jumlah cakram kertas yang diletakkan dalam satu cawan petri adalah 3 buah, dan masing-masing jarak antar cakram diatur supaya tidak terlalu dekat. Sebagai kontrol positif digunakan antibiotik Amoxilin 1gram/100 ml aquades dan kontrol negatif digunakan cakram kosong steril.

Pengujian dilakukan menggunakan dua jenis bakteri uji, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, masing-masing dengan tiga ulangan. Setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, dilakukan pengukuran diameter daerah hambat yang ditandai dengan terbentuknya daerah bening di sekitar cakram, dengan menggunakan penggaris milimeter (jangka sorong). Sampel yang mempunyai potensi menghasilkan zat antibakteri ditunjukkan dengan adanya zona bening (Zona hambat).

3.4.7 Pengukuran Zona Hambat

Zona hambat yang terbentuk diamati disekitar isolat yang diuji, karena luasan zona bentuknya maka diameter zona hambat diitung dengan rumus sebagai berikut (Simarmata, 2007):

$$Lz = Lav - Ld$$

Dimana: Lz = Diameter zona hambat (mm)

Lav = Diameter zona hambat dengan kertas saring (mm)

Ld = Diameter kertas saring (mm)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil isolasi dan identifikasi fungi endofit dianalisa secara deskriptif meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Diameter zona hambat yang terbentuk pada media MHA (*Muller Hinton Agar*) digunakan sebagai indikator bahwa fungi endofit sebagai penghasil senyawa antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Pemurnian Fungi Endofit dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Sampel rimpang temulawak yang digunakan sebagai sumber isolat fungi endofit diperoleh dari kebun warga di Batu dan Purwodadi. Rimpang temulawak yang diperoleh langsung dicuci dengan air mengalir selama 3 menit dan dikupas kulitnya selanjutnya ditimbang sebesar 1 gram persampel. Sterilisasi permukaan sampel dilakukan dengan merendam rimpang yang telah dicuci selama 3 menit kedalam etanol 70% selama 2 menit, larutan natrium hipoklorit 5,3% selama 5 menit, larutan etanol 70% kembali selama 1 menit dan terakhir dibilas dengan aquades steril selama 3 kali selama \pm 1 menit untuk mendapatkan rimpang yang steril.

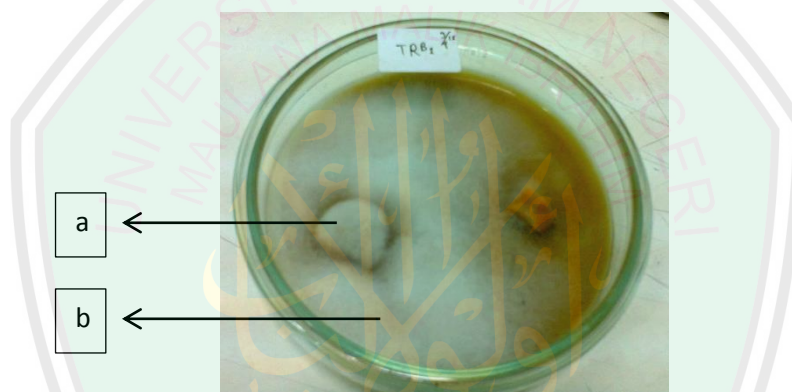
Natrium hipoklorit dan etanol berfungsi sebagai desinfektan yang berguna untuk mensterilkan permukaan dari rimpang temulawak secara kimia. Rimpang steril yang didapat dibelah menjadi dua bagian dan ditanam dengan posisi menelungkup kearah media yang telah padat. Kontrol didapat dari air bilasan terakhir diinokulasikan pada medium MEA (*Malt Extract Agar*) modifikasi. Cawan petri yang telah berisi rimpang temulawak kemudian diinkubasi pada suhu ruang ($27-29^{\circ}\text{C}$) selama 2-14 hari. Fungi endofit yang tumbuh kemudian dilakukan pemurnian selama 3 kali untuk mendapatkan isolat tunggal. Tabel 4.1 menunjukkan hasil isolasi, dimana 2 isolat berasal dari Batu dan 1 isolat berasal dari Purwodadi.

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Fungi Endofit dari Temulawak

Daerah Sampel	Jumlah Fungi	Kode Isolat
Batu	2	TRB1
		TRB2
Purwodadi	1	TRP1

Keterangan Tabel 4.1 TRB=Rimpang dari Batu, TRP=Rimpang dari Purwodadi

Hasil isolat fungi endofit yang berhasil ditumbuhkan dalam belahan rimpang temulawak berasal dari Batu pada media MEA (*Malt Extract Agar*) modifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Isolat Fungi Endofit Rimpang Temulawak dari Batu setelah diinkubasi 3 hari pada media MEA modifikasi pada suhu ruang (Ket. a. Belahan Rimpang Temulawak, b. Fungi endofit dalam Belahan Rimpang)

Hasil pengamatan pada Gambar 4.1 di atas, membuktikan bahwa fungi endofit dapat ditemukan pada rimpang temulawak, dimana fungi tampak tumbuh di sebelah dalam belahan rimpang. Hal ini membenarkan pernyataan yang diungkapkan Worang (2003), bahwa fungi endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan seperti daun, bunga, umbi, ranting maupun akar tumbuhan. Keberadaan fungi endofit sebenarnya sudah dijelaskan dalam Q. S Ar-Ruum ayat 19 yang berbunyi:

تُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۗ وَكَذَٰلِكَ

تُخْرِجُونَ ﴿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)” (Q. S Ar-Ruum: 19).

Menurut tafsir Al-Maraghi juz 21 (1989: 65-66) menafsirkan bahwa Allah menciptakan segala sesuatu dari hal-hal yang berbeda, mengisyaratkan bahwa proses kehidupan dan kematian itu berjalan secara terus menerus, tidak berhenti di bumi dan di angkasa. Dia mengeluarkan manusia dari asal *nutfah* dan unggas dari asal telur. Sebagaimana Dia mampu pula untuk menciptakan sebaliknya, maka untuk itu Dia mengeluarkan *nutfah* dari manusia dan telur dari unggas. Bukan saja terlihat pada antar manusia melainkan tumbuh-tumbuhan. Hal ini terkandung bukti yang menunjukkan akan kesempurnaan dari kekuasaan-Nya dan keindahan ciptaan-Nya.

Sedangkan menurut tafsir Ibnu Katsir jilid 6 (1994: 230-231) menafsirkan sebagai berikut:

“Dan Allah-lah mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan yang mati dari yang hidup. Dia mengeluarkan tanaman dari biji dan biji tanaman, mengeluarkan telur dari ayam dan ayam dari telur, mengeluarkan manusia dari setetes mani dan mani dari manusia, mengeluarkan seorang mukmin dari seorang kafir dan seorang kafir dari seorang mukmin. Dia pulalah Allah yang menghidupkan tanah dan menjadikannya subur sesudah mati dan gersang”.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir tidak jauh berbeda dengan arti dari ayat al-Qur’an. Tetapi tafsir dari Al-Maraghi lebih detail karena dalam tafsirnya terdapat makna Allah menghidupkan

bumi dengan air hujan, akhirnya bumi mengeluarkan tumbuh-tumbuhan yang subur. Sehingga disitu terdapat bukti akan kesempurnaan kekuasaan-Nya dan keindahan ciptaan-Nya. Sedangkan tafsir Ibnu Katsir menyebutkan berbagai macam contoh bahwa Allah-lah mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan yang mati dari yang hidup tanpa ada proses yang rinci.

Ayat di atas memperingatkan kita supaya menyadari bahwa demikianlah kehidupan dan kematian, demikian itu pula kelak kita akan dibangkitkan setelah kematian. Peristiwa ini hampir sama dengan fungsi endofit yang diambil dari rimpang temulawak, sehingga keuntungan yang didapatkan adalah ketidakharusan manusia dalam menggunakan tanaman temulawak dalam jumlah yang sangat besar.

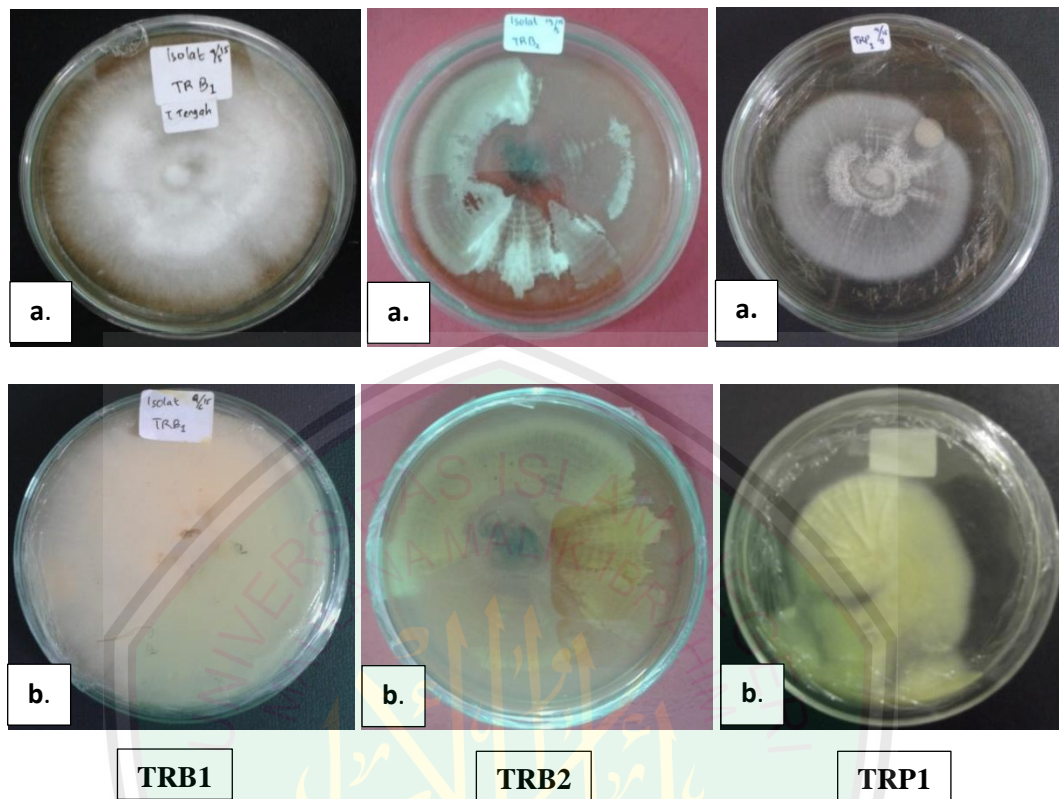
Isolat fungi endofit yang dihasilkan dari rimpang temulawak Batu (B) setelah dilakukan pemurnian, berdasarkan bentuk dan warna koloni yang tampak secara makroskopik diperoleh 2 macam isolat fungi endofit, sedangkan fungi endofit yang dihasilkan dari rimpang temulawak Purwodadi (P) diperoleh 1 macam isolat fungi endofit, yang mana penampakan dari tiap fungi yang diperoleh beraneka ragam baik dari pertumbuhan, warna maupun bentuk tiap koloni sehingga memudahkan bagi peneliti untuk membedakan dan memisahkan antara fungi yang satu dengan fungi yang lain. Untuk lebih jelasnya mengenai karakteristik isolat fungi endofit dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik isolat fungi endofit dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) secara makroskopis pada Media MEA

