



**SKRINING DAN EKSTRAKSI METABOLIT SEKUNDER FUNGI
ENDOFIT TANAMAN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh :

**Imam Faqih As shiddiqi
NIM 140210103069**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**SKRINING DAN EKSTRAKSI METABOLIT SEKUNDER FUNGI
ENDOFIT TANAMAN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh :

**Imam Faqih As shiddiqi
NIM 140210103069**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa sholawat serta salam semoga selalu telimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah berjuang membawa islam menjadi rahmatan lil alamin. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak H. Asmuni Emka dan Ibu Hj. Subaidah tercinta yang telah memberikan curahan kasih sayang, limpahan doa beserta dukungan moral dan materi sehingga saya bisa melangkah sampai saat ini;
2. Dosen pembimbing skripsi yakni ibu Erlia Narulita S.Pd.,M.Si.,Ph.D. dan ibu Siti Murdiah S.Pd.,M.Pd. yang senantiasa memberikan motivasi dan membimbing hingga terselesaikannya skripsi ini;
3. Guru-guru SD, SMP, SMA dan dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, terima kasih yang tak terhingga atas segala ilmu dan didikan yang engkau berikan kepadaku sehingga bisa menghantarkan ku hingga jenjang saat ini;
4. Almater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Dan bahwa seorang manusia tidak akan memperoleh sesuatu selain apa yang telah diusahakannya sendiri”
(Terjemahan Q.S An-Najm: 39) ¹⁾

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”
(Terjemahan Q.S Al-insyiroh: 6) ²⁾



^{1 & 2)} Departemen Agama RI Al-Hikmah. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Diponegoro

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imam Faqih As shiddiqi

Nim : 140210103069

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia Catappa* L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang bersangkutan

Imam Faqih As shiddiqi
NIM. 140210103069

SKRIPSI

**SKRINING DAN EKSTRAKSI METABOLIT SEKUNDER FUNGI
ENDOFIT TANAMAN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

Oleh :

Imam Faqih As shiddiqi
140210103069

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Erlia Narulita S.Pd.,M.Si.,Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Siti Murdiah S.Pd.,M.Pd.

PERSETUJUAN

**SKRINING DAN EKSTRAKSI METABOLIT SEKUNDER FUNGI
ENDOFIT TANAMAN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh :

Nama Mahasiswa : Imam Faqih As shiddiqi
NIM : 140210103069
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA/ P. Biologi
Angkatan Tahun : 2013
Daerah Asal : Sumenep
Tempat, Tanggal Lahir : Sumenep, 15 Maret 1996

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Erlia Narulita S.Pd.,M.Si.,Ph.D.
NIP. 198007052006042004

Siti Murdiyah S.Pd.,M.Pd.
NIP. 1979050320060402001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia Catappa* L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Erlia Narulita S.Pd., M.Si., Ph.D.

NIP.198007052006042004

Anggota I,

Siti Murdiah S.Pd., M.Pd.

NIP. 1979050320060402001

Anggota II,

Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.

NIP. 197306142008012008

Mochammad Iqbal, S.Pd., M. Pd.

NIP. 198801202012121001

Mengesahkan,
Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia Catappa* L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer; Imam Faqih As shiddiqi; 140210103069; 2018; 91 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tanaman masih menjadi sumber utama yang menjadi tumpuan pengobatan beragam penyakit hingga saat ini. Hal ini tidak terlepas dari kemampuan tanaman dalam memproduksi senyawa-senyawa berkhasiat farmakologis. Ketapang merupakan salah satu tanaman yang banyak digunakan untuk pengobatan berbagai macam penyakit seperti penyakit kardiovaskuler, kulit, liver, pernafasan, perut, gonorrhea dan insomnia. Beragam manfaat yang dimiliki ketapang menjadikan tanaman ini banyak digunakan untuk pengobatan oleh masyarakat. Ketapang diketahui memiliki beberapa senyawa berkhasiat obat seperti flavonoid, tannin, triterpen, saponin dan fenolik. Senyawa berkhasiat obat tersebut termasuk dalam golongan metabolit sekunder tanaman.

Proses pemanenan metabolit sekunder pada tanaman seringkali membutuhkan simplisia dengan jumlah besar yang justru tidak sebanding dengan kuantitas senyawa yang dihasilkan. Kondisi ini semakin diperparah dengan meningkatnya jumlah penyakit dan munculnya jenis penyakit baru akhir-akhir ini. Peningkatan jumlah penyakit tentunya juga disertai dengan peningkatan kebutuhan obat-obatan yang masih bergantung terhadap metabolit sekunder tanaman sebagai bahan dasarnya. Jika kondisi ini berlangsung terus-menerus dalam jangka panjang, tidak menutup kemungkinan jika populasi suatu jenis tanaman akan terancam punah. Pemanenan metabolit pada tanaman juga tidak dapat dilakukan setiap saat karena tanaman terutama ketapang bukan termasuk tanaman budidaya yang pertumbuhannya relatif lambat dan hanya dapat dipanen pada musim tertentu.

Fungi endofit menjadi alternatif baru dalam hal penyediaan senyawa metabolit sekunder berkhasiat obat. Hal ini tidak terlepas dari kemampuan fungi endofit dalam memproduksi senyawa yang sama dengan inangnya. Fungi endofit adalah fungi yang hidup dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu membentuk koloni dalam jaringan tanpa membahayakan inang itu sendiri. Kelebihan yang ditawarkan oleh fungi endofit dalam produksi senyawa adalah produksi senyawa dengan kuantitas yang lebih banyak serta waktu produksi yang lebih cepat dan tentunya tidak memberikan efek destruktif terhadap populasi tanaman inang di alam. Satu isolat berhasil diekstraksi dari tanaman ketapang pada penelitian sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang diproduksi oleh fungi endofit tanaman ketapang melalui uji fitokimia, Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan uji bioautografi, mengetahui aktivitas antibakteri senyawa metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang terhadap

bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Streptococcus pyogenes* serta menganalisis kelayakan buku ilmiah populer sebagai bahan bacaan masyarakat yang disusun berdasarkan hasil penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif menggunakan metode KLT-Bioautografi untuk mengetahui jenis serta aktivitas antibakteri senyawa metabolit sekunder fungi endofit ketapang. Uji aktivitas antibakteri menggunakan ekstrak kasar etil asetat, ekstrak kloroform dan ekstrak air metabolit sekunder fungi endofit ketapang. Kontrol positif yang digunakan yaitu kloramfenikol 0,1 %, dan kontrol negatif yaitu aquades steril.

Berdasarkan uji fitokimia diketahui bahwa fungi endofit ketapang memproduksi senyawa golongan flavonoid, tanning, terpenoid dan saponin. Uji KLT-Bioautografi menunjukkan jenis senyawa flavonoid yang diproduksi fungi endofit ketapang adalah senyawa kuersetin yang tidak memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*.

Buku ilmiah populer dibuat untuk mempublikasikan hasil penelitian ini. Kelayakan produk buku ilmiah populer ditentukan melalui uji validasi oleh 3 orang validator yakni validator ahli materi, validator ahli media dan pengguna. Skor validasi rata-rata untuk produk buku ilmiah populer yang disusun berdasarkan hasil penelitian Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang (*Terminalia catappa* L.) adalah 49 dengan prosentase 74,3% dan termasuk dalam kualifikasi layak untuk dijadikan bahan bacaan masyarakat.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. H. Asmuni Emka dan Hj. Subaidah, selaku orang tua yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan materi maupun moral;
2. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, Dosen Penguji Utama serta Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan bimbingan, nasihat, serta kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Erlia Narulita S.Pd.,M.Si.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah tulus dan ikhlas meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Siti Murdiah S.Pd.,M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia memberikan saran, perhatian serta motivasi dalam penulisan skripsi ini;

7. Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
8. Kamalia Fikri, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Laboratorium Pendidikan Biologi;
9. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
10. Bapak Tamyis, Enki Dani Nugroho, Mahbubatur Rohmah dan seluruh teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi;
11. Nikmatin Mabstusah dan Anindita Kumalasari yang telah memberikan dukungan dan memberikan banyak bantuan dalam penelitian di laboratorium.
12. Diana Pratiwi, terimakasih atas dukungan dan bantuannya demi terselesaikannya skripsi ini;
13. Teman-teman seperjuangan Biologi 2014 yang telah memberikan semangat dan kenangan yang sangat berkesan dan tak terlupakan;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 21 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tanaman Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> L.)	6
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Ketapang.....	6
2.1.2 Manfaat dan Kandungan Ketapang	6
2.1.3 Fungi endofit tanaman ketapang.....	7
2.2 Fungi Endofit	8
2.2.1 Pengertian Fungi Endofit.....	8
2.2.2 Peran Fungi Endofit.....	8
2.3 Metabolit Sekunder.....	10

2.4	Buku Ilmiah Populer.....	18
2.5	Kerangka Berfikir.....	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Jenis Penelitian.....	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.3	Variabel Penelitian.....	21
3.4	Definisi Operasional.....	21
3.5	Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.5.1	Alat.....	22
3.5.2	Bahan.....	23
3.6	Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1	Pembuatan Medium.....	23
3.6.2	Peremajaan Isolat Fungi Endofit Untuk <i>Stock Culture</i> dan <i>Working Culture</i>	24
3.6.3	Fermentasi Fungi Endofit.....	24
3.6.4	Ekstraksi Kultur Fungi Endofit.....	24
3.6.5	Uji Fitokimia Medium Fermentasi Fungi Endofit Ketapang.....	25
3.6.6	Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang.....	26
3.6.7	Pemisahan dan Identifikasi Senyawa Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	26
3.6.8	Uji Bioautografi.....	27
3.7	Penyusunan Buku Ilmiah Populer.....	27
3.8	Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer.....	27
3.9	Data dan Analisisnya.....	28
3.9.1	Analisis Data Penelitian.....	28
3.9.2	Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer.....	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil Penelitian.....	30

4.1.1	Fermentasi dan Ekstraksi Media Fermentasi Fungi Endofit Ketapang.....	30
4.1.2	Uji Fitokimia Media Fermentasi Fungi Endofit Ketapang.....	31
4.1.3	Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang	33
4.1.4	Hasil uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan eluen kloroform : aseton : asam formiat (10 : 2 : 1).....	34
4.1.5	Uji KLT-Bioautografi terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> dan bakteri <i>Streptococcus pyogenes</i>	35
4.1.6	Uji kelayakan produk buku ilmiah populer	36
4.2	Pembahasan	37
4.2.1	Uji Fitokimia Media Fermentasi Fungi Endofit Ketapang.....	38
4.2.2	Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang	38
4.2.3	Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan eluen kloroform : aseton : asam formiat (10 : 2 : 1).....	39
4.2.4	Uji KLT-Bioautografi terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> dan bakteri <i>Streptococcus pyogenes</i>	43
4.2.5	Kelayakan produk buku ilmiah populer	44
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN-LAMPIRAN		55

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Deskripsi Skor Penilaian Produk	28
3.2 Kriteria Validasi Buku Ilmiah Populer	29
4.1 Hasil Ekstraksi Media Fermentasi Fungi Endofit Ketapang.....	31
4.2 Hasil Uji Fitokimia Media Fermentasi	31
4.3 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang Terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan bakteri <i>Streptococcus pyogenes</i>	33
4.4 Hasil analisis KLT ekstrak etil asetat, ekstrak kloroform dan ekstrak air metabolit sekunder fungi endofit ketapang.....	34
4.5 Hasil uji validasi buku ilmiah populer	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Karakter makroskopis dan karakter mikroskopis fungi endofit ketapang perbesaran 1000x	7
2.2 Struktur umum flavonoid	11
2.3 Struktur kimia vitexin dan isovitexin	12
2.4 Struktur kimia rutin	13
2.5 Struktur kimia saponin	14
2.6 Struktur kimia asam ursolic	15
2.7 Struktur kimia asam asiatic	16
2.8 Struktur kimia punicalagin	16
2.9 Struktur kimia asam chebulagic	17
2.10 Struktur kimia granatin B	17
2.11 Struktur kimia corilagin	18
2.12 Skema kerangka berfikir	120
4.1 Hasil uji fitokimia media fermentasi fungi endofit tanaman ketapang	31
4.2 Aktivitas antibakteri ekstrak kasar metabolit sekunder fungi endofit ketapang	33
4.3 Hasil uji bioautografi ekstrak kloroform dan etil asetat	36
4.4 Struktur kimia kuersetin dan Struktur kimia rutin	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian	55
B. Foto Penelitian	57
C. Instrumen Uji Produk Buku Ilmiah Populer	59
C.1 Instrumen Uji Produk Buku Ilmiah Populer Ahli Materi.....	59
C.2 Instrumen Uji Produk Buku Ilmiah Populer Ahli Media	66
C.3 Instrumen Uji Produk Buku Ilmiah Populer Pengguna.....	74
D. Hasil Validasi.....	85
D.1 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Ahli Media	85
D.2 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Ahli Materi.....	88
D.3 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Pengguna.....	92