Isolat	Permukaan Bagian Atas	Warna Sebaliknya
TRB1	Warna koloni permukaan depan putih dengan tekstur <i>cottony</i> (seperti kapas). Diseluruh permukaan, pertumbuhan koloni rata dan tebal.	Warna sebaliknya kuning keputihan, bagian tepi rata dan membentuk lingkaran konsentris.
TRB2	Warna koloni permukaan depan bagian tengah hitam, bagian tepinya berwarna putih dan coklat. Diseluruh permukaan, pertumbuhan koloni tidak rata dan tipis.	Warna sebaliknya coklat, bagian tepi rata, membentuk lingkaran konsentris dan tipis.
TRP1	Warna koloni permukaan depan putih. Pada permukaan Pertumbuhan koloni tidak rata, bagian tengah tebal dan bagian samping tipis	Warna sebaliknya kuning, bagian tepi rata.

(Ket: TRB=Rimpang dari Batu, TRP=Rimpang dari Purwodadi)

Setiap morfologi setiap fungi endofit berbeda-beda, mulai dari warna permukaan bagian atas dan permukaan bagian bawah. Setiap fungi endofit memiliki ciri khas sendiri-sendiri. Untuk lebih jelas mengenai morfologi fungi endofit secara makroskopis dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Morfologi isolat fungi endofit secara makroskopis pada Media MEA.
a. Permukaan bagian atas **b.** Permukaan bagian bawah
 (Ket: TRB=Rimpang dari Batu, TRP=Rimpang dari Purwodadi)

Hasil penelitian di atas, diketahui bahwa telah ditemukan beberapa jenis fungi endofit dalam rimpang temulawak yang diambil dari tempat yang berbeda yakni dari daerah Batu dan daerah Purwodadi. Sebagaimana dalam Q.S Ar-Ra'ad ayat 4:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَّرَعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَعَيْرٌ صِنَوَانٍ

يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ 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 (Q.S Ar-Ra’ad: 4).

Menurut tafsir Ibnu Katsir jilid 4 (1988: 423-424) menafsirkan bahwa Allah telah menciptakan petak-petak bumi yang berdampingan dengan baik dan subur. Di atas petak-petak itu Allah telah menciptakan kebun-kebun anggur, kurma dan lain-lain tanaman serta buah-buahan yang bermacam-macam rasa dan bentuknya, beraneka ragam warna dan baunya. Allah melebihkannya tentang rasa dan kelezatannya. Hal ini terkandung bukti bahwa terdapat tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan-Nya. Bagi orang-orang yang berakal dan menggunakan akalinya untuk merenungkan dan memikirkannya.

Sedangkan menurut tafsir Ibnu Jalalain (2010: 92) menafsirkan bahwa sebagai berikut:

“Berbagai macam daerah yang saling berdekatan; di antaranya ada yang subur dan ada yang tandus; dan di antaranya lagi ada yang kekurangan air dan yang banyak airnya. Hal ini merupakan bukti-bukti yang menunjukkan kepada kekuasaan-Nya ladang-ladang pohon kurma yang banyak cabangnya pohon kurma yang tidak banyak cabangnya disirami. Allah menciptakan kelebihan dalam hal rasa; yaitu ada yang manis dan ada yang

masam. Hal ini merupakan tanda yang menunjukkan kepada kekuasaan Allah SWT dalam hal tersebut bagi orang-orang yang mau memikirkannya”.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir tidak jauh berbeda dengan arti dari ayat al-Qur'an. Inti dari penafsiran keduanya adalah bahwa Allah-lah yang menumbuhkan berbagai macam tanaman seperti anggur, kurma serta buah-buahan yang bermacam-macam rasa, bentuk, warna dan baunya. Allah melebihkan semua yang diciptakan-Nya dengan rasa dan kelezatannya. Manusia telah dianugerahkan akal, seharusnya manusia merenungkan dan memikirkan semua yang telah diciptakan Allah SWT bahwa itu semua adalah tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan-Nya.

Berdasarkan hasil kedua tafsir di atas, sebagai seorang manusia dapat mengambil suatu pelajaran bahwasannya Allah Maha Kuasa, telah menciptakan segala isinya di bumi salah satunya adalah menumbuhkan kebun yang menghasilkan berbagai macam tanaman. Sebagai seorang manusia seharusnya kita selalu bersyukur, dan mengetahui bahwa yang menciptakan semuanya itu adalah Allah SWT. Walaupun manusia yang menanam tumbuhan tersebut tetapi yang menentukan tanaman tersebut tumbuh atau tidak, semua atas kehendak Allah, dan masing-masing tumbuhan diciptakan mempunyai kelebihan yang berbeda-beda. Salah satu contohnya adalah temulawak yang diciptakan memiliki berbagai macam kandungan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, sehingga dapat mensejahterakan umat manusia.

4.2 Identifikasi Fungi Endofit dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, fungi endofit yang telah berhasil diisolasi dari rimpang temulawak 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 fungi endofit pada rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) baik yang diperoleh dari Batu maupun dari Purwodadi.

4.2.1 Isolat TRB1

Ciri makroskopis fungi endofit isolate TRB1 dapat dilihat pada tabel 4.2. sedangkan ciri makroskopis sebagai berikut:

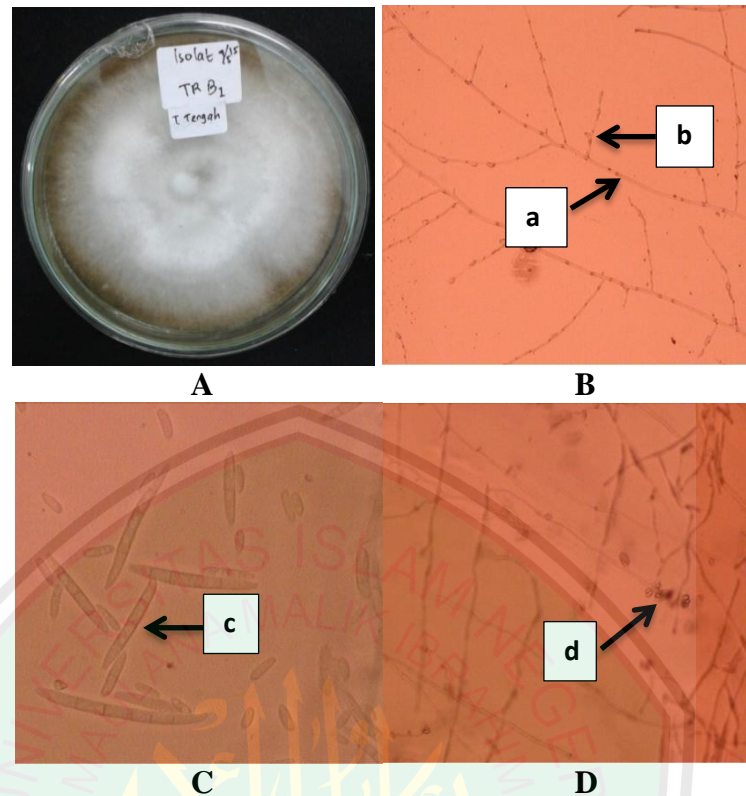
- a. Makrokonidia melengkung atau bengkok di ujungnya runcing, biasanya berbentuk kano.
- b. Makrokonidia sebagian besar memiliki 3 septa
- c. Mikrokonidia berbentuk bulat telur atau lonjong
- d. Hifa berseptata

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi oleh Barnett (1972) dan Ellis (2007) maka dapat diketahui bahwa isolat TRB1 termasuk genus *Fusarium* spp.

Menurut Barnett (1972) *Fusarium* spp. memiliki penyebaran miselium yang luas dan permukaan bagian atas tampak seperti kapas, dengan beberapa semburat merah muda, ungu, atau kuning pada permukaan sebaliknya. Miselium

memiliki bagian seperti konidiofor yang berbentuk ramping dan sederhana, atau gemuk, pendek, bercabang tidak teratur, tunggal atau dikelompokkan ke dalam sporodoshia. Makrokonidia memiliki bentuk sedikit melengkung atau bengkok, di bagian ujungnya runcing, biasanya berbentuk kano. Mikrokonidia bersel 1, memiliki bentuk bulat telur atau lonjong, tunggal atau dalam rantai. Beberapa konidia memiliki 2 atau 3 sel, yang berbentuk lonjong atau sedikit melengkung. *Fusarium* spp. parasit pada tumbuhan tingkat tinggi atau saprofit pada bahan tanaman yang telah membusuk. *Fusarium* spp. adalah sebuah genus yang besar karena memiliki beberapa spesies, genus ini ditempatkan pada famili Tuberculariaceae karena beberapa spesies menghasilkan sporodoshia.

Menurut Ellis (2007), *Fusarium* spp. memiliki koloni yang berkembang pesat. Pada hari ke-4 didapatkan panjang 4,5 cm. Miselium berwarna putih dan pada permukaan sebaliknya memiliki warna semburat ungu. Konidiofor berbentuk pendek, tunggal, monopodial lateral dalam miselium dan bercabang-cabang. Makrokonidia memiliki bentuk sedikit melengkung, bagian ujungnya runcing, sebagian besar memiliki tiga septa, Makrokonidia memiliki ukuran 23-54 x 3-4,5 μm . *Fusarium* spp. memiliki banyak mikrokonidia, tidak bergabung dalam rantai, sebagian besar tidak berseptum. Mikrokonidia berbentuk ellips ke silinder, lurus atau sedikit melengkung dengan ukuran 5-12 x 2,3-3,5 μm . Chlamydospore terletak di terminal hialin, memiliki dinding yang halus atau kasar dengan ukuran 5-13 μm .