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati cukup tinggi, sehingga sangat berpotensi dalam pengembangan obat herbal berbasis pada tanaman obat tradisional. Ketapang merupakan salah satu tanaman yang banyak tumbuh pada daerah tropis termasuk Indonesia dan banyak digunakan untuk pengobatan secara tradisional. Ketapang secara tradisional banyak dimanfaatkan untuk mengobati penyakit kardiovaskuler, kulit, liver, pernafasan, perut, gonorrhoea dan insomnia (Pauly, 2001). Hampir semua bagian pohon ketapang dapat dimanfaatkan mulai dari daun, biji, batang hingga akar. Bagian tanaman ketapang yang biasanya dimanfaatkan untuk pengobatan yaitu bagian daun. Daun ketapang yang telah gugur digunakan sebagai obat caceng (Heyne, 1987). Beragam khasiat yang dimiliki ketapang tidak terlepas dari kandungan senyawa yang dimiliki. Ekstrak daun ketapang diketahui mengandung senyawa flavonoid, saponin, triterpen, fenolik dan tanin (Pauly, 2001).

Ketapang memiliki senyawa yang juga bersifat antibakteri. Menurut hasil penelitian Sumino *et al.* (2013) dan Tampemawa *et al.* (2016) pemberian ekstrak ketapang menunjukkan daya hambat pada beberapa bakteri seperti *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila* dan *Bacillus amyloliquefaciens*. Ketapang juga berpotensi menjadi herbisida nabati (bioherbisida). Berdasarkan hasil penelitian Riskitavani dan Purwani (2013), pemberian konsentrasi 50% ekstrak ketapang dapat menghambat pertumbuhan gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*). Senyawa-senyawa berkhasiat farmakologis tersebut merupakan produk metabolit sekunder tanaman ketapang. Metabolit sekunder adalah senyawa dengan berat molekul rendah (<1500 amu) yang diproduksi oleh organisme (Faidah, 2006). Keberadaan metabolit sekunder dalam suatu organisme dapat diketahui dengan cara skrining. Skrining adalah prosedur awal yang dilakukan dalam menganalisis ada atau tidak adanya suatu analit pada sampel yang dianalisis (Choma & Grezlak, 2010).

Beragam manfaat yang dimiliki ketapang seperti yang telah disebutkan di atas, menjadikan ketapang sebagai komoditi utama yang potensial menjadi bahan obat herbal atau obat tradisional. Penggunaan ekstrak ketapang dalam jumlah besar tidak akan menimbulkan persaingan dengan pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat (Imam and Handoko, 2011). Tetapi, perlu diketahui jika pemanfaatan ketapang dalam skala besar sangat bersifat destruktif terhadap populasi ketapang serta menjadi pemicu terganggunya biodiversitas di alam. Ekstraksi dan pemurnian zat metabolit aktif dari tanaman obat membutuhkan biomassa yang besar serta melalui pengambilan sampel yang destruktif (Murdiyah, 2017). Sehingga dibutuhkan alternatif lain supaya tetap dapat diambil manfaat tanaman ketapang dengan tetap menjaga biodiversitasnya. Selain itu, ekstraksi senyawa metabolit aktif dari tanaman yang tidak termasuk tanaman budidaya seperti ketapang tidak dapat dilakukan setiap waktu karena bergantung pada musim tertentu.

Potensi farmakologis yang dimiliki oleh satu jenis tumbuhan sangat mungkin disebabkan karena asosiasi mutualistik dengan mikroorganisme endofit, salah satunya adalah fungi (Murdiyah, 2017). Fungi endofit merupakan salah satu mikroba endofit yang tinggal dan hidup dalam jaringan tanaman seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tanaman (Schulz and Boyle, 2006). Fungi endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder dengan senyawa bioaktif yang sama atau mirip dengan inangnya sehingga isolasi senyawa bioaktif tersebut tidak harus menebang tanaman inang sebagai simplisianya.

Prokduktivitas fungi endofit dalam menghasilkan beberapa senyawa fitokimia penting menjadi alternatif dalam pelestarian keanekaragaman hayati dan ekosistem tanaman. (Tan and Zou, 2000). Isolasi spesies endofit pada tanaman berkhasiat obat secara ekologis menjadi solusi yang ramah lingkungan (Murdiyah, 2017). Pemanfaatan mikroba endofit memiliki kelebihan sebagai sumber senyawa bioaktif karena mudah ditumbuhkan, memiliki siklus hidup yang pendek dan dapat menghasilkan senyawa biokatif dalam jumlah besar (Tan and Zou, 2000). Kelebihan tersebut menjadikan pemanenan senyawa bioaktif dari mikroba endofit dapat dilakukan setiap saat tanpa bergantung pada musim tertentu seperti halnya

tanaman inang. Oleh sebab itu, penelitian-penelitian untuk mengeksplorasi keanekaragaman jenis serta kandungan zat bioaktif yang diproduksi oleh mikroba endofit khususnya fungi endofit dalam jaringan tanaman perlu dilakukan (Sinaga *et al.*, 2009).

Selama ini belum ada penelitian tentang skrining dan ekstraksi metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman ketapang. Hasil penelitian ini perlu dipublikasikan secara tertulis untuk menambah pengetahuan masyarakat. Publikasi secara tertulis dapat dilakukan melalui pembuatan buku ilmiah populer. Buku ilmiah populer adalah buku bacaan yang mengandung unsur ilmiah, berdasarkan fakta dan bersifat mendidik untuk masyarakat awam (Sujarwo, 2006). Beberapa karakteristik karangan ilmiah populer menurut Amir (2007) antara lain pengetahuan yang disajikan berdasarkan fakta atau data (empirik) dan telah ada teori yang mendukung kebenarannya; mengandung kebenaran objektif dan kejujuran dalam penulisannya serta penyajiannya menggunakan bahasa baku yang bersifat komunikatif supaya mudah dipahami. Buku ilmiah populer dapat menjadi buku bacaan yang relatif mudah dipahami bagi masyarakat awam serta dapat menjadi sumber informasi tentang hasil penelitian yang telah dilakukan.

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti bermaksud melakukan penelitian yang berjudul **Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Apa sajakah jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.)?

- b. Bagaimana aktivitas antibakteri senyawa metabolit sekunder fungi endofit ketapang (*Terminalia catappa* L.)?
- c. Bagaimana kelayakan buku ilmiah populer yang disusun dari hasil penelitian skrining dan ekstraksi metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.)?

1.2 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian serta menghindari terjadinya kesalahan penafsiran hasil penelitian, maka dibuatlah batasan masalah sebagai berikut:

- a. Isolat fungi endofit yang digunakan merupakan koleksi laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember
- b. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi metabolit sekunder fungi endofit ketapang yaitu etil asetat, kloroform dan air.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Untuk mengidentifikasi jenis senyawa yang terkandung dalam metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.).
- b. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri senyawa metabolit sekunder fungi endofit ketapang (*Terminalia catappa* L.)
- c. Untuk mengetahui kelayakan buku ilmiah populer yang disusun dari hasil penelitian skrining dan ekstraksi metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* l.).

1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

- a. Bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan mengenai jenis senyawa yang terkandung dalam metabolit sekunder tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.)
- b. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang senyawa yang terkandung dalam metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) serta pemanfaatan senyawa tersebut yang akan menjadikan biodiversitas ketapang tetap terjaga.
- c. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas senyawa yang terkandung dalam metabolit sekunder fungi endofit ketapang dan potensinya sebagai antimikroba.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Ketapang

Klasifikasi tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) menurut ITIS (2011) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Rosanae
Order	: Myrtales
Family	: Combretaceae
Genus	: <i>Terminalia</i> L.
Species	: <i>Terminalia catappa</i> L.

2.1.2 Manfaat dan Kandungan Ketapang

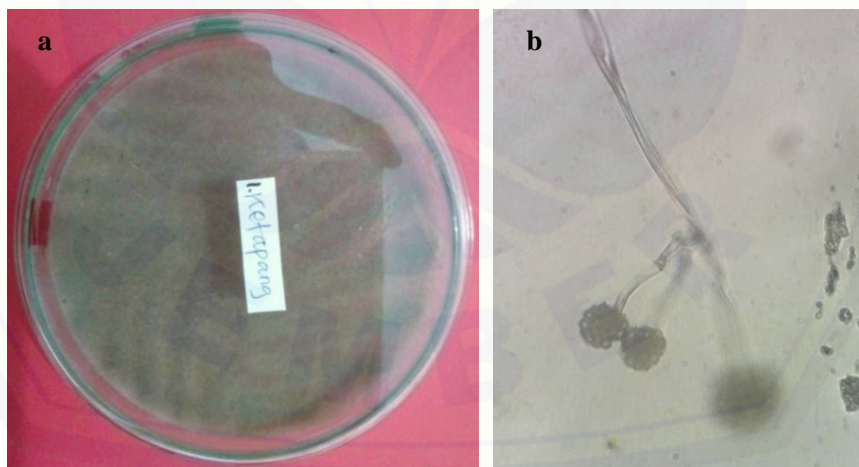
Ekstrak daun ketapang berguna untuk mengobati gangguan saluran pencernaan, gangguan pernapasan, menurunkan tekanan darah tinggi dan insomnia. Manfaat lain dari ekstrak daun ketapang yaitu mengobati sakit pinggang, keseleo, kudis, gatal-gatal, kulit yang terkelupas dan luka bernanah (Pauly,2001). Ekstrak ketapang efektif menghambat pertumbuhan beberapa bakteri seperti *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila* dan *Bacillus amyloliquefaciens*. (Sumino *et al.*, 2013; Tampemawa *et al.*, 2016).

Ekstrak daun ketapang diketahui mengandung senyawa flavonoid, saponin, triterpen, fenolik dan tanin (Pauly,2001). Menurut Ahmed *et al.* (2005), secara umum kandungan kimia pada tanaman ketapang adalah tannin (punicalagin, punicalin, terflavin A dan B, tergallin, asam chebulagic, reganin, granatin B, corilagin), flavonoid (isovitexin, vitexin, isoorientin, rutin) dan

triterpenoid (asam ursolic, 2alfa, 3 beta, 23-trihydroxyurs-12-en-28 asam oic dan asam asiatic).

2.1.3 Fungi Endofit Tanaman Ketapang

Fungi endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman ketapang memiliki beberapa karakter makroskopis dan mikroskopis. Fungi endofit tanaman ketapang menunjukkan karakter makroskopis antara lain terbentuknya droplet di permukaan koloni, permukaan atas dan bawah koloni berwarna hitam, bentuk permukaan koloni tersebar, tekstur permukaan koloni seperti kapas, serta memiliki kecepatan pertumbuhan yang relatif lambat (7 hari) (Murdiyah, 2017). Fungi endofit tanaman ketapang menunjukkan karakter mikroskopis antara lain ukuran hifa kecil, memiliki sekat, tidak memiliki rhizoid, tidak ditemukan struktur reproduksi seksual, ditemukan struktur reproduksi aseksual berupa sporangiospora serta memiliki ukuran sporangium yang relatif kecil (Murdiyah, 2017). Bentuk makroskopis dan mikroskopis fungi endofit tanaman ketapang dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 a. Karakter makroskopis fungi endofit ketapang; b. Karakter mikroskopis fungi endofit ketapang perbesaran 1000x (Sumber : Murdiyah, 2017).