Gambar 4.3. Isolat TRB1
 A. Koloni isolat TRB1, B. dan C. foto mikroskopis isolat TRB1 perbesaran 400x, D. foto mikroskopis isolat TRB1 perbesaran 100x
 (Ket: a. Hifa, b. konidiofor, c. makrokonidia, d. mikrokonidia)

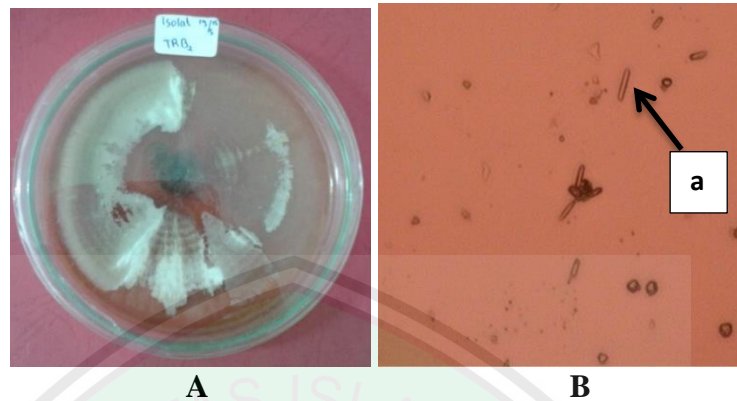
4.2.2 Isolat TRB2

Ciri makroskopis fungi endofit isolat TRB2 dapat dilihat pada tabel 4.2. sedangkan ciri makroskopis sebagai berikut:

- a. Konidiofor berjenis pohon, berulang kali bercabang
- b. Konidia terletak di puncak cabang

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan, dibandingkan dengan pendapat Barnett (1972) yang menyatakan bahwa konidiofor berjenis pohon, berulang kali bercabang, tegak. Konidia terletak sendiri-sendiri di puncak cabang, bersel 1, hialin memiliki warna yang tipis dan

hidupnya saprofit. Setelah dibandingkan maka dapat diketahui bahwa isolat TRB2 termasuk genus *Monosporium* spp.



Gambar 4.4. Isolat TRB2

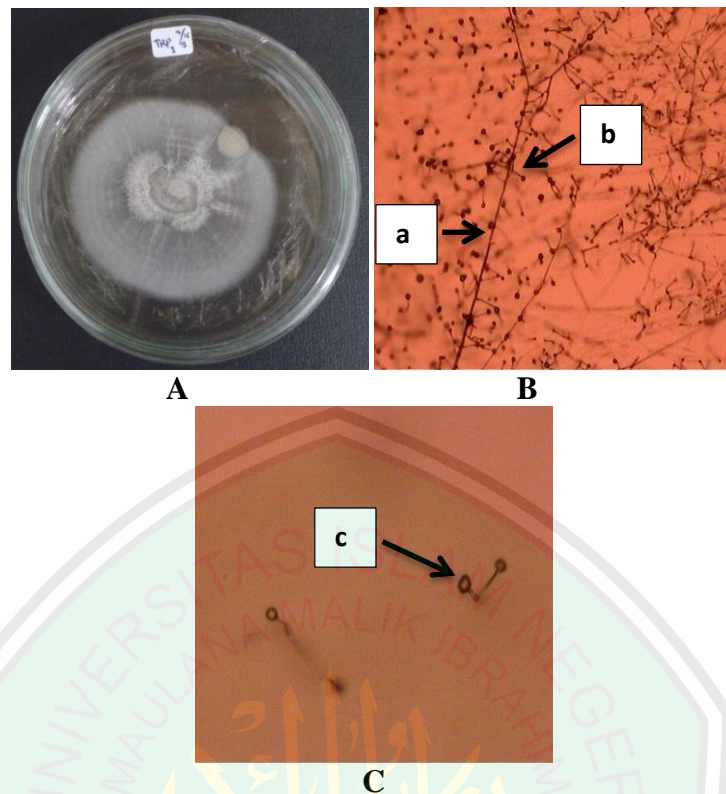
A. Koloni isolat TRB2, B. foto mikroskopis isolat TRB2 perbesaran 400x
(Ket: a. konidia)

4.2.3 Isolat TRP1

Ciri makroskopis fungi endofit isolate TRP1 dapat dilihat pada tabel 4.2. sedangkan ciri makroskopis sebagai berikut:

- a. Konidiofor tegak, ramping dan septa
- b. Konidia berbentuk bulat telur

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan, dibandingkan dengan pendapat Barnett (1972) yang menyatakan bahwa miselium memiliki warna gelap, konidiofor berwarna gelap, tegak, ramping, berseptum, sederhana, konidia kadang-kadang melekat pada bagian lateral. Konidia memiliki ukuran besar, bersel 1, berbentuk bulat telur ke ellips dan hidupnya saprofit. Setelah dibandingkan maka dapat diketahui bahwa isolat TRP1 termasuk genus *Monospora* spp.



Gambar 4.5. Isolat TRP1
 A. Koloni isolat TRP1, B. dan C. foto mikroskopis isolat TRP1 perbesaran 400x, (Ket: a. Hifa, b. konidiofor, c. konidia)

Hasil dari identifikasi fungi endofit dari rimpang temulawak yang berasal dari daerah Batu dan Daerah Purwodadi tidak ada spesies yang sama melainkan dari kedua tempat mendapat 3 macam fungi endofit yang berbeda. Berdasarkan dari hasil karakterisasi fungi endofit secara makroskopis juga di dapatkan ciri yang berbeda dari tiap isolat fungi endofit yaitu *Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monotospora* spp. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan rimpang temulawak, yang memiliki tempat tumbuh yang berbeda mulai dari keadaan komposisi tanah, kondisi cuaca dan iklim yang berbeda. Temulawak mudah hidup dalam kondisi cuaca yang dingin seperti di daerah Batu.

Temulawak dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian 0-1.800 m/dpl (Fauzi, 2009). Temulawak tumbuh baik pada jenis tanah latosol, andosol, regosol dan podsolik pada ketinggian 100-1.500 m/dpl dengan curah hujan 100-4.000 mm/tahun (Hernani, 2005). Suhu udara yang baik untuk tanaman temulawak ini berkisar antara 19-30°C. Temulawak dapat tumbuh pada ketinggian tempat 5-1.000 m/dpl dengan ketinggian tempat optimum adalah 750 m/dpl (Rukmana, 1995).

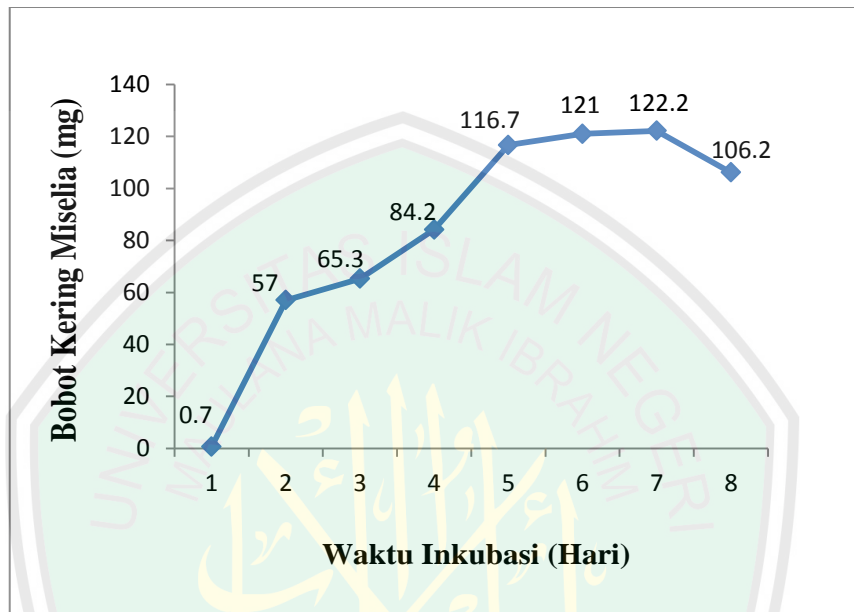
Faktor lingkungan merupakan faktor luar dari tanaman yang juga banyak berpengaruh terhadap sifat bahan aktif yang nantinya juga dapat mempengaruhi mikroorganisme yang ada di dalam sistem jaringannya seperti keberadaan fungi endofit. Faktor lingkungan terdiri atas: sinar matahari, temperatur, Musim, daerah pertumbuhan dan zat makanan. Semua faktor lingkungan yang diterima tanaman akan mempengaruhi pembentukan zat-zat makanan dalam jaringan dan sifat hasil tanamannya. Hasil tanaman yang tumbuh baik pada kondisi lingkungan yang cocok akan sangat berbeda dengan hasil tanaman yang tumbuh pada lingkungan yang tidak cocok (Kartasapoetra, 1989).