2.2 Fungi Endofit

2.2.1 Pengertian Fungi Endofit

Fungi endofit adalah fungi yang hidup dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu membentuk koloni dalam jaringan tanpa membahayakan inang itu sendiri (Murdiyah, 2017). Fungi endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan termasuk di dalam daun. Berbagai senyawa yang bersifat farmakologi dapat dihasilkan oleh fungi endofit. Senyawa yang dihasilkan oleh fungi endofit dapat berupa senyawa anti kanker, antivirus, antibakteri, antifungi, hormon pertumbuhan tanaman, insektisida dan lain-lain (Strobel *et al.*, 2004). Mengingat kebutuhan bahan baku obat yang semakin meningkat baik jumlah maupun macamnya maka potensi sumber daya alam Indonesia khususnya Fungi endofit perlu digali dan dikembangkan (Noverita *et al.*, 2009).

Fungi endofit mempunyai hubungan mutualis dengan tanaman inangnya yaitu proteksi terhadap herbivor, serangga atau jaringan yang patogen (Clay, 1988). Fungi endofit yang hidup di dalam tanaman tidak merugikan inangnya (Petrini, 1992). Setiap tanaman dapat mengandung satu atau lebih mikroorganisme endofit yang terdiri dari fungi atau bakteri (Radji, 2005; Rante *et al.*, 2013; Anandha & Sridhar, 2002). Hubungan antara mikroba endofit dengan tanaman adalah karena kontribusi senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroba yang memiliki berbagai jenis bioaktif (Melliawati *et al.*, 2006). Fungi endofit hidup intraseluler di dalam jaringan tanaman sehat yang menginduksi inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Induksi ini dapat disebabkan karena rekombinasi genetik atau koevolusi (Sugijanto, dkk. 2004; Sia, *et al.* 2013).

2.2.2 Peran Fungi Endofit

Beberapa peran yang dimiliki oleh Fungi endofit sebagai berikut :

- a. Meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap tekanan abiotik

Mekanisme endofit dalam merangsang pertumbuhan tanaman belum jelas kecuali beberapa spesies yang memiliki kemampuan dalam memproduksi fitohormon seperti etilen, auksin, sitokinin (Bacon dan Hinton, 2002) serta dapat

meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap hara (Hallman *et al.*, 1997). Menurut Lodewyckx *et al.* (2002), beberapa bakteri endofit menghasilkan enzim deaminase asam 1-aminosiklopropane-1-karboksilik. Enzim tersebut berperan dalam pembentukan etilen pada tanaman. Menurut Yuliarti (2012), fungi *Neotyphodium coenophialum* yang berada dalam sistem perakaran tanaman dapat memicu pertumbuhan dan perkembangan akar ke arah dalam untuk memperoleh hara dan air sehingga tanaman mampu bertahan dalam kondisi kering dan cepat pulih jika mengalami stress air.

b. Sebagai agensia pengendali hama dan penyakit

Mekanisme fungi endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan patogen ataupun serangga meliputi : (1) penghambatan pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan enzim litik yang dihasilkan; (2) penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat dan etilen yang berfungsi dalam pertahanan tanaman terhadap serangan patogen atau yang berfungsi sebagai antimikroba seperti fitoaleksin; (3) perangsangan pertumbuhan tanaman sehingga lebih kebal dan tahan terhadap serangan patogen; (4) kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit penetrasi; (5) hiperparasit (Gao *et al.*, 2010). Kelompok jamur endofit yang berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium* sp., *Phomopsis cassiae*, *Muscador albus*, *Periconia* sp., *Ampelomyces* sp. dan *Neotyphodium lolii* (Gao *et al.*, 2010).

c. Sebagai agensia penghasil senyawa bioaktif

Fungi endofit merupakan mikroorganisme penting dan sumber senyawa bioaktif baru karena memiliki kemampuan khusus menghasilkan senyawa bioaktif yang sama dengan tanaman inangnya atau senyawa lainnya (Murdiyah, 2017). Pemanfaatan mikroba endofit memiliki kelebihan sebagai sumber senyawa bioaktif karena mudah ditumbuhkan, memiliki siklus hidup yang pendek dan dapat menghasilkan senyawa bioaktif dalam jumlah besar (Tan and Zou, 2000). Senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh fungi endofit memiliki sifat yang hampir sama dengan senyawa metabolit sekunder tanaman inang. Hal ini diperkuat oleh

hasil penelitian penelitian Devi dan Wahab (2012) yang menemukan bahwa metabolit bioaktif yang diisolasi dari fungi *Penicillium* sp. pada tanaman obat *Camellia sinensis* dapat dijadikan sebagai sumber agen antibakteri.

Senyawa bioaktif yang diproduksi oleh fungi endofit juga memiliki kemampuan farmakologis. Hasil penelitian Gangadevi and Muthumary (2009) menemukan bahwa senyawa taxol yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman *Terminalia arjuna* yakni *Pestalotiopsis terminaliae* memiliki aktivitas sitotoksik kuat terhadap sel kanker manusia. Aktivitas anti diabetes ditunjukkan oleh metabolit sekunder *Aspergillus* sp. dan *Phoma* sp. yang diisolasi dari *Salvadora oleoides* Decne. yang secara signifikan menurunkan gula darah pada tikus wistar albino (Dankhar and Yadav, 2013).

2.3 Metabolit Sekunder

Produk metabolit pada tumbuhan dibedakan metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa-senyawa utama penyusun tanaman (mahluk hidup) yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Radji,2005). Metabolit sekunder adalah suatu molekul atau produk metabolit yang dihasilkan oleh proses metabolisme sekunder mikroorganisme dimana produk metabolit tersebut bukan merupakan kebutuhan pokok mikroorganisme untuk hidup dan tumbuh (Pratiwi, 2008). Senyawa metabolit sekunder mencakup berbagai golongan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, terpenoid, tanin (polifenol) dan sebagainya (Cannell,1998).

Fungsi utama metabolit sekunder bagi tumbuhan belum diketahui secara pasti. Tetapi, produk metabolit sekunder dikenal berperan dalam hal berinteraksi dan berkompetisi, termasuk menjadi bahan untuk melindungi diri dari gangguan pesaingnya (Kardinan, 2003). Metabolit sekunder banyak bermanfaat bagi manusia dan makhluk hidup lain karena banyak diantaranya bersifat obat, pigmen, vitamin ataupun hormon (Pratiwi, 2008). Senyawa metabolit sekunder dapat berfungsi sebagai anti-feedants (melawan predator), sex attractant (feromon sex),

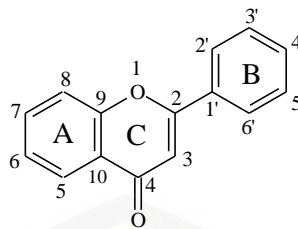
antibiotik (pertahanan dari jamur/bakteri), alelopati (alat bersaing dengan tanaman lain) (Cannell, 1998).

Isolasi senyawa bioaktif dari tumbuhan banyak menemui kendala dikarenakan jumlahnya yang terbatas dan siklus hidup tumbuhan yang relatif lama (Djabat, 2012). Metabolit berkhasiat secara farmakologis ini ternyata tidak hanya dihasilkan tanaman tetapi juga oleh mikroorganisme yang tumbuh dalam jaringan tanaman (Murdiyah, 2012). Mikroba endofit mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang karakternya mirip atau sama dengan inangnya (Tan and Zou, 2000). Karena sifat itulah maka mikroba endofit dapat menjadi alternatif untuk mendapatkan senyawa yang kita butuhkan dalam tanaman. Keunggulan lain yang ditawarkan oleh mikroba endofit adalah siklus hidup mikroba endofit yang singkat dan senyawa-senyawa yang dihasilkan dapat diproduksi dalam skala besar melalui proses fermentasi (Djabat, 2012). Mikroba endofit dapat berupa bakteri atau fungi, tetapi saat ini yang lebih banyak dieksplorasi adalah fungi endofit (Strobel and Daisy, 2003).

Beberapa metabolit sekunder yang ditemukan pada daun ketapang sebagai berikut :

a. Flavonoid

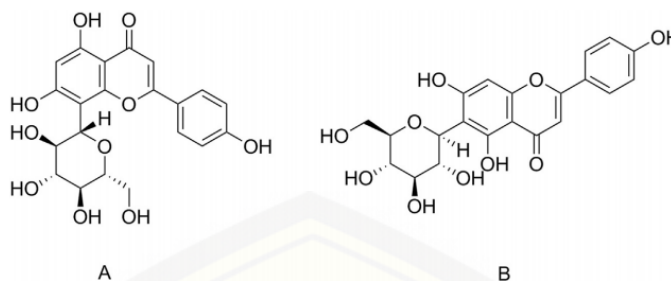
Flavonoid merupakan golongan senyawa fenol yang ditemukan pada hampir semua tumbuhan tingkat tinggi. Flavonoid termasuk senyawa polar. Aglikon flavonoid adalah flavonoid yang tidak mengikat gugus gula. Flavonoid glikosida adalah flavonoid yang mengikat gugus gula. Flavonoid glikosida dibagi menjadi flavonoid *O*-glikosida dan flavonoid *C*-glikosida (Markham, 1982). Struktur umum flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Struktur Umum Flavonoid (Sumber : Markham, 1982).

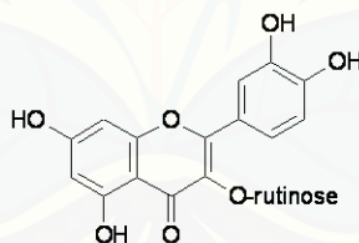
Penelitian secara *in vivo* dan *in vitro* menunjukkan bahwa flavonoid mempunyai aktivitas biologis dan farmakologis, antara lain sebagai antibakteri (Sumono and Wulan, 2009). Menurut Sumono and Wulan (2009) flavonoid bersifat antibakteri karena mempunyai kemampuan untuk berinteraksi dengan DNA bakteri. Hasil interaksi tersebut menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom (Sabir, 2003). Menurut Mirzoeva *et al.* (1997) flavonoid bersifat antibakteri karena melepaskan energi tranduksi terhadap membran sitoplasma bakteri dan menghambat motilitas dari bakteri. Sedangkan menurut Di Carlo *et al* (1999) adanya kandungan gugus hidroksil yang dimiliki oleh flavonoid menyebabkan senyawa ini bersifat antibakteri. Selain itu, flavonoid juga bersifat anti alergi. Senyawa flavonoid bersifat anti alergi karena mampu menghambat enzim fosfodiesterase pada siklus AMP dan enzim *calcium-dependent ATPase*. Kedua enzim ini berperan dalam pelepasan histamin dari sel mast dan sel basofil (Di Carlo, 1999).

Menurut Ahmed *et al.* (2005) senyawa flavonoid yang terdapat di dalam daun ketapang antara lain isovitexin, vitexin, isoorientin, rutin. Vitexin dan isovitexin adalah turunan dari apigenin dengan 8/6-C-glukosida (He *et al.*, 2016). Vitexin (apigenin-8-C-glukosida) dan isovitexin (apigenin-6-C-glukosida). Vitexin dan isovitexin memiliki efek antimikroba yang hampir sama karena memiliki struktur yang mirip. Vitexin menunjukkan efek antimikroba dan terutama menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif seperti *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli* dan *Enterobacter cloacae*. Efek anti-*Helicobacter pylori* yang dimiliki oleh vitexin kemungkinan disebabkan oleh aktivitas enzim anti-MPO dan penghambatan aktivitas H⁺, K⁺-ATPase (He *et al.*, 2016). Struktur isovitexin dan vitexin dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Struktur kimia (A) Vitexin, (B) isovitexin (Sumber : He *et al.*, 2016).