4.3 Uji Aktifitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit pada Rimpang Temulawak Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

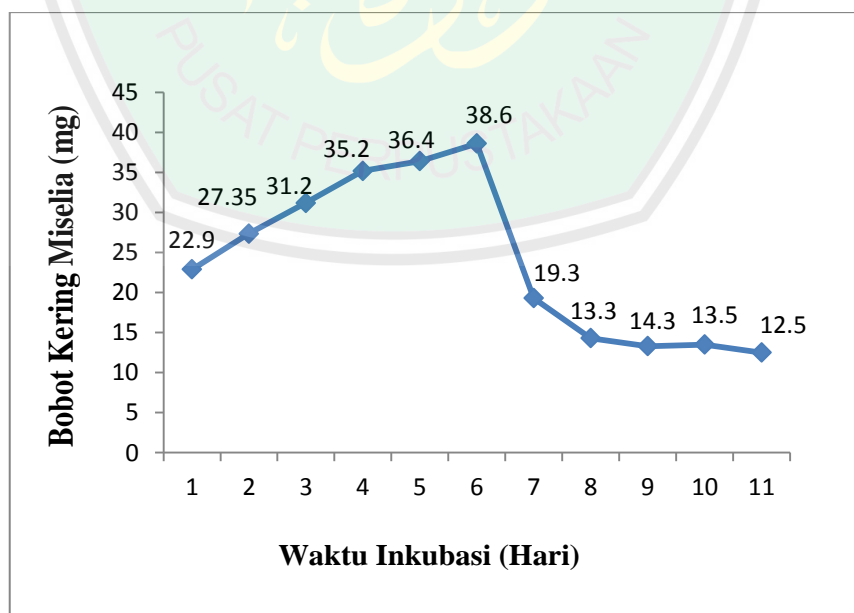
4.3.1 Pengukuran Pertumbuhan Isolat Fungi Endofit

Pertumbuhan isolat fungi endofit *Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monotospora* spp. diukur untuk mengetahui laju pertumbuhan fungi, yaitu dengan membuat kurva pertumbuhan sehingga dapat diketahui fase-fase pertumbuhan

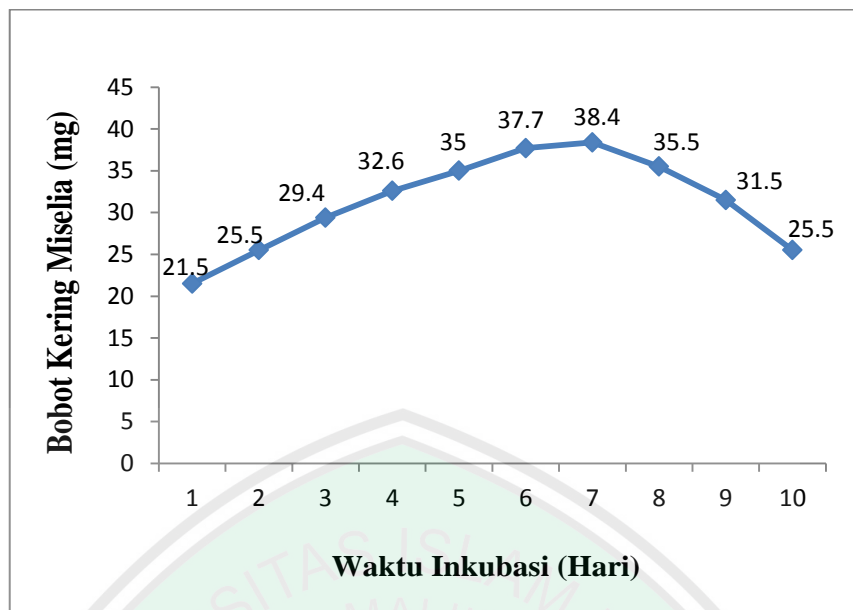
dari semua isolat fungi endofit (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp., dan *Monotospora* spp.) pada media biakan. Kurva pertumbuhan fungi endofit *Fusarium* spp., *Monosporium* spp., dan *Monotospora* spp. dapat dilihat pada Gambar 4.6., 4.7. dan 4.8.



Gambar 4.6. Kurva pertumbuhan fungi endofit *Fusarium* spp.



Gambar 4.7. Kurva pertumbuhan fungi endofit *Monosporium* spp.



Gambar 4.8. Kurva pertumbuhan fungi endofit *Monotospora* spp.

Kurva pertumbuhan fungi endofit menunjukkan bahwa waktu mempunyai hubungan yang erat dengan fase pertumbuhan fungi endofit. Fungi endofit *Fusarium* spp. Fungi endofit mengalami fase eksponensial dari hari ke-1 sampai hari ke-5, hal ini terlihat pada kurva pertumbuhan yang menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah sel. Setelah hari ke-5 sampai hari ke-7, kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa fungi endofit mulai memasuki fase stasioner. Pada fase stasioner sel menjadi tua, laju pembiakan berkurang dan beberapa sel mati karena menyusutnya nutrient dalam media. Akan tetapi metabolisme masih terus berlangsung, dapat terlihat pada melimpahnya produk metabolisme yang cenderung menumpuk. Metabolit sekunder pada umumnya terbentuk pada saat populasi sel tetap (jumlah sel tumbuh dan sel mati sama). Melewati hari ke-7, fungi endofit memasuki fase kematian.

Monosporium spp. mengalami fase eksponensial dari hari ke-1 sampai hari ke-6, hal ini terlihat pada kurva pertumbuhan yang menunjukkan terjadinya

peningkatan jumlah sel. Setelah hari ke-6 fungi endofit memasuki fase kematian. Sedangkan *Monotospora* spp mengalami fase eksponensial dari hari ke-1 sampai hari ke-6, hal ini terlihat pada kurva pertumbuhan yang menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah sel. Setelah hari ke-6 sampai hari ke-7, kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa fungi endofit mulai memasuki fase stasioner. Setelah hari ke-7 fungi endofit memasuki fase kematian.

Pada fase stasioner diduga sel-sel fungi endofit lebih tahan terhadap keadaan ekstrim, seperti suhu (lebih panas atau lebih dingin), radiasi bahan kimia dan metabolit sekunder yang dihasilkannya sendiri. Sintesis metabolit sekunder dimulai pada saat mulai habisnya beberapa komponen utama nutrisi pada media pertumbuhan. Keterbatasan sumber utama sintesis tersebut antara lain gula sebagai sumber karbon dan protein sebagai sumber asam amino atau nitrogen. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pelepasan zat-zat hasil proses katabolisme yang merupakan metabolit sekunder. Memasuki fase kematian, jumlah sel fungi endofit semakin berkurang dan tidak ada penambahan jumlah sel fungi. Hal ini terjadi karena nutrisi dalam media serta cadangan makanan di dalam sel telah habis (Srikandace, 2007).

Metabolit atau senyawa kimia tertentu dari fungi endofit *Fusarium* spp. dan *Monosporium* spp. dihasilkan pada hari ke-6 pada fase stasioner, untuk fungi endofit *Monotospora* spp. dihasilkan pada hari ke-7 pada fase stasioner. Hal ini dimungkinkan karena sumber karbohidrat masih tersedia cukup untuk membentuk metabolit sekunder, walaupun nutrisi yang lain sudah mulai menyusut.

Pembentukan metabolit atau senyawa kimia tertentu tersebut juga terjadi pada pH 6, yang masih masuk dalam rentang pH optimum untuk pertumbuhan fungi.

Menurut Rahman (1989), fase pertumbuhan stasioner merupakan fase dimana fungi endofit menghasilkan metabolit sekunder, pada saat ini aktivitas metabolit fungi sangat menentukan pembentukan zona hambat atau zona bening karena fungi endofit telah siap mensekresikan metabolitnya yang dapat digunakan sebagai antibakteri. Oleh karena itu, langkah selanjutnya setelah dilakukan pengukuran pertumbuhan fungi endofit (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monospora* spp.) dan telah mengetahui fase stasioner untuk masing-masing fungi endofit. Selanjutnya dilakukan uji metabolit sekunder fungi endofit sebagai antibakteri untuk mengetahui kemampuan senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit selama fase stasioner sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

4.3.2 Uji Aktifitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Fungi endofit yang diisolasi dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam menghasilkan metabolit antibakteri. Seleksi terhadap 3 fungi 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 *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37⁰ C, adapun rata-rata diameter zona hambatan dari uji aktivitas antibakteri metabolit jamur endofit dari umbi bawang putih terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat dilihat pada Tabel 4.3. berikut ini :

Tabel 4.3. Diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Jenis Fungi	Zona hambat (mm)			
	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Escherichia coli</i>	
	Panjang	Keterangan	Panjang	Keterangan
Fusarium spp.	1,81	Lemah	2,98	Lemah
Monosporium spp.	1,77	Lemah	0,96	Lemah
Monotospora spp.	2,1	Lemah	1,62	Lemah
Kontrol Positif	9,43	Kuat	12,42	Kuat
Kontrol Negatif	0	Lemah	0	Lemah

Berdasarkan Tabel 4.3. isolat fungi endofit dari rimpang temulawak mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, sehingga dapat dikatakan fungi endofit dari rimpang temulawak mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibakteri. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Worang (2003) menyatakan bahwa fungi endofit, terdapat dalam suatu sistem jaringan seperti daun, umbi, ranting, atau akar tumbuhan. Fungi endofit dapat menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu

dan mampu menghasilkan antifungi, antibakteri, hormon pertumbuhan tanaman, mikotoksin dan enzim.

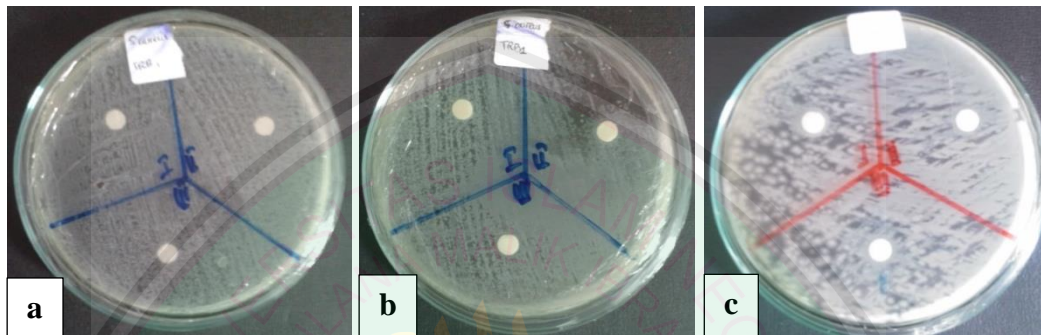
Pan, *et al* (2009), menjelaskan bahwa kategori penghambatan antimikroba berdasarkan diameter zona hambat yaitu diameter 0-3 mm respon hambatan pertumbuhan lemah, diameter 3-6 mm respon hambatan pertumbuhan sedang dan diameter ≥ 6 mm respon hambatan pertumbuhan kuat. Uji aktifitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* berdasarkan Tabel 4.3. didapatkan zona hambat terbesar yaitu pada *Monotospora* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 2,1 mm dan zona hambat terkecil pada *Monosporium* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 1,77 mm. *Fusarium* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat 4 mm.

Sedangkan hasil uji aktifitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Escherichia coli* berdasarkan Tabel 4.3. didapatkan zona hambat terbesar yaitu pada *Fusarium* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 2,98 mm. Hasil zona hambat terkecil pada *Monosporium* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 0,96 mm dan *Monotospora* spp. menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 1,62 mm.

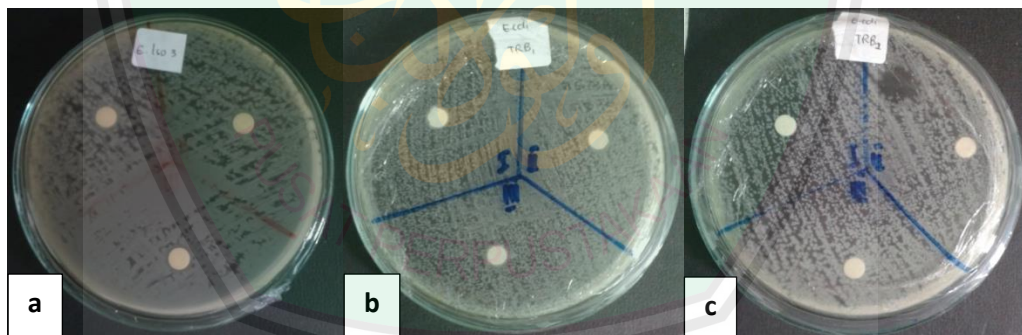
Aktifitas metabolit sekunder isolat fungi endofit dari rimpang temulawak secara *in vitro* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli* menunjukkan adanya zona hambat dengan kriteria lemah. Pada semua jenis fungi (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monotospora* spp.) menghasilkan rata-rata zona hambat < 3 mm, sehingga semua isolat dikategorikan lemah dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia*

coli. Tetapi berdasarkan kemampuannya fungi endofit pada rimpang temulawak memiliki kemampuan sebagai antibakteri.

Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat dilihat pada Gambar 4.8. dan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Zona hambat metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Ket. a. *Fusarium* spp., b. *Monosporium* spp., c. *Monotospora* spp.)



Gambar 4.9 Zona hambat metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Escherichia coli* (Ket. a. *Monotospora* spp., b. *Fusarium* spp., c. *Monosporium* spp.)

Faktor biotik dan abiotik mempengaruhi produksi metabolisme sekunder yang dihasilkan tiap isolat, dimana rimpang temulawak yang digunakan untuk isolasi didapat dari dua tempat yang berbeda yakni dari daerah Batu dan daerah Purwodadi dengan keadaan komposisi tanah, kondisi cuaca dan iklim yang

berbeda. Temulawak mudah hidup dalam kondisi cuaca yang dingin seperti di daerah Batu, sehingga rimpang temulawak dari daerah Purwodadi diduga memiliki senyawa metabolit sekunder khusus yang lebih berkualitas daripada rimpang temulawak dari Batu karena adanya cekaman yang mengakibatkan perbedaan sekresi senyawa metabolit oleh rimpang temulawak. Menurut Kim (2011) semakin besar cekaman tanaman, maka semakin berkualitas metabolit sekunder yang disekresikan. Selama berada dalam tanaman fungi endofit mendapatkan asupan makanan dari tanaman. Fungi endofit memanipulasi tanaman dalam mengalihkan aliran nutrisi (misal hasil fotosintesis seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa) menuju tempat kolonisasi fungi.

Menurut Strobel (2002), terbentuknya zona hambat juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan bakteri uji yang berlebihan sehingga pengaruh metabolit yang dihasilkan oleh fungi endofit tidak signifikan terhadap pertumbuhan bakteri uji. Tabel 4.3 menunjukkan uji metabolit yang dihasilkan fungi endofit dari rimpang temulawak yang berasal dari kota Batu dan Purwodadi mempunyai potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dan *Escherichia coli*, metabolit sekunder yang dihasilkan fungi endofit kemungkinan menghasilkan senyawa kimia seperti yang dihasilkan tanaman temulawak.

Menurut Aulmozi (2007) tanaman temulawak menghasilkan senyawa alkaloid, tanin dan flavonoid yang mampu digunakan sebagai antibakteri. Didukung dengan pendapat Atik (2015) (belum dipublikasikan) bahwa metabolit sekunder fungi endofit menghasilkan senyawa kurkuminoid (kurkumin, desmetoksikurkumin, bisdesmetoksikurkumin) dan xathorrizol. Menurut Utami

(2012) menjelaskan bahwa xanthorizol berkhasiat sebagai agen penginduksi apoptosis, antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Menurut Oktaviana (2010), kurkuminoid berkhasiat menetralkan racun, menghilangkan rasa nyeri sendi, meningkatkan sekresi empedu, menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida darah, antibakteri, serta dapat mencegah terjadinya pelemakan dalam sel-sel hati dan sebagai antioksidan penangkal senyawa-senyawa radikal yang berbahaya.

Mekanisme penghambat mikroorganisme oleh senyawa antimikrobal 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 Q.S. Al-Furqon ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ 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” (Q.S Al-Furqon: 2).

Menurut tafsir Al-Maraghi Juz 18 (1985: 264-266) menafsirkan bahwa Allah mempunyai 4 sifat kebesaran yaitu Allah mempunyai keperkasaan dan kekuasaan yang sempurna terhadap langit dan bumi serta segala isinya. Allah tidak mempunyai anak, Allah tidak mempunyai sekutu dalam kerajaan dan

kekuasaan-Nya dan segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT sudah sesuai dengan tuntutan kehendak-Nya yang didasarkan atas hikmah yang sempurna. Maka, Allah mempersiapkan manusia untuk dapat memahami, memikirkan urusan dunia dan akhirat, menemukan berbagai industri, dan memanfaatkan apa yang terdapat di permukaan serta di dalam perut bumi.

Sedangkan menurut tafsir Ibnu Katsir jilid 6 (1994:1-2) menafsirkan sebagai berikut:

“Allah menyifatkan diri-Nya, bahwa kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, tidak mempunyai anak dan tidak pula mempunyai sekutu dan kerajaan dan kekuasaan-Nya iyu dan Dia Yang maha Kuasa telah menciptakan segala sesuatu yang diberinya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan sesuai dengan naluri sifat-sifat dan fungsinya masing-masing makhluk itu”.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir memiliki makna yang tidak jauh berbeda. Tafsir dari Al-Maraghi lebih detail dalam menjelaskan ke 4 sifat Kebesaran Allah SWT, sedangkan tafsir Ibnu Katsir lebih singkat dalam menjelaskannya. Tetapi inti dari kedua tafsir itu sama bahwa Allah telah mempersiapkan segala sesuatu yang diciptakan-Nya sesuai dengan manfaat dan kemampuannya. Seperti contoh manusia yang dapat memahami, memikirkan urusan dunia dan akhirat, menemukan berbagai industry, dan memanfaatkan semua yang ada di permukaan dan di dalam perut bumi.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah Maha Kuasa yang telah menciptakan segala sesuatu yang diberi-Nya kemampuan, sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup, begitu pula dengan fungsi endofit yang tumbuh dalam rimpang temulawak didalamnya terdapat manfaat tertentu sesuai dengan

kandungan senyawanya. Demikian pula fungi endofit yang tumbuh dari rimpang temulawak memiliki kandungan metabolit salah satunya berupa curcumin dan xanthorrhizol yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, merupakan peluang fungi untuk memproduksi metabolit sekunder dari tanaman inangnya tersebut (Radji, 2005). Menurut Tortora (2001), aktifitas antibiotik yang sensitif menghambat pertumbuhan bakteri baik golongan bakteri Gram Positif maupun Gram Negatif, dikatakan mempunyai spectrum yang luas. Sebaliknya suatu antibiotic yang hanya efektif terhadap golongan bakteri Gram tertentu dikatakan antibiotic spectrum sempit, seperti golongan penisilin yang aktif pada bakteri Gram Positif. Golongan streptomycin aktif menghambat pada golongan bakteri gram negative sedangkan tetracyclin mempunyai spectrum luas pada dua daerah bakteri Gram Positif dan Gram Negatif. semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri semakin tinggi daya hambat antibakterinya.

Berdasarkan penelitian di atas, membuktikan bahwa rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) baik yang diambil dari kota Batu maupun Purwodadi, keduanya ditemukan adanya fungi endofit, dimana semua senyawa kimia yang dihasilkan fungi endofit terbukti mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Dari pernyataan di atas, menunjukkan banyaknya kekayaan alam yang telah Allah ciptakan yang seharusnya dapat dimanfaatkan bagi kemaslahatan manusia, sebagaimana firman Allah dalam Q.S. Al-Hijr ayat 19-20:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾ وَجَعَلْنَا

لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿٢٠﴾

Artinya: 19. “dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran”.

20. “dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya” (Q.S. Al-Hijr: 19-20).

Menurut tafsir Al-Maraghi juz 14 (1987: 20-22) menafsirkan bahwa hampan bumi dimaksudkan agar bisa dimanfaatkan secara maksimal. Sesungguhnya setiap tumbuh-tumbuhan benar-benar telah ditimbang dan diukur. Satu unsur tumbuh-tumbuhan berbeda dengan unsur tumbuh-tumbuhan lain. Perbedaan ini dibatasi oleh kelopak-kelopak rambut yang terdapat pada kulit akar. Lubang setiap tumbuh-tumbuhan hanya cukup memuat unsur yang telah ditetapkan baginya. Ia telah dibuat dalam bentuk tertentu, sehingga tidak semua unsur dapat masuk ke dalam kelopak-kelopak rambut. Rezeki itu semua adalah dari Allah SWT, sebagai manusia hanya mengambil manfaat daripadanya.

Sedangkan menurut Shihab dalam tafsir Al-Misbah volume 7 (2002: 108-110) menafsirkan bahwa Allah SWT menumbuh kembangkan di bumi ini aneka ragam tanaman untuk kelangsungan hidup dan menetapkan bagi tiap-tiap tanaman itu masa pertumbuhan dan penuaian tertentu, sesuai dengan kuantitas dan kebutuhan makhluk hidup. Segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT sudah menurut ukuran yang tepat sesuai hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan makhluk.

Allah SWT yang telah memberi rezeki, itu semua menunjukkan betapa Kuasa Allah SWT.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir memiliki makna yang tidak jauh berbeda. Keduanya sama-sama memiliki inti bahwa bumi diciptakan untuk kemaslahatan makhluk. Gunung-gunung yang kokoh, karena khawatir akan goncang bersama para penghuninya. Segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT sudah menurut ukuran yang tepat sesuai hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan makhluk. Seperti tumbuhan yang unsurnya berbeda dengan unsur tumbuh-tumbuhan lain. Semua itu adalah rezeki dari Allah SWT dan merupakan Kuasa Allah SWT.