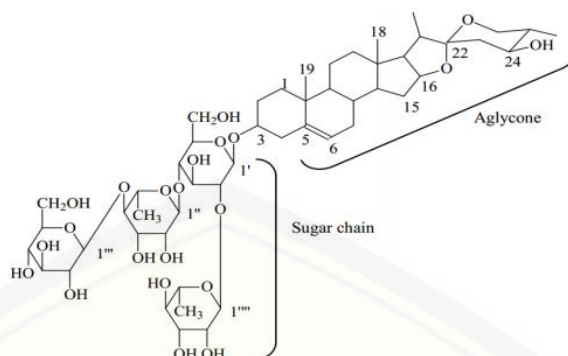
Rutin merupakan senyawa flavonoid golongan flavonol glikosida yang terdiri dari aglikon kuersetin dan disakarida rutinosa (Hussain *et al.*, 2009). Rutin memiliki nama lain kuersetin 3-rutinosida dengan rumus molekul $C_{27}H_{30}O_{16}$ dan berat molekul 610,53 (Harborne *et al.*, 1987). Rutin memiliki sifat antioksidan yang cukup baik. Rutin mampu menekan pembentukan radikal bebas atau ROS dengan cara menghambat enzim, perlekatan ion logam (metal ion chelating) yang terlibat produksi radikal bebas (Halliwell & Gutteridge 1999). Struktur kimia rutin dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Struktur kimia rutin (Sumber : Al-Dhabi *et al.*, 2015).

b. Saponin

Saponin adalah glikosida triterpen dan sterol yang telah terdeteksi dalam lebih dari 90 suku tumbuhan. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun, serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisis sel darah (Rustaman *et al.*, 2000). Saponin termasuk senyawa organik larut dalam air atau polar (Duarte, 2012). Struktur kimia saponin dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Struktur kimia saponin (Sumber : Moghimipour and Somayeh, 2015).

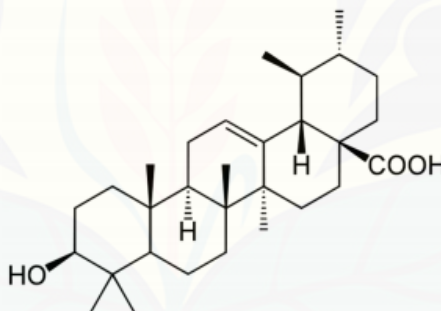
Menurut Mustary *et al.* (2011) senyawa saponin memiliki sifat aktif permukaan yang mampu menghambat pertumbuhan sel mikroba dengan cara menghambat sintesa protein sel mikroba. Namun, menurut Cannel (1998) senyawa saponin memiliki kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan membran sel melalui ikatan hidrogen. Menurut Moghimipour and Somayeh (2015) saponin mampu membentuk ikatan kompleks dengan kolesterol dan mengurangi penyerapan pada membran sel, sehingga dapat menghancurkan sifat permeabilitas dinding sel dan akhirnya dapat menimbulkan kematian sel (Noer *et al.*, 2006).

c. Triterpenoid

Triterpenoid adalah senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isopren dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C₃₀ asiklik yang disebut skualen. Triterpenoid berupa senyawa tak berwarna, berbentuk kristal, biasanya bertitik leleh tinggi (Harborne, 1987).

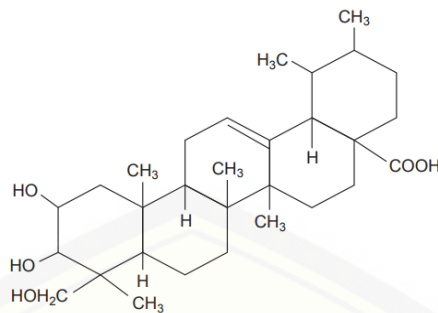
Triterpen termasuk senyawa yang memiliki sifat antibakteri. Menurut Cowan (1999) mekanisme antibakteri triterpenoid adalah bereaksi dengan porin (protein trans membran) pada membran luar dinding sel bakteri kemudian membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Porin merupakan pintu keluar masuknya senyawa, sehingga kerusakan porin akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri dan mengakibatkan sel bakteri kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri akan terhambat atau mati.

Menurut Ahmed *et al.* (2015) senyawa triterpen yang ditemukan pada daun ketapang yaitu asam ursolic, 2 α , 3 β , 23-trihydroxyurs-12-en-28 asam oic dan asam asiatic. Asam ursolic (3 β -hydroxy-urs-12-ene-28-oic acid) adalah terpenoid pentasiklik yang memiliki berbagai potensi farmakologis (Wozniak *et al.*, 2015). Senyawa ini merupakan produk metabolit sekunder tanaman yang biasanya ditemukan di kulit batang, daun atau kulit buah. Salah satu potensi farmakologis yang dimiliki oleh asam ursolic adalah anti kanker dan antimikroba. Salah satu mekanisme anti kanker asam ursolic adalah menghambat proliferasi sel dan menginduksi apoptosis sel melalui jalur intrinsik mitokondria dan penekanan jalur ERK1/2 MAPK pada kanker serviks (Li *et al.*, 2014). Menurut (Wozniak *et al.*, 2015) asam ursolic mampu menghambat pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*. Struktur kimia asam ursolic dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6 Struktur kimia asam ursolic (Sumber : Wozniak *et al.*, 2015).

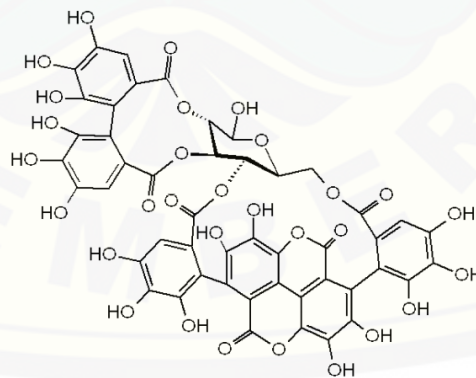
Asam asiatic adalah triterpenoid yang banyak ditemukan pada tanaman. Berdasarkan sifat alaminya asam asiatic hambar dan tidak berbau (Liu *et al.*, 2015). Asam asiatic memiliki sifat antibakteri. Menurut Liu *et al.* (2015) mekanisme antibakteri asam asiatic adalah menginduksi kerusakan ireversibel membran sel bakteri dan mempengaruhi homeostatis ion K^+ pada bakteri. Lebih lanjut menurut Liu *et al.* (2015) asam asiatic juga menginisiasi pelepasan nukleotida dari kompartemen intraseluler bakteri. Struktur kimia asam asiatic dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Struktur kimia asam asiatic (Sumber : Liu *et al.*, 2015).

d. Tannin

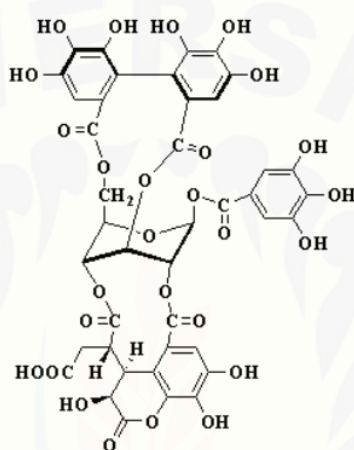
Tannin merupakan senyawa phenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul antara 500 dan 3000 Da (Ismarani, 2012). Tannin merupakan senyawa metabolit sekunder yang dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengkoagulasi protoplasma bakteri (Pratiwi, 2008). Menurut Ahmed *et al.*, (2005) senyawa tannin yang terdapat dalam daun ketapang yaitu punicalagin, punicalin, terflavin A dan B, tergalin, asam chebulagic, reganin, granatin B, corilagin. Punicalagin termasuk tanin dan senyawa polifenol besar yang memiliki isomer 2, 3- (S) -hexahydroxydiphenoyl-4, 6- (S, S) -gallagyl-D-glukosa, dengan berat molekul 1084 (Tyagi *et al.*, 2012). Struktur kimia punicalagin dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Struktur kimia punicalagin (Sumber : Tyagi *et al.*, 2012).

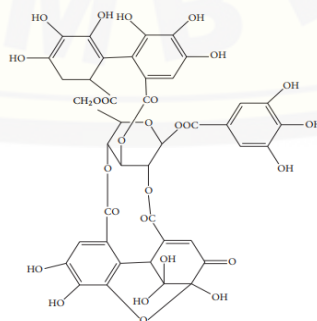
Asam chebulagic termasuk golongan tannin terhidrolisis yang berasal dari tanaman. Asam chebulagic memiliki potensi farmakologis yang cukup luas. Menurut hasil penelitian Yang *et al.* (2013) asam chebulagic menunjukkan

aktivitas penghambatan virus hepatitis C, virus herpes simplex dan virus imunodifisiensi secara *in vitro*. Lebih lanjut Yang *et al.* (2013) menyatakan bahwa asam chebulagic menghambat interaksi antara glikosaminoglikan di permukaan sel dengan glikoprotein virus sehingga menyebabkan terhambatnya penyerapan dan penetrasi virus. Struktur kimia asam chebulagic dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut ini.



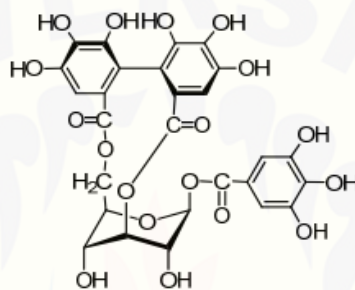
Gambar 2.9 Struktur kimia asam chebulagic (Sumber : Yang *et al.*, 2013).

Granatin B memiliki sifat anti kanker. Granatin B dapat mengurangi proliferasi sel kanker dengan cara menginduksi apoptosis. Menurut Jin *et al.* (2016) granatin B dapat menginduksi apoptosis sel dengan cara menghambat ekspresi protein MMP 9 di dalam sel. Struktur kimia granatin B dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10 Struktur kimia Granatin B (Sumber : Sorhabhi *et al.*, 2015).

Corilagin adalah senyawa golongan tannin yang banyak ditemukan pada tanaman obat dan digunakan sebagai agen anti inflamasi (Jia *et al.*, 2013). Corilagin juga memiliki sifat anti kanker. Hasil penelitian Jia *et al.* (2013) menunjukkan jika corelagin mampu menghambat pertumbuhan kanker ovarium dan memiliki toksisitas yang rendah terhadap sel normal. Corilagin menghambat pertumbuhan sel kanker dengan cara menghambat sekresi TGF- β pada sel kanker. Struktur kimia corilagin dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.11 Struktur kimia corilagin (Sumber : Okuda and Hideyuki, 2011).

2.4 Buku Ilmiah Populer

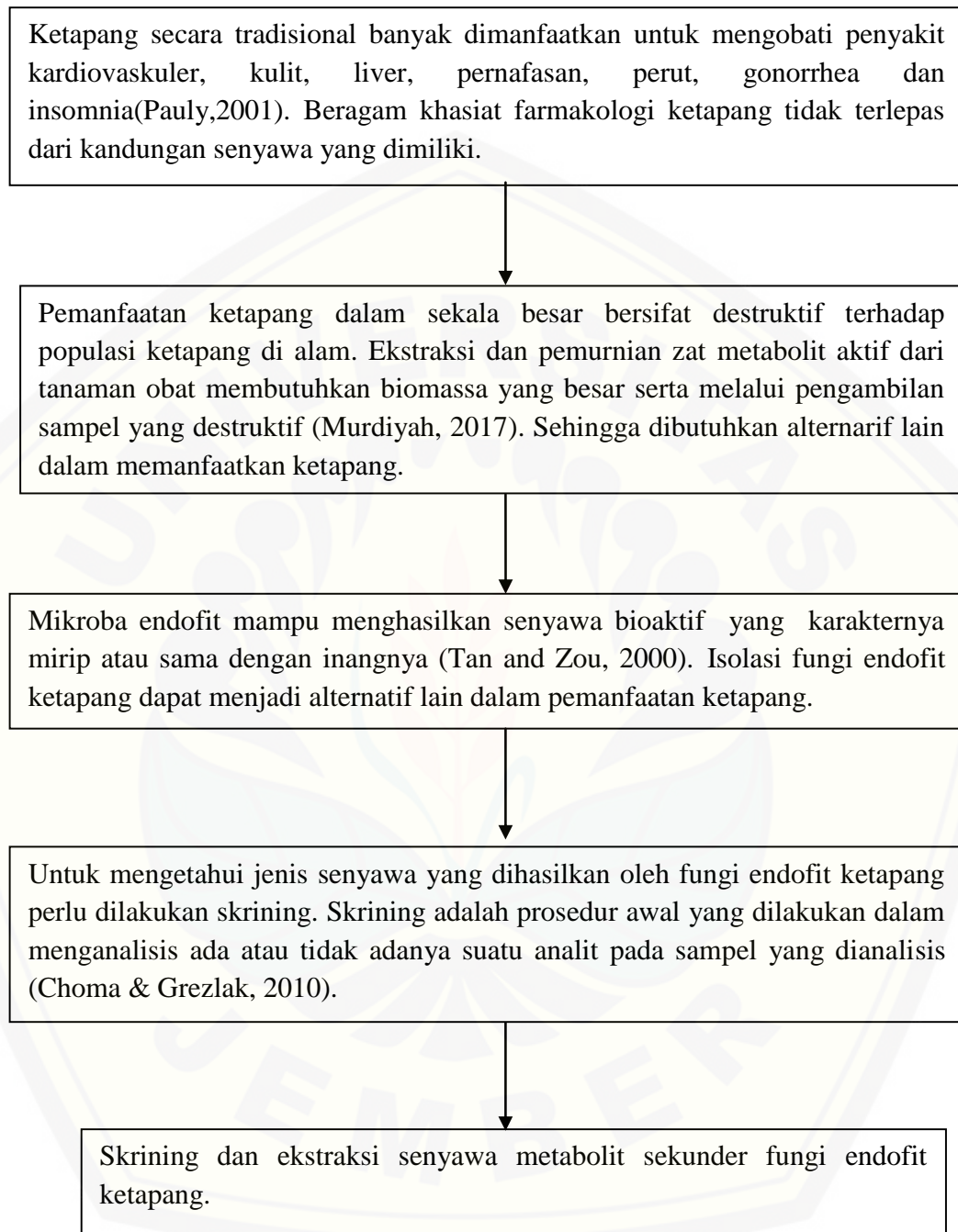
Karya ilmiah atau tulisan ilmiah merupakan karya seorang ilmuwan (yang berupa hasil pengembangan) yang ingin mengembangkan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni yang diperoleh melalui kepustakaan, kumpulan pengalaman, penelitian dan pengetahuan orang lain sebelumnya (Soeharto, 2015 : 52). Menurut Haryanto (2000) cara penulisan karya ilmiah dibagi menjadi dua diantaranya karya ilmiah murni dan karya ilmiah populer. Karya ilmiah murni memiliki karakteristik antara lain penggunaan bahasa baku yang terikat dengan kaidah bahasa Indonesia resmi dan biasanya lebih mengkaji bidang ilmiah. Karya ilmiah populer memiliki karakteristik penggunaan bahasa yang lebih luwes dan umum sehingga mudah dipahami oleh masyarakat. Salah satu bentuk karya ilmiah populer adalah buku ilmiah populer. Buku ilmiah populer adalah suatu tulisan sebagai hasil kajian dengan metode ilmiah (Lubis, 2004).

Buku ilmiah populer memiliki beberapa karakteristik antara lain tulisan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa), berisi informasi akurat, berdasarkan fakta, aktualisasi tidak mengikat, bersifat objektif, sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi; ataupun tesis dan dapat menyisipkan kata-kata yang tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan (Revolta, 2006).

Publikasi ilmiah yang berupa karya ilmiah populer dapat dinilai sekurang-kurangnya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut .

- a. Isi sajiannya berupa pengetahuan populer yang ditandai oleh tema/topik yang sedang aktual dan berkenaan dengan masalah kependidikan.
- b. Langkah sajiannya dijiwai dengan cara berfikir ilmiah (ada hal yang dipermasalahkan, adanya dukungan teori yang terkait, pembahasan yang menunjukkan adanya gagasan penulis dan simpulan), atau dapat diterima nalar secara benar dan runtut.
- c. Alur penyajiannya tidak kaku sehingga enak dibaca, mudah dicerna oleh pembaca tanpa menuntut upaya yang berat untuk memahaminya.
- d. Menggunakan bahasa yang sederhana, mudah dipahami isinya oleh pembaca dari segala tingkat pendidikan (Soeharto, 2015).

2.5 Kerangka Berfikir



Gambar 2.12 Skema kerangka berfikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yaitu identifikasi jenis senyawa yang terkandung dalam metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) menggunakan analisis fitokimia dan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - Desember 2017 dan dilaksanakan di tiga tempat, yaitu :

- a. Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Jember untuk peremajaan isolat, pembuatan ekstrak metabolit sekunder, uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar metabolit sekunder dan uji bioautografi.
- b. Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA Universitas Jember untuk proses fermentasi fungi endofit ketapang.
- c. Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember untuk identifikasi senyawa metabolit sekunder menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT).

3.3 Variabel Penelitian

Metabolit sekunder yang diekstraksi merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.).

3.4 Definisi Operasional

- a. Endofit adalah mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tanaman dan bersimbiosis dengan tanaman untuk menghasilkan metabolit sekunder yang berguna untuk inangnya. Dalam penelitian ini endofit yang

digunakan adalah fungi endofit yang diisolasi dari daun tanaman ketapang (*Terminalia catappa*).

- b. Metabolit sekunder adalah suatu molekul atau produk metabolit yang dihasilkan oleh proses metabolisme sekunder organisme dimana produk metabolit tersebut bukan merupakan kebutuhan pokok organisme untuk hidup dan tumbuh (Pratiwi, 2008). Dalam penelitian ini metabolit sekunder yang dimaksud adalah hasil metabolit dari fungi endofit yang berhasil diisolasi dari daun tanaman ketapang. Metabolit sekunder yang diekstraksi termasuk golongan senyawa polar, nonpolar dan semipolar.
- c. Skrining adalah prosedur awal yang dilakukan dalam menganalisis ada atau tidak adanya suatu analit pada sampel yang dianalisis (Choma & Grezlak, 2010). Dalam penelitian ini skrining adalah tahapan untuk mendeteksi jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit tanaman ketapang. Skrining dilakukan dengan menggunakan analisis fitokimia dan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT).
- d. Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Dalam penelitian ini ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder yang diproduksi oleh fungi endofit ketapang. ekstraksi dilakukan secara cair-cair dengan pelarut yang memiliki tingkat kepolaran berbeda (pelarut polar, semipolar dan nonpolar).
- e. Buku ilmiah populer adalah buku bacaan yang mengandung unsur ilmiah, berdasarkan fakta dan bersifat mendidik untuk masyarakat awam (Sujarwo, 2006 : 6).

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, neraca analitik, cawan petri, gelas ukur, jarum ose, Laminar Air Flow (LAF), bunsen, inkubator, shaker, vortex, pinset, pipet, mikropipet dan tip, chamber, vial, corong pisah,

beaker glass, erlenmeyer 200 ml, pengaduk, spatula, rak tabung reaksi, *rotary evaporator*, inkubator, plat tetes, botol schott, Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan fase diam F₂₅₄ (Merck), bejana kromatografi, lampu UV₂₅₄ nm, effendorfer refance 200 µl, dan lemari pendingin.

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu isolat fungi endofit (KP1) yang diisolasi dari tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Jember, isolat bakteri *Escherichia coli* dan isolat bakteri *Streptococcus pyogenes* medium Potato Dextrose Yeast Broth (PDYB), medium Potato Dextrose Agar (PDA), aquadest, larutan etil asetat, larutan kloroform, kloramfenikol, asam formiat, metanol, larutan HCl, larutan FeCl₃, serbuk Mg, larutan H₂SO₄, larutan NH₃, uap amonia, aseton, larutan kuersetin standard .

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Medium

Medium PDA dibuat dengan menimbang PDA instan 1,2 gram, dan kloramfenikol 0,1 gram. Seluruh bahan-bahan tersebut dilarutkan dalam aquades sampai 30 ml dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya media disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121° C, tekanan 1 atm selama 30 menit.

Medium PDYB dibuat dengan menimbang PDB sebanyak 13,25 gram dan 5 gram yeast ekstrak kemudian dilarutkan dalam 500 ml aquadest dalam beaker glass 1000 ml. Media dipanaskan dan dihomogenkan menggunakan hot plate dan strirer. Media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 30 menit.

Medium NA dibuat dengan menimbang NA sebanyak 1,4 gram dan dilarutkan dalam 70 ml aquades kemudian media dipanaskan dan dihomogenkan. Medium NB dibuat dengan melarutkan 0,1 gram medium NB dalam 15 ml aquades kemudian dipanaskan dan dihomogenkan menggunakan hot plate.

3.6.2 Peremajaan Isolat Fungi Endofit Untuk *Stock Culture* dan *Working Culture*

Peremajaan isolat fungi endofit bertujuan untuk mendapatkan *Stock Culture* dan *Working Culture*. Teknik peremajaan dilakukan dengan cara menginokulasikan koloni tunggal biakan isolat fungi endofit ke dalam satu tabung reaksi dan satu cawan petri berisi medium *Potato Dextrose Agar* (PDA). Inokulasi isolat fungi endofit dengan metode streak menggunakan ose. Tabung reaksi dan cawan petri berisi biakan diinkubasi pada suhu ruang (25°C) selama 4-7 hari (hingga terjadi sporulasi). Isolat yang berada dalam cawan petri digunakan sebagai *working culture* sedangkan isolat dalam tabung reaksi digunakan sebagai *stock culture* dan disimpan pada suhu 4°C dalam lemari pendingin.

3.6.3 Fermentasi Fungi Endofit

Fermentasi fungi endofit dilakukan dengan menggunakan media PDYB (*Potatoes Dextrose Yeast Broth*), yang bertujuan untuk memperoleh ekstrak yang mengandung senyawa metabolit sekunder dari isolat fungi endofit. Koloni murni fungi endofit isolat KT1 yang telah bersporulasi pada media PDA, kemudian dipotong dan diambil 3 potongan berukuran $\pm 1 \times 1$ cm. Potongan fungi tersebut kemudian diinokulasikan ke dalam media fermentasi cair PDYB sebanyak 500 mL dalam 5 labu erlenmeyer ukuran 200 ml. Masing-masing labu erlenmeyer berisi 100 ml medium fermentasi. Labu erlenmeyer yang berisi media fermentasi cair PDYB dan potongan kultur fungi endofit difermentasi goyang menggunakan rotary shaker dengan kecepatan 140 rpm (kocokan/menit), dilakukan pada suhu ruang (27°C) selama 14 hari (Sinaga *et al.*, 2009; Rollando, 2016).

3.6.4 Ekstraksi Kultur Fungi Endofit

Proses ekstraksi kultur fungi endofit dilakukan berdasarkan metode yang telah dilakukan oleh Nursid *et al.* (2011) dan dimodifikasi. Medium dan biomassa fungi endofit dipisahkan dengan cara disaring. Metabolit dalam medium diekstraksi dengan etil asetat, dan kloroform sedangkan metabolit yang terdapat

dalam biomassa tidak diekstraksi. Proses ekstraksi ini dilakukan sebanyak 1 kali menggunakan corong pisah. Lapisan fraksi etil asetat, fraksi kloroform dan fraksi air dipekatkan dengan *rotary evaporator*.