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. 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 rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.).

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan sumber daya alam dengan sebaik mungkin tanpa harus menggunakan secara berlebihan dan tidak merusak habitatnya. Karena di dalam

sumber daya alam terdapat mikroorganisme yang tumbuh. Sehingga sumber daya alam yang berada disekitar tidak punah dan tetap memberikan manfaat bagi kemaslahatan manusia.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Fungi endofit berhasil diisolasi dari rimpang temulawak sebanyak 3 isolat, terdiri dari: 2 isolat dari rimpang temulawak Batu yakni *Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan 1 isolat dari rimpang temulawak Purwodadi yakni *Monotospora* spp.
2. Senyawa aktif yang dihasilkan fungi endofit (*Fusarium* spp., *Monosporium* spp. dan *Monotospora* spp.) dari rimpang temulawak memiliki kemampuan bersifat lemah sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan identifikasi lanjutan sampai tahap spesies pada fungi endofit dari rimpang temulawak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih dalam untuk menggali dan mengklarifikasi fungi endofit yang diisolasi dari bagian lain, seperti batang dan daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, Rahmi, Nurmiati dan Anthoni Agustien. 2013. Uji Antimikroba *Curcuma* spp. Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Jurnal Biologi Universitas Andalas. Vol. 2. No. 1. Hal: 1-7. ISSN: 2303-2162.
- Adipratama, Dimas Nugraha. 2009. Pengaruh Ekstrak Etanol Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Terhadap Jumlah Total Dan Diferensiasi Leukosit Pada Ayam Petelur (*Gallus gallus*) Strain Isa Brown. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
- Afifah, Efi dan Tim Lentera. 2003. *Khasiat dan Manfaat Temulawak: Rimpang Penyembuhan Aneka Penyakit*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Agusta, A. 2009. *Biologi dan Kimia Jamur Endofit*. Bandung: ITB.
- Ajizah, Aulia. 2004. Sensitivitas *Salmonella typhimurium* Terhadap Ekstrak Daun Psidium Guajava L. *Bioscientiae*. Vol. 1. No. 1. Hal: 31-38.
- Al-Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Kasir Ad-Dimasyqi. 2001. *Tafsir Ibnu Kasir Juz 7*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Al Imam Jalaluddin Muhammad dan Al Jalaluddin Asy-Syuyuthi. 2010. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Elba.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1984. *Tafsir Al-Maraghi Juz 2* (Penerjemah: Bahrin Abu Bakar). Semarang: Toha Putra Semarang.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1985. *Tafsir Al-Maraghi Juz 18* (Penerjemah: Bahrin Abu Bakar, Lc., Hery Noer Aly dan K. Anshori Umar Sitanggal). Semarang: Toha Putra Semarang.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1987. *Tafsir Al-Maraghi Juz 14* (Penerjemah: Bahrin Abu Bakar, Lc., Hery Noer Aly dan K. Anshori Umar Sitanggal). Semarang: Toha Putra Semarang.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1989. *Tafsir Al-Maraghi Juz 19, Juz 21 dan Juz 23* (Penerjemah: Bahrin Abu Bakar, Lc., Hery Noer Aly dan K. Anshori Umar Sitanggal). Semarang: Toha Putra Semarang.
- Al-Najjar, Zaghlul. 2011. *Sains dalam Hadis: Mengungkap Fakta Ilmiah dari Kemukjizatan Nabi*. Jakarta: Amzah.

- Andhikawati, Aulia, Yulia Oktavia, Bustami Ibrahim, dan Kustiariyah Tarman. 2014. Isolasi dan Penapisan Kapang Laut Endofit Penghasil Selulase. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 6. No. 1, Hal: 219-227.
- Asy – Shiddieqy, Tengku Muhammad H. 2000. *Tafsir Al-Qur'anul Majid An-Nuur. Jilid 3 (Surat 24-41)*. Semarang : Pustaka Rizqi Putra
- Barnett, H. L. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Second Edition. Virginia: Burgess Publishing Company
- Bergey's. 1994. *Manual of Systematic Bacteriology*. Department of Microbiology and Molecular Genetics: Michigan State University.
- Bonang, Gerard. dan Enggar S. Koeswardono. 1982. *Mikrobiologi Kedokteran Untuk Laboratorium dan Klinik*. Jakarta: Gramedia.
- BPOM RI. 2013. *Laporan Tahunan 2013 Badan Pengawas Obat dan Makanan RI*. Jakarta: BPOM RI
- Brooks, G. F., J. S. Butel dan S. A. Morse. 2005. *Medical Microbiology*. New York: Mc Graw Hill.
- Chen C. et al. 2006. Pungent Compound of Curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Extract by Liquid Carbon Dioxide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 34. Page: 477-480.
- Cook LF, Cook KF. 2005. *Deadly Disease and Epidemics Staphylococcus aureus Infection*. Philadelphia: Chelsea House Pub.
- Cushnie T, Lamb AJ. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. No. 26. Page: 343-506.
- Darwis SN. 1992. *Tanaman Obat Famili Zingiberaceae*. Jakarta: Seri Pengembangan no. 17.
- Djaja, I Made. 2008. Kontaminasi E. coli pada Makanan dari Tiga Jenis Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) Di Jakarta Selatan 2003. *Makara Kesehatan*. Vol. 12, No. 1, Hal: 36-41
- Ellis, David, Stephen Davis, Helen Alexiou, Rosemary Handke dan Robyn Bartley. 2007. *Descriptions of Medical Fungi Second Edition*. Australia: School of Molecular & Biomedical Science University of Adelaide.
- Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Fatmawati, D. A. 2008. Pola Protein dan Kandungan Kurkuminoid Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Skripsi*. FMIPA. ITB. Bandung.
- Fauzana, Suci. 2011. Isolasi Dan Potensi Bakteri Endofitik Penghasil Antibiotika dari Tanaman Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.). *Skripsi*. Padang: Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.
- Fauzi, Arif. 2009. *Aneka Tanaman Obat dan Khasiatnya*. Yogyakarta: Med Press.
- Ganiswarna S. G. 1995. *Farmakologi dan Terapi Edisi. 4*. Jakarta: UI-Fakultas Kedokteran.
- Hadipoentyanti, Endang dan Sitti Fatimah Syahid. 2007. Respon Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Hasil Rimpang Kultur Jaringan Generasi Kedua Terhadap Pemupukan. *Jurnal Littri*. Vol. 13. No. 3. Hal: 106-110. ISSN: 0853-8212.
- Haniah, Miftachul. 2008. Isolasi Jamur Endofit dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antimikroba Terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans*. *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hariana, H. Arief. 2006. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya 3*. Jakarta: Penebar Swadaya. ISBN 979-002-008-2. Hal 5-9.
- Hernani. 2005. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Depok: Penebar Swadaya.
- Hidahyati, Nurul. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Umbi Bawang Putih (*Allium sativum*) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*. *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas SAINTEK (UIN) MALIKI Malang.
- Ibnu Kasir. 1988. *Tafsir Ibnu Katsier Jilid 1, dan Jilid 4* (Penerjemah: H. Salim Bahreisy dan H. Said Bakhreisy). Kuala Lumpur: Victory Agencie.
- Ibnu Kasir. 1990. *Tafsir Ibnu Katsier Jilid 6* (Penerjemah: H. Salim Bahreisy dan H. Said Bakhreisy). Kuala Lumpur: Victory Agencie.
- Ibnu Kasir. 1994. *Tafsir Ibnu Katsier Jilid 6* (Penerjemah: H. Salim Bahreisy dan H. Said Bakhreisy). Kuala Lumpur: Victory Agencie.
- Jauhari, Lendra Tantowi. 2010. Seleksi dan Identifikasi Kapang Endofit Penghasil Antimikroba Penghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen. *Skripsi*.

Jakarta: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Jawetz E., J. L. Melnick, E. A. Adelberg, G. F. Brooks, J. S. Butel, L. N. Ornston. 1995. *Mikrobiologi Kedokteran*, ed. 20. San Francisco: University of California.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., Adelberg E.A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.
- Kaitu, Renny Agnesia Matiandaya, Boy Rahardjo Sidharta, dan Kianto Atmodjo. Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) Terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*. Yogyakarta: Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya.
- 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.
- Kim, Y.C. 2011. The Multifactoral Basis for Plant Health Promotion by Pant Associated Bacteria. *Minireview Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 77. No. 5.
- Kristina Nova, Natalini. Tanpa Tahun. *Peluang Peningkatan Kadar Kurkumin Pada Tanaman Kunyit dan Temulawak*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Lenny, S. 2006. *Senyawa Flavonoida, fenilflavonoida dan alkaloida*. Medan: Karya Ilmiah Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Mahmud, M. H. 2007. *Mukjizat Kedokteran Nabi*. Jakarta: Qultum Media.
- Meilisa. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri dan Formulasi dalam Sediaan Kapsul dari Ekstrak Etanol Rimpang Tumbuhan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Terhadap Beberapa Bakteri. *Skripsi*. Medan: Fakultas farmasi universitas sumatera utara.
- Noverita, Dinah Fitria, dan Ernawati Sinaga. 2009. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4. No. 4. Hal: 171 -176.
- Noviana, Hera. 2004. Pola kepekaan antibiotika *Escherichia coli* yang diisolasi dari berbagai spesimen klinis. *Jurnal Kedokter Trisakti*. Vol. 23 No. 4.