3.6.5 Uji Fitokimia Medium Fermentasi Fungi Endofit Ketapang

Uji fitokimia medium fermentasi fungi endofit meliputi uji terpenoid/steroid, tannin, flavonoid dan saponin.

a. Uji terpenoid/steroid

Uji terpenoid/steroid sesuai dengan metode yang digunakan Elita *et al.* (2013). Medium fermentasi fungi endofit ketapang dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dicampur kloroform beramoniak kemudian ditambahkan H_2SO_4 ke dalam tabung dan dikocok kuat. Campuran didiamkan dan ditunggu hingga terbentuk dua lapisan yakni lapisan atas (asam) dan lapisan bawah (kloroform). Lapisan kloroform diletakkan di plat tetes dan dibiarkan menguap lalu ditambahkan larutan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat (pereaksi Liebermann-Burchard). Apabila terbentuk warna hijau-biru menandakan adanya senyawa steroid dan warna merah menandakan adanya senyawa terpenoid.

b. Uji Flavonoid

Uji flavonoid menggunakan metode yang dimodifikasi dari Santi *et al.* (2013). Sebanyak 2 ml medium dicampurkan dengan etanol 70% dan dipanaskan selama 5 menit di dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan beberapa tetes larutan HCl pekat kemudian ditambahkan 0,2 g serbuk Mg ke dalam tabung reaksi. Hasil positif ditunjukkan dengan timbulnya warna merah tua (magenta) dalam waktu 3 menit.

c. Uji Tannin

Uji tannin sesuai dengan metode yang digunakan Santi *et al.* (2008) yang dimodifikasi. Sebanyak 2 ml medium fermentasi dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2-3 tetes larutan $FeCl_3$ 1%. Hasil positif akan ditunjukkan dengan terbentuknya warna hitam kebiruan atau hijau.

d. Uji Saponin

Uji saponin dimodifikasi dari Elita *et al* (2013). Aquades ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi medium fermentasi kemudian dikocok kuat. Apabila terbentuk busa stabil selama ± 10 menit maka sampel dinyatakan mengandung saponin.

3.6.6 Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Metabolit Sekunder Fungi Endofit Ketapang

Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Streptococcus pyogenes* menggunakan metode yang dilakukan Hasanah *et al.* (2015) yang telah dimodifikasi. Sebanyak satu ose bakteri dari stok biakan diambil dan diinokulasikan ke dalam 5 ml medium *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian sebanyak 100 μ l suspensi bakteri dimasukkan dalam 15 ml medium *Nutrient Agar* (NA) dan dihomogenkan. Medium berisi suspensi bakteri dituangkan dalam cawan petri dan ditunggu hingga memadat. Medium dilubangi menggunakan *cork borer* sebanyak 5 lubang dan larutan ekstrak ditambahkan ke dalam sumuran beserta larutan aquades sebagai kontrol negatif dan larutan kloramfenikol 0,1 % sebagai kontrol positif. Medium diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

3.6.7 Pemisahan dan Identifikasi Senyawa menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Ekstrak pekat yang didapat dilarutkan dengan metanol dan dilakukan uji KLT dengan menggunakan fase gerak kloroform : aseton : asam formiat (10 : 2 : 1) dan hasilnya diamati di bawah sinar UV 254 nm dan UV 366 nm serta diuapkan dengan uap amonia sebagai penampak noda. Selanjutnya dihitung nilai Rf (*Retention factor*). Nilai Rf dihitung berdasarkan Sherma and Fried (2003) menggunakan rumus :

$$R_f = \frac{\text{Jarak tempuh senyawa}}{\text{Jarak tempuh pelarut}}$$

3.6.8 Uji Bioautografi

Uji bioautografi dilakukan berdasarkan Yuliarty *et al.*, (2011) yang telah dimodifikasi. Metode bioautografi yang digunakan yakni menggunakan metode bioautografi kontak. Bioautografi kontak dilakukan dengan cara menempatkan plat KLT di permukaan media yang telah dicampur dengan suspensi bakteri uji. Sebanyak 100 µl suspensi bakteri uji dicampurkan dengan 15 ml medium *Nutrient Agar* (NA) dalam keadaan cair (suhu 45° C) dan dihomogenkan. Plat KLT ditempelkan di atas medium yang berisi suspensi bakteri uji selama 60 menit dan ditekan hingga tidak ada gelembung udara antara plat KLT dan permukaan medium. Setelah 60 menit plat diangkat dan dipindahkan. Medium yang telah ditempel plat KLT diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam. Pengamatan aktivitas antibakteri dilihat dari adanya zona bening di sekitar bercak noda hasil KLT.

3.7 Penyusunan Buku Ilmiah Populer

Hasil penelitian ini dipublikasikan dalam bentuk skripsi dan buku ilmiah populer. Penyusunan buku ilmiah populer melalui 4 tahapan. Keempat tahap tersebut adalah pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*) dan tahap penyebaran (*disseminate*) (Thiagarajan *et al.*, 1974). Tahap penyebaran (*disseminate*) tidak dilakukan karena hanya dilakukan sampai pada uji validasi oleh validator.

3.8 Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Uji kelayakan dilakukan setelah buku ilmiah populer selesai dibuat. Uji kelayakan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk buku ilmiah populer yang disusun berdasarkan hasil penelitian skrining dan ekstraksi metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminalia catappa* L.) dapat dimanfaatkan menjadi buku bacaan bagi masyarakat. Uji kelayakan buku ilmiah populer ini dilakukan dengan penilaian 3 validator yaitu 1 validator ahli materi (dosen), 1 validator ahli media (dosen) dan 1 validator pengguna (masyarakat).

3.9 Data dan Analisisnya

3.9.1. Analisis Data Penelitian

Data hasil pengamatan berupa data kualitatif yang disusun dalam bentuk tabel dan Gambar. Data kualitatif meliputi hasil pengamatan uji fitokimia ekstrak kasar metabolit sekunder fungi endofit, hasil pengamatan aktivitas antibakteri ekstrak kasar metabolit sekunder, hasil pengamatan visualisasi plat KLT dan hasil pengamatan uji bioautografi. Data dianalisis secara deskriptif.

3.9.2. Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer

Analisis validasi buku ilmiah populer dilakukan setelah memperoleh nilai dari para validator. Deskripsi skor penilaian produk buku ilmiah populer dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Deskripsi Skor Penilaian Produk

Kategori	Nilai Maksimum
Kurang	1
Cukup	2
Baik	3
Sangat baik	4

Tingkat kelayakan buku ilmiah populer sebagai bahan bacaan masyarakat diketahui dengan cara mengonversi skor yang diperoleh dalam bentuk persentase skor. Persentase skor dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Persentase skor (P)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \%$$

Data persentase skor penilaian yang telah diperoleh selanjutnya dikonversi menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan beberapa kriteria. Menurut Sujarwo (2006) beberapa kriteria validasi seperti pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Kriteria Validasi Buku Ilmiah Populer

Kualifikasi	Skor (%)	Keterangan
Kurang layak	25-43	Masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk ini sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat
Cukup layak	44-62	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan pada produk ini dan perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat
Layak	63-81	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meskipun ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran pada produk ini, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat
Sangat layak	82-100	Semua item pada item yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Jenis senyawa metabolit sekunder yang diproduksi oleh fungi endofit ketapang adalah flavonoid, tannin, terpenoid dan saponin. Senyawa golongan flavonoid yang diproduksi fungi endofit ketapang adalah kuersetin.
- b. Ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes* sedangkan ekstrak klorofom dan ekstrak air hanya menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*. Senyawa kuersetin pada ekstrak etil asetat dan kloroform menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes* yakni senyawa kuersetin dengan nilai Rf 0,92 dan Rf 0,93.
- c. Buku ilmiah populer dengan judul “ Fungi Endofit Ketapang (Senyawa Metabolit Sekunder)” layak dijadikan sebagai media informasi untuk publikasi hasil penelitian kepada masyarakat dengan rerata skor validasi 49 dan rerata prosentase penilaian sebesar 74,3%.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut mengenai jenis senyawa metabolit sekunder fungi endofit menggunakan lebih banyak larutan standard seperti golongan tannin, saponin dan terpenoid.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan spektrofotometri atau densitometri untuk mengetahui kuantitas senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit ketapang.
- c. Perlu dilakukan identifikasi jenis metabolit sekunder pada biomassa fungi endofit daun ketapang untuk mengetahui perbedaan jenis metabolit

sekunder pada biomassa dan metabolit sekunder yang disekresikan pada medium.

- d. Perlu dilakukan pengujian variasi medium fermentasi untuk mendapatkan jenis medium yang dapat menghasilkan produksi biomassa maksimal.
- e. Perlu dilakukan identifikasi jenis senyawa dalam medium fermentasi tanpa ditanami kultur fungi endofit untuk memastikan senyawa yang berhasil diidentifikasi dalam medium berasal dari kultur fungi endofit atau berasal dari medium fermentasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S. M., Vrushabendra S. B. M., Gopkumar P. R. D. And Chandrashekara V. M. 2005. Anti-Diabetic Activity of *Terminalia Catappa* Linn. Leaf Extract in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics*. Vol. 4 No. 1
- Al-Dhabi, N. A., Mariadhas V. A., Chang H. P. and Sang U. P. 2015. An Up-To-Date Review of Rutin and Its Biological And Pharmacological activities. *EXCLI Journal*. 14: 59-63
- Amir. 2007. *Dasar-Dasar Penulisan Karya Ilmiah*. Surakarta: UNS press
- Anandha, K. & Sridhar, KR. (2002). Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. *Can. Journal Microbiol.* 48:871–878.
- Astuti, H. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Ekstrak Air Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) Terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Majalah Farmaseutik*. Vol. 1, No. 1
- Babayi, H., I. Kolo, J. I. Okogun, dan U. J. J. Ijah, 2004, “The Antimicrobial Activities of Methanolic Extracts of *Eucalyptus camaldulensis* and *Terminalia catappa* Against Some Pathogenic Microorganisms”, *Nigerian Society for Experimental Biology, Biochemistry* 16 (2): 110
- Bacon C.W. and D.M. Hinton. 2002. Endophytic and Biological Control Potential of *Bacillus mojavensis* and Related Species. *Biological Contro*. Vol. 23, Hal. 274-284
- Borges, W., Said, S., Borges, K. B., Pierina S. B. and Monica P. 2009. Endophytic Fungi : Natural Products, Enzymes and Biotransformation Reactions. *Current Organic Chemistry*. Vol. 13
- Cannell, J. P. Richard.1998. *Natural Product Isolation*. New Jersey : Humana press
- Clay, K. 1988. Fungal Endophytes of Grasses: a Defensive Muatualism Between Plants and Fungi. *Journal of Ecology*. Vol. 69, No. 1, Hal. 10-1
- Choma, Irena M. and Grzelak, E. M. 2010. Bioatugraphy Detection in Thin-Layer Chromatography. *Elsivier*. 1218 (19)
- Cowan, M., 1999. Plant Product as Antimicrobial. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol 12(4) : 564-582

- Dankhar, S. And Yadav JP.2013. Investigations towards new antidiabetic drugs from fungal endophytes associated with *Salvadora oleoides Decne*. *Medicinal chemistry*. Vol. 9(4) : 624
- Devi, N. N., and Wahab, F.2012. Antimicrobial Properties of Endophytic Fungi Isolated From Medicinal Plant *Camellia sinesis*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. Vol. 3, No. 3. Hal.420-427
- Di Carlo, G., Mascolo N., Izzo A. A., Cpasso F. 1999. Flavonoids : Old and New Aspects of a Class of Natural Therapeutic Drugs. *Life Science*. 65: 337-53.
- Djabat, Rahma Septiana H.N. 2012. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Antimikroba Senyawa Metabolit Sekunder dari Jamur Endofit Tumbuhan Bratawali (*Tinospora crispa*). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.
- Duarte, K., Rocha-santos, T., Freitas, A.C., dan Duarte, A.C. 2012. Analytical techniques for discovery of bioactive compounds from marine fungi. *Trends in Analytical Chemistry*. hh. 97-110.
- Elita, A., Saryono S., Christine J. 2013. Penentuan Waktu Optimum Produksi Antimikroba dan Uji Fitokimia Ekstrak Kasar Fermentasi Bakteri Endofit *Pseudomonas* sp. dari Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*). *J. Ind. Che. Acta* Vol 3, No. 2. Hal 56-62
- Faidah, Nur H.2006. Skrining dan Uji Aktivitas Senyawa Metabolit Sekunder Dari Biji Mahoni Berdaun Lebar (*Swietenia macrophylla King*).*Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember
- Gao F. K., Ch. Dai, and X. Z. Liu.2010. Mechanism Of Fungal Endophytes In Plant Protection Against Pathogens. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 4
- Gangadevi, V. and Muthumary, J. 2009. Taxol production by *Pestalotiopsis terminaliae*, an endophytic fungus of *Terminalia arjuna* (arjun tree). *Biotechnol and Applied Biochemistry*. Hal 9-15
- Gonzalez-Barrios, J., Fernandez, F. J. And Tomasini A. 2003. Microbial Secondary Metabolites Production and Strain Improvement. *Indian Journal of Biotechnology*. Vol. 2, Hal. 322-333
- Halliwell, B. and Gutteridge J.M.C. 1999. *Free Raadical in Biology and Medicine*. New York: Oxpord University Press.
- Handoko,T. dan Imam G., “Pengolahan Buah Tancang sebagai SumberBioetanol dan Karbon Aktif” *Prosiding Seminar Nasional Teknik KimiaKejuangan*,

Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia ISSN 1693(2011)

- Harborne, J.B, 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Menganalisa Tumbuhan*. Edisi II. Bandung : ITB
- Haryanto. 2000. *Metode Penulisan Dan Penyajian Karya Ilmiah*. Jakarta: EGC
- Hasanah, U., Riwayati dan Idramsa. 2015. Uji Antijamur Patogen Ekstrak Metabolit Sekunder Jamur Endofit Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxylon*). *Jurnal Biosains*. Vol.1 No.2
- He,Miao, Jia-Wei M., Wei-Lin K., Xiao-Hua H., Jun-Xu L., Bi-Wen P. 2016. A review on the Pharmacological Effect of Vitexin and Isovitexin. *Journal of Fitoterapia*. 115, 74-85
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia* Jilid I. Terj. Badan Libang Kehutanan. Jakarta: Koperasi karyawan Departemen Kehutanan
- Hussain, M.T., Verm A.R., Vijayakumar A., Sharma A., Mathela C.S., Rao C.H. 2009. Rutin, a natural flavonoid, protects against gastric mucosal damage in experimental animals. *Asian Journal of Traditional Medicine*. 4 (5):188-198.
- Ismarani. 2012. Potensi Senyawa Tannin Dalam Menunjang Produksi Ramah Lingkungan. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. Vol. 3 No. 2
- Jia, Luoqi, Hongyan J., Jiayi Z., Lianghua C., Yiling L., Yanling M. and Yinhu Y. 2013. A Potential Anti-tumor Herbal Medicine, Corilagin, Inhibits Ovarian Cancer Cell Growth Trough Blocking the TGF- β Signaling Pathways. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 13:33
- Jin, Zheng., Ying Y., Ri-Hua J., Yu-Bo W. and Hai-Yang X. 2016. Effect of Granatin B on the Glioma Cancer by Inducing Apoptosis. *Am J Transl Res*. Vol 8 (9) : 3970-3975 ISSN: 1943-8141
- Kardinan, Agus dan Dhalimi,Azni.2003.Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) Tanaman Multi Manfaat. *Perkembangan Teknologi*. Vol, 15, No.1
- Kusumaningtyas, E., Astuti, E., Darmono. 2008. Sensitivitas Metode Bioautografi Kontak dan Agar Overlay dalam Penentuan Senyawa Antikapang. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Vol. 6, No. 2 Hal. 75-79
- Kostrzewa-suslow, E., Dymarska, M., and Tomasz J. 2014. Microbial Transformation of 3- methoxyflavone by Strains of *Aspergillus niger*. *Polish Journal of Mircobiology*. Vol. 63, No.1, Hal 111-114

- Kour, A., Shawl, A. S., Rehman S., Phalistineen S., Parvaiz H. Q., Pankaj S., Ravi K. K. and Vijeshwar V. 2008. Isolation and Identification of an Endophytic Strain of *Fusarium oxysporum* Producing Podophyllotoxin From *Juniperus recurva*. *World J. Microbiol Biotechnol.* 24:1115-1121
- Lakhanpal, P., MD and Rai, D. K. 2007. Kuersetin: A Versatile Flavonoid. *Internet Journal of Medical Update.* Vol. 2, No.2
- Li, Y., Lu, X., Qi, H., Li, X., Xiao, X., Gao, J. 2014. Ursolic Acid Induces Apoptosis Trough Mitochondrial Intrinsic Pathway and Suppression of ERK1/2 MAPK in HeLa cells. *J. Pharmacol. Sci.* Vol. 125, 202–210.
- Liu, Wen-hu, Te-Chung L. and Mei-chin m. 2015. Antibacterial Effects and Action Modes of Asiatic Acid. *J. BioMedicine.* Vol. 5, No. 3, Pages 22-29 ISSN 2211-8039
- Lodewyckx, C. J. Vangronsveld, F. Parteous, E. R.B. Moore, S. Taghavi. M. Mezgeay and D. Van der Lelie. 2002. Endophytic Bacteria and Their Potential Applications. *Critical Reviews in Plant Science.* Vol. 21
- Lubis, S. 2004. Teknik Penulisan Ilmiah Populer. <http://respiratory.usu.ac.id/bitstream/123456789/3777/1/komunikasi-suardi%20lbs2.pdf>
- Margino, S. 2008. Produksi Metabolit Sekunder (Antibiotik) Isolat Jamur Endofit Indonesia. *Majalah Farmasi Indonesia.* 19(2), 86-94
- Markham, K.R. 1982. *Techniques of Flavonoid Identification.* London : Academic Press Inc. Ltd.
- Materzka, M. 2008. Kuersetin and its Derivatives: Chemical Structure and Bioactivity. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.* Vol. 58, No. 4, pp. 407-413
- Melliawati, Ruth, Widyaningrum, D.N., Djohan, A.C., Sukiman, H. 2006. Pengkajian Bakteri Endofit Penghasil Senyawa Bioaktif Untuk Proteksi Tanaman. *Biodiversitas.* Vol 7, No. 3
- Mirzoeva, O. K., Grishanin R. N., Calder P. C. 1997. Antimicrobial Action of Propolis and Some of its Components : The Effect on Growth, Membrane Potential, and Motility of Bacteria. *Microbiol Research.* 152:239-46
- Moghimpour, E. and Somayeh H. 2015. Saponin : Properties, Methods of Evaluation and Applications. *Annual Research & Review in Biology.* Vol 5 (3): 207-220
- Murdiyah, Siti. 2017. Fungi Endofit Pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Praktikum Mata Kuliah Mikologi.

Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia. Vol.3, No.1. p-ISSN: 2442-3750; e-ISSN: 2527-6204

- Mustary, M., Djide, M.N., Mahmud I., Hasyim, N. 2011. Uji Daya Hambat dan Analisis KLT-Bioautografi Perasan Buah Sawo Manila (*Achras zapota* Linn) Terhadap Bakteri Uji *Salmonella thyposa*. *Jurnal MKMI*. Vol. 7, No. 1, Hal 25-27
- Nitiema, L. W., Savadogo, A., Jacques S., Dayeri S. And Alferd S. T. 2012. In Vitro Antimicrobial Activity of Some Phenolic Compounds (Coumarin and Kuersetin) Against Gastroenteritis Bacterial Strains. *International Journal of Microbiological Research*. Vol.3, No.3 Hal 183-187
- Nursid, M., Chasanah, E., Murwantoko., and Wahyuno, S. 2011. Isolation and Identification of Emestrin from *Emericella nidulans* and Investigation of its anticancer properties. *Microbiology Indonesia*. Vol. 5, No. 4. 160-169
- Nursid, M., Chasanah, E., Murwantoko, and Wahyuno, S., 2011. Penapisan Kapang Laut Penghasil Senyawa Sitotoksik dari Beberapa Perairan di Indonesia. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol 6. No. 1
- Noer, I.S. and Leni N. 2006. Bioaktivitas *Ulva reticulata* Forsskal. Asal Gili Kondo Lombok Timur Terhadap Bakteri. *Jurnal Biotika*. Vol. 5, No. 1. 2006, Hal. 45-60.
- Noverita, Fitria D, and Sinaga E. 2009. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang (*Zingiber ottensi* Val.). *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4, No. 4
- Okuda, Takuo and Hideyuki I. 2011. Tannins of Constant Structure in Medicinal and Food Plants-Hydrolyzable Tannins and Polyphenols Related to Tannins. *Journal of Molecules*. Vol 16, 2191-2217 ISSN 1420-3049
- Pauly, G. 2001. Cosmetic, Dermatological and Pharmaceutical Use of an Extract of *Terminalia catappa*. *United States Patent Application* no. 20010002265: 1- 2.
- Petrini, O., Sieber, TN., Toti, L., Viret, O. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins*. Vol 1
- Pratiwi, Sylvia T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta : Erlangga
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi. Departemen Farmasi, FMIPA-UI. Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. II, No.3. Desember 2005 p.113-126.

- Rahayu, S., Nunung K., dan Vina A. 2015. Ekstraksi Dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dari Limbah Kulit Bawang Merah Sebagai Antioksidan Alami. *Al Kimiya*. Vol. 2, No. 1
- Rante, H. Taebe, B. dan Intan, S. (2013). Isolasi Fungi Endofit Penghasil Senyawa Antimikroba dari Daun Cabai Katokkon (*Capsicum Annuum L Var. Chinensis*) dan Profil KLT Bioautografi. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. Vol. 17, No.2 – Juli 2013, hlm. 39 – 46.
- Revolta, Yon's. 2006. *Tips Menulis Karya Ilmiah Populer*. Jakarta
- Riskitavani, D. V. And Purwani K.I. 2013. Studi Potensi Biohibrisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumput Teki (*Cyperus rotundus*). *Jurnal Sains dan Semi Pomits*. Vol. 2, No. 2
- Rollando. 2016. Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Dan Fraksi Hasil Fermentasi Fungi Endofit Genus *Cephalosporium* sp. Diisolasi Dari Daun Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn.). *Jurnal Wiyata*. Vol 3. No. 1. P-ISSN 2355-6498
- Sabir, A. 2003. Identifikasi Golongan Flavonoid dalam Propolis *Trigona* sp. dari kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan yang Digunakan pada Perawatan Kaping Pulpa Langsung. *Majalah Kedokteran Gigi FKG Unair*. Hal. 59-63
- Sangi, M., M. R. J. Runtuwene., H. E. I. Simbala dan V. M. A. Makang. 2008. Analisa Fitokimia Tumbuhan Obat Di Minahasa Utara. *Chem. Prog.* 1(1):47-53.
- Schulz, B. J. E abd C. J. C. Boyle. 2006. *What are endophytes?* Dalam Schulz BJE, Boyle CJC & Sieber TN. , pp. 1-13 Springer-Verlag, Berlin
- Sherma, J. and B. Fried. 2003. *Hanbook of Thin-Layer Chromatography*. New york : Marcel Dekker, Inc.
- Shoeb, M., Haque, M. And Nilufar N. 2014. Bioactive compounds from endophytic fungus *Penicillium thiomii* isolated from *Terminalia chebula*. *J. Nat. Prod. Plant Resour.* Vol. 4(3): Hal. 65-70
- Sia, E.D. Marcon, J. Luvizotto, D.M. Quecine, M.C. Tsui, S. Pereira, J.O. Azevedo, J.L. (2013). Endophytic Fungi from The Amazonian Plant *Paullinia Cupana* and from *Olea Europaea* Isolated Using Cassava As an Alternative Starch Media Source. *SpringerPlus*, 2:579.
- Siriwong, S., Thumanu, K., Tanaporn H. And Gringsak E. 2015. Synergy and Mode of Action of Ceftazidime plus Kuersetin or Luteolin on *Streptococcus pyogenes*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*