- Nurcholis, Waras. dkk. 2012. Variasi Bahan Bioaktif dan Bioaktivitas Tiga Nomor Harapan Temulawak pada Lokasi Budidaya Berbeda. *J. Agron. Indonesia*. Vol. 40. No. 2. Hal: 153-159.
- Nursulistyarini, Fenni. 2014. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Penghasil Antibakteri dari Daun Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Oktaviana, Prima Riska. 2010. Kajian Kadar Kurkuminoid, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Pada Berbagai Teknik Pengeringan dan Proporsi Pelarutan. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Padiangan, M. 2010. Stabilitas Antimikroba Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Terhadap Mikroba Patogen. *Media Unika*. Vol. 73. No.4. Hal: 365-373.
- Pan, X., Chen, F., Wu, T., Tang, H., dan Zhao, Z. 2009. The Acid, Bile Tolerance and Antimicrobial property of *Lactobacillus acidophilus* NIT. *Journal of Food Control*. Vol. 20. No. 598.
- Pelczar, M dan Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta : UI-Press
- Pelczar, MJ dan E. C. S Chan. 1988. *Mikrobiologi*. Penerjemah Hadi Oetomo, R. S, dan Tjitrosomo, S. L. Jakarta: UI Jakarta
- Purseglove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green dan S. R. J. Robbins. 1981. *Spices*. Vol. 2. Longman Inc., New York.
- Radji, Maksum. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 2. No.3. Hal: 113-126.
- Rahman, Miftakh Nur. 2009. Aktivitas Antibakteri Senyawa Hasil Biotransformasi Kurkumin oleh Mikroba Endofit Asal Kunyit. *Skripsi*. Bogor: Departemen Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.
- Rante, Herlina, Burhanuddin Taebe dan Soendaria Intan. 2013. Isolasi Fungi Endofit Penghasil Senyawa Antimikroba dari Daun Cabai Kotokkan (*Capsium annum* L var. *chinensis*) dan Profil KLT Bioautografi. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. Vol. 17. No. 2. Hal: 39-46. ISSN: 1410-7031.

- Razak, Abdul, Aziz Djamal, Gusti Revilla. 2013. Uji Daya Hambat Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* S.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol. 2. No. 1.
- Rismunandar. 1988. *Rempah-rempah Komoditi Ekspor Indonesia*. Bandung: Sinar Baru.
- Rukmana, R. dan Saputra Sugandi. 1995. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Jakarta: Bumi aksara.
- Sardiantho. 1997. *Empat Tanaman Obat untuk Asam Urat*. Trubus No. 331 Jakarta, Februari 2000 Sumber: Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, BAPPENAS Editor : Kemal Prihatman.
- Sastroutama, Soetikno. 1990. *Ekologi Gulma*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Shihab, M. Quraish. 2007. *Wawasan Al-Qur'an: Tafsir Maudhu'i atas Belbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan dan Keresasian Al-Qur'an Volume 7*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shulman, T. S. dkk. 1994. *Dasar Biologis dan Klinis Penyakit Infeksi Edisi 4*. Penerjemah Prof. Dr. A. Samik Wahab dan Dr. Sutaryo, DSA. Yogyakarta: UGM Press.
- Sidik. 1992. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Di dalam: Sirait M. Moesdarsono, editor. *Pengembangan dan Pemanfaatan Obat Bahan Alam*. Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phytomedica.
- Simarmata, Rumella, Sylvia Lekatompessy dan Harmastini Sukiman. 2007. Isolasi Mikroba Endofitik dari Tanaman Obat Sambung Nyawa (*Gynura procumbens*) dan Analisis Potensinya Sebagai Antimikroba. *Berk. Penel. Hayati*. Vol. 13. No. 85.
- Sinaga, Ernawati, Noverita, dan Dinah Fitria. 2009. Daya Antibakteri Jamur Endofit yang Diisolasi dari Daun dan Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* Sw.) *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4. No. 4. Hal: 161-170.
- Sinambela, JM. 1985. Fitoterapi. Fitostandar, dan Temulawak. Di dalam: *Prosiding Simposium Nasional Temulawak*. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran.

- Smith-Keary P. F., 1988. *Genetic Elements in Escherichia coli*. London: Macmillan Molecular biology series.
- Srikandace, Yoice, Yatri Hapsari dan Partomuan Simanjuntak. 2007. Seleksi Mikroba Endofit *Curcuma zedoaria* dalam Memproduksi Senyawa Kimia Antimikroba. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Vol. 5, No. 2. Hal: 77-84. ISSN: 1693-1831.
- Strobel, G.A. 2002. *Microbial Gifts From Rainforests*. Can. J. Plant Phathology. Vol. 24. No. 14-20.
- Sudirman, Taufik Azhari. 2014. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Eugenia polyantha*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin Fakultas Kedokteran Gigi Makassar.
- Sumarhadi. 1980. Empon-empon. Di dalam: *Sekretariat Bina Desa-Yayasan Tenaga Kerja Indonesia, Seminar Tanaman Obat*. Surakarta: Hotel Dana, 8-12 April.
- Sunarmi, Ninik. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang Sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp, *Phytophthora infestans*) dan Anti Bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Suryani, L dan S. Stepriyani. 2007. Daya Antibakteri Infusa Daun Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Mutiara Medika. Edisi Khusus*. Vol. 7. No. 1. Hal: 23-28.
- Tetan-El, Daniel. 2014. Daya Hambat dan Efektifitas Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Terhadap Jumlah Koloni *Streptococcus mutans* di dalam Mulut. *Skripsi*. Makassar: Bagian Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
- Tim Mikrobiologi. 2003. *Bakteriologi Medik*. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Malang: Bayumedia Publishing.
- Tjay T. H. dan R. Kirana. 2002. *Obat-Obat Penting Edisi 5*. PT. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Tortora. 2001. *Microbiology in Introduction*. Benjamin Cummings, Inc: International Edition
- Ulaen, Selfie P.J., Yos Banne, dan Ririn A. Suatan. Tanpa Tahun. Pembuatan Salep Anti Jerawat dari Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma*

xanthorrhiza Roxb.). Manado: Jurusan Farmasi Politeknik Kesehatan Kemenkes Manado.

- Utami, Annisa, Riani Meryalita, Nur Aeny Prihatin, Laksmi Ambarsari, Popi Asri Kurniatin dan Waras Nurcholis. 2012. Variasi Metode Isolasi Dna Daun Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa. Departemen Pusat Studi Biofarmaka IPB*. ISBN : 978-979-028-550-7.
- 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
- Utami, Ulfah. 2008. *Isolasi Mikroba Endofit Penghasil Antimikroba dari Tanaman Bruguiera gymnirrhiza*. Malang : UIN Malang.
- Volk, W.A. dan Wheeler, M.F. 1993. *Mikrobiologi Dasar 1*. Terjemahan Soenarto A. Jakarta: Erlangga.
- Wahid, PS. 1985. Pembudidayaan Tanaman Temulawak. Di dalam: *Prosiding Simposium Nasional Temulawak*. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran.
- Walpajri, Febri, Rohyani dan Sari Umayah. 2014. Mikroba Endofit “Si Pembunuh” *Escherichia coli*. Riau: Jurusan Biologi Fakultas FMIPA Universitas Riau.
- 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>.
- Worang, R.L. 2003. *Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains (PPS702)* Bogor: Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor.
- Yasni, Yoshiie K, Oda H, Sugano M, Imaizumi K. 1993. Dietary *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. increases mitogenic responses of splenic lymphocytes in rats, and alters populations of the lymphocytes in mice. *J Nutr Sci Vitaminol* (Tokyo). Vol. 39. No. 4. Hal:345-354.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Ayat-Ayat Al-Qur'an yang Berkaitan dengan Penelitian

1. Q.S. As-Syu'araa: 7-8

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

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. As-Syu'araa: 7-8).

2. Q.S Al-An'aam: 95

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى ۗ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۗ فَأَنَّى 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?” (Q.S Al-An'aam: 95).

3. Q.S. An-Nahl: 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” (Q.S. An-Nahl: 11).

4. Q.S. Ar-Ra'd ayat 4:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَبِّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَّرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ 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” (Q.S. Ar-Ra'd: 4).

5. Q.S. As-Shaad: 27

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka” (Q.S. As-Shaad: 27).

6. Q.S. Al-Baqarah: 205

وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ ﴿٢٠٥﴾

Artinya: “Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan” (Q.S. Al-Baqarah: 205).

7. Al – Baqarah: 29

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ ۗ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

Artinya: “Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu” (Q.S Al-Baqarah: 29).

8. Q. S Ar–Ruum: 19

تُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِي الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَكَذَلِكَ نُخْرِجُكُمْ

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

9. Q.S. Al-Furqon: 2

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

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” (Q.S Al-Furqon: 2).

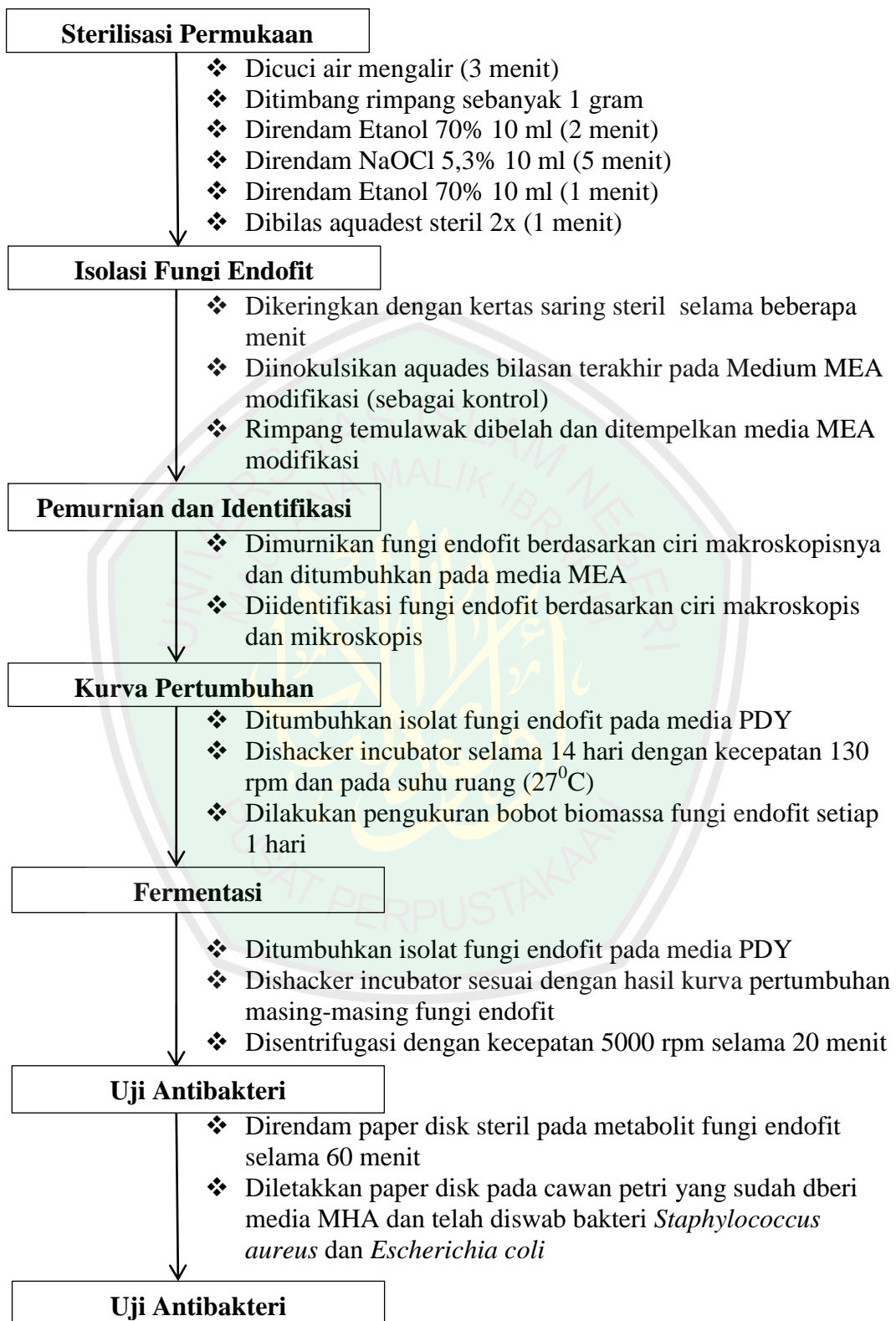
10. Q.S. Al-Hijr: 19-20

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

Artinya: 19. “dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran”.

20. “dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya” (Q.S. Al-Hijr: 19-20).

Lampiran 2. Diagram Alir Metode Kerja



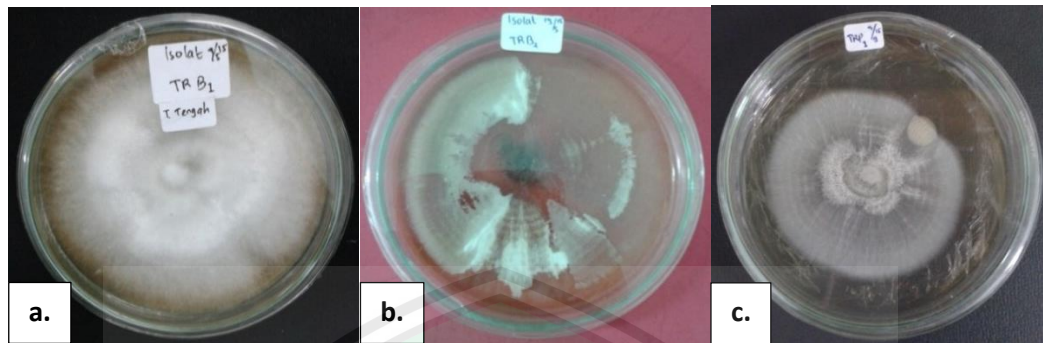
Lampiran 3. Komposisi media yang digunakan dalam penelitian (Sumber: Manual Oxord)

1. Medium Nutrien Agar (NA)
 - ❖ Beef extract 3 gram
 - ❖ Bacto pepton 5 gram
 - ❖ Agar 15 gram
 - ❖ Aquadest 1000 ml

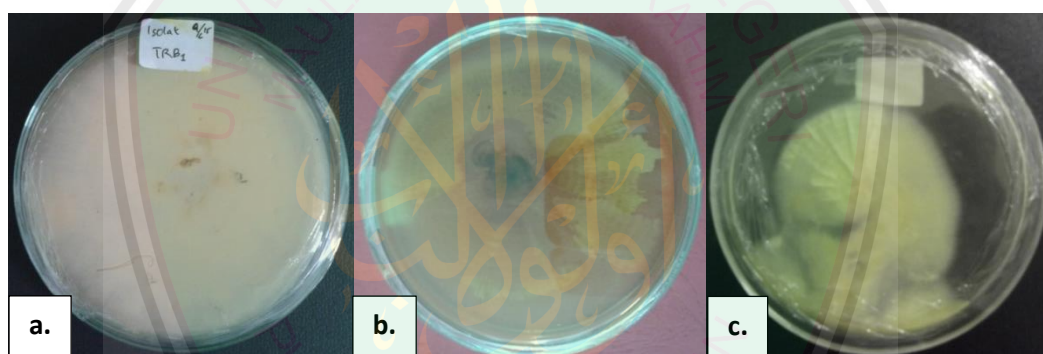
2. Medium Malt Extract Agar (MEA)
 - ❖ Maltose 12,75 gram
 - ❖ Dextrin 2,75 gram
 - ❖ Glycerol 2,35 gram
 - ❖ Peptone 0,78 gram
 - ❖ Agar 15 gram
 - ❖ Aquadest 1000 ml

3. Medium Potato Dextrose Yeast (PDY)
 - ❖ Kentang 500 gram
 - ❖ Glukosa/Sukrosa 10 gram
 - ❖ Yeast Extract 1 gram
 - ❖ Aquadest 500 ml

4. Medium Mueller-Hinton Agar (MHA)
 - ❖ Beef extract 300 gram
 - ❖ Casamino acids 17,5 gram
 - ❖ Starch 1,5 gram
 - ❖ Agar 17 gram
 - ❖ Aquadest 1000 ml

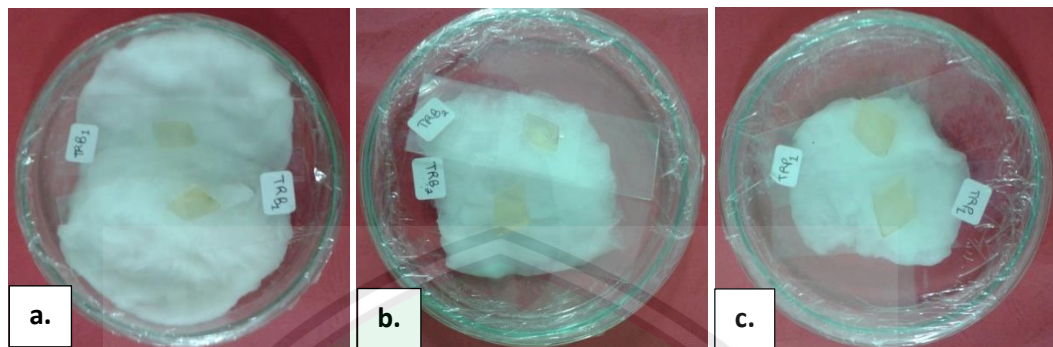
Lampiran 4. Gambar Hasil Isolasi Fungi Endofit

Gambar 1. Permukaan depan semua fungi endofit (a. *Fusarium* spp., b. *Monosporium* spp. dan c. *Monotospora* spp.)



Gambar 2. Permukaan belakang semua fungi endofit (a. *Fusarium* spp., b. *Monosporium* spp. dan c. *Monotospora* spp.)

Lampiran 5. Gambar penumbuhan isolat fungi endofit untuk proses identifikasi



Gambar 1. Penumbuhan fungi endofit (a. *Fusarium* spp., b. *Monosporium* spp. dan c. *Monotospora* spp.) untuk pembuatan preparat



Lampiran 6. Alat-alat Penelitian



Gambar 1. Shaker inkubator



Gambar 2. Sentrifugasi



Gambar 3. Autoklaf



Gambar 4. Hotplate



Gambar 5. Inkubator



Gambar 6. Timbangan

Lampiran 7. Sampel Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)



Gambar 1. Rimpang Temulawak dari Kebun Bapak Kusein Kec.Purwodadi



Gambar 2. Rimpang Temulawak dari Kebun Bapak Abdul Ghoni Kec. Batu

Lampiran 8. Diameter Zona Hambat

Tabel 1. Diameter zona hambat pada uji aktifitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (mm)

Jenis Fungi Endofit	<i>Staphylococcus aureus</i>			Rata-rata	Keterangan
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III		
Fusarium spp.	2,64	2,17	0,61	1,81	Lemah
Monosporium spp.	2,16	1,67	21,49	1,77	Lemah
Monotospora spp.	2,1	2,42	71,89	2,1	Lemah
Kontrol positif	9,43	-	-	9,43	Kuat
Kontrol Negatif	0	-	-	0	Lemah

Tabel 2. Diameter zona hambat pada uji aktifitas metabolit fungi endofit terhadap bakteri *Escherichia coli* (mm)

Kode Isolat Fungi Endofit	<i>Escherichia coli</i>			Rata-rata	Keterangan
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III		
Fusarium spp.	2,47	2,98	3,48	2,98	Lemah
Monosporium spp.	0,85	1,01	1,03	0,96	Lemah
Monotospora spp.	1,36	11,6	21,87	1,61	Lemah
Kontrol positif	12,42	-	-	12,42	Kuat
Kontrol negatif	0	-	-	0	Lemah



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp. /Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Siti Mutmainah
NIM : 11620041
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*
Pembimbing II : M. Mukhlis Fahrudin, M.SI

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	17 Maret 2015	Konsultasi AGAMA BAB I, II dan III	1.
2.	6 April 2015	Revisi AGAMA BAB I, II dan III	2.
3.	13 April 2015	Revisi AGAMA BAB I, II dan III	3.
4.	26 Mei 2015	Seminar Proposal	4.
5.	16 Oktober 2015	Konsultasi AGAMA BAB IV dan V	5.
6.	27 Oktober 2015	Revisi AGAMA BAB I, II III, IV dan V	6.
7.	27 Oktober 2015	ACC AGAMA BAB I, II III, IV dan V	7.

Malang, 28 Februari 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp. /Fax. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Siti Mutmainah
NIM : 11620041
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Pada Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*
Pembimbing I : Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	17 Februari 2015	Pengajuan Judul Skripsi	1.
2.	20 Februari 2015	Pengajuan Judul Skripsi Terakhir	2.
3.	18 Maret 2015	Konsultasi BAB I, II dan III	3.
4.	23 Maret 2015	Revisi BAB I, II dan III	4.
5.	25 Maret 2015	Revisi BAB III	5.
6.	26 Mei 2015	Seminar Proposal	6.
7.	19 Oktober 2015	Konsultasi BAB I,II,III IV dan V	7.
8.	27 Oktober 2015	Revisi BAB IV dan V	8.
9.	27 Oktober 2015	Acc BAB I, II, III, IV dan IV	9.

Malang, 28 Februari 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002