- Smitha, M. S., Singh, S., and Singh, R. 2017. Microbial Biotransformation: A Process for Chemical Alterations. *Journal of Bacteriology & Mycology*. Vol. 4. No. 2
- Sinaga, Ernawati, Noverita, Dinah Fitria.2009. Daya Antibakter Jamur Endofit Yang Diisolasi Dari Daun Dan Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* Sw.). *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol 4, No. 4, Hal. 161-170
- Sorkhabi, Habib A., Shoja M., Taghi R. and Robabeh B. 2015 Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Extract as a Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution. *International Journal of Corrosion*.
- Strobel, G., B. Daisy, U. Castillo and J. Harper.2004. Natural Products From Endophytic Microorganism. *Journal of Natural Products*. Vol 67, Hal. 257-268
- Sugijanto, NE. Indrayanto dan G. Zaini, N.C (2004). Isolasi dan Determinasi Berbagai Jamur Endofit dari Tanaman *Aglaia elliptica*, *Aglaia eusideroxylon*, *Aglaia odorata* dan *Aglaia odoratissima*. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*.Vol. 5,No. 2
- Soeharto, Y., Heri, W. E. 2015. Panduan Penulisan Karya Ilmiah. *Majalah Ilmiah Periwayanan*. Vol. XXII, No. 2
- Sujarwo. 2006. *Penyusunan Karya Tulis Ilmiah Populer*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/sujarwo-mpd/penyusunan-karya-tulis-ilmiah-populer.pdf>
- Sumino, A. Supriyadi dan Wardiyanto. 2013. Efektivitas Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia cattapa* L.) untuk Pengobatan Infeksi *Aeromonas salmonicida* pada Ikan Patin (*Pangasioniodon hypophthalmus*). *Jurnal Sains Veteriner*. JSV 31 (1), ISSN: 0126 – 0421
- Sumono, A. Dan Wulan, A. 2009. Kemampuan air rebus daun salam (*Eugenia polyantha*) dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *Streptococcus* sp. *Majalah Farmasi Indonesia*. Vo. 20, No. 3
- Tampemawa, P. V., Johanis J. P. dan Febby E. F. Kandou.2016. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Terhadap Bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 5, No. 4
- Tan, RX dan Zou, WX. 2000. Endophytes : A Rich Source of Functional Metabolites. *NatProb Rep*. Vol. 18
- Thiagarajan, Sivasailan. 1974. Instructional Development For Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. Washington D.C. : Indiana University Bloomington

Tyagi, Satyanand, Ajeet S., Poonam B., Sandeep B., Yadav A. P. And Kori M. L. 2012. Punicalagins-A Large Polyphenol Compounds Found in Pomegranates: A Therapeutic Review. *Academic Journal of Plant Sciences*. Vol 5 (2): 45-49

Wozniak, Lukasz, Sylwia S. and Krystian M. 2015. Ursolic Acid- A Pentacyclic Triterpenoid a Wide Spectrum of Pharmacological Activities. *Journal of Molecules*. Vol 20, 20614-20641

www.Itis.gov

Yang, Yajun, Jinghui X., Jiangning L., Li Z., Xiaoying L., Yanfeng X., Chuan Q. and Lianfeng Z. 2013. Chebulagic Acid, a Hydrolyzable Tannin, Exhibited Antiviral Activity *in Vitro* and *in Vivo* against Human Enterovirus 71. *Int. J. Mol. Sci.* 14, 9618-9627

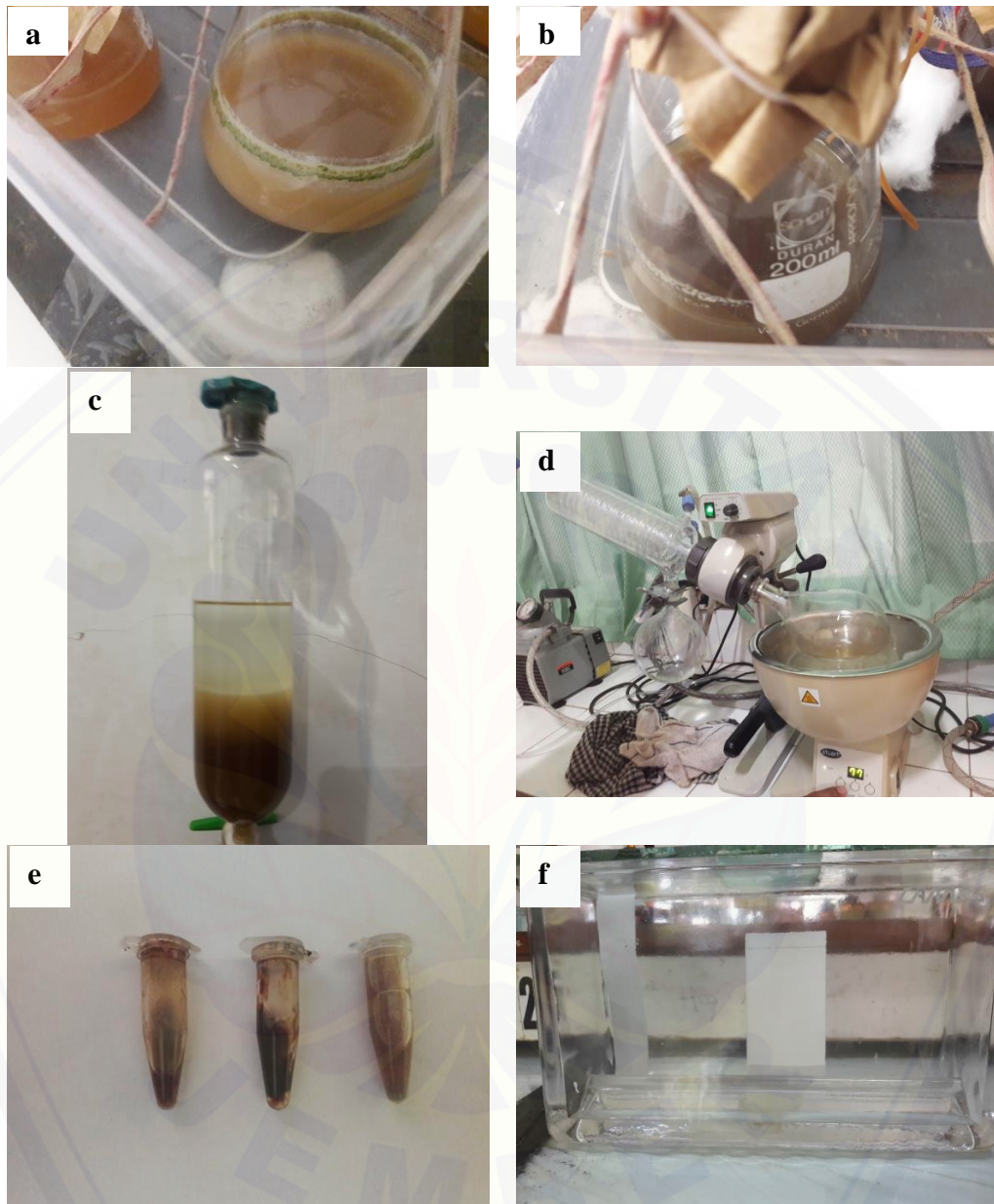
Yulianty, R., Rante, H., Alam, G. Dan Tahir, A. 2011. Skrining dan Analisis KLT-Bioautografi Senyawa Antimikroba Beberapa Ekstrak Spons Asal Perairan Laut Pulau Barrang Lombo, Sulawesi Selatan. *Majalah Obat Tradisional*. Vol. 16, No.2. Hal. 88-94

Lampiran A : Matriks Penelitian

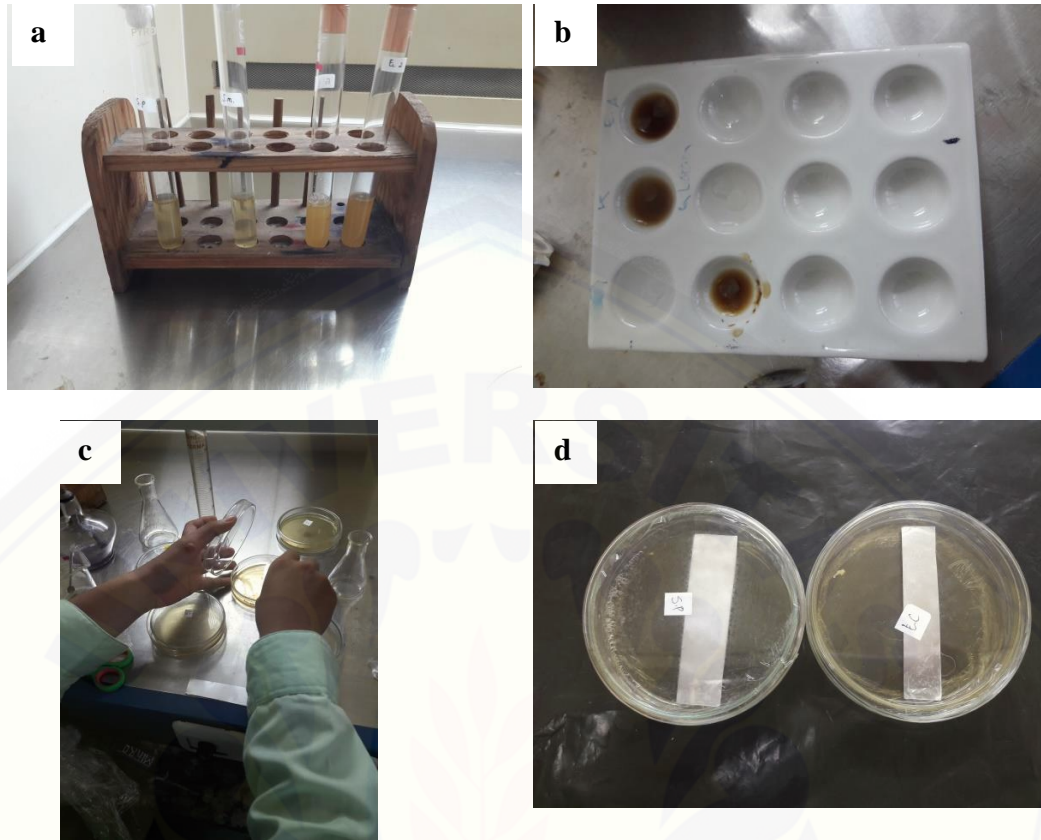
Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
<p>Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> L.) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer</p>	<p>Penggunaan antibiotik dunia lebih dari 40.000 ton/tahun dalam industri pangan, pakan, pertanian, kesehatan, biokimia, genetika, dan biologi molekuler serta ada kecenderungan meningkat. Peningkatan kebutuhan antibiotik juga dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penderita penyakit. Oleh karena itu, langkah-langkah mendapatkan jenis antibiotik baru masih sangat diperlukan baik lewat sintesis kimia, biokimia baru atau penemuan isolat mikrobial baru.</p> <p>Produksi senyawa menggunakan tanaman memiliki dampak terhadap kelestarian</p>	<p>a. Apakah jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit tanaman ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)</p>	<p>Senyawa metabolit sekunder fungi endofit ketapang</p>	<p>Adanya senyawa polar yang diperoleh menggunakan pelarut n-butanol, senyawa semipolar diperoleh menggunakan pelarut diklorometana atau metana dan senyawa nonpolar diperoleh menggunakan pelarut karbon tetraklorida dan heksana pada metabolit sekunder kapang endofit tanaman ketapang (<i>Terminalia catappa</i>).</p>	<p>a. Data primer: Berdasarkan hasil pengamatan bercak senyawa pada kromatogram KLT.</p> <p>b. Data sekunder: Diperoleh dari internet, jurnal dan buku sebagai pendukung informasi yang dibutuhkan.</p>	<p>a. Kultivasi dan peremajaan isolat kapang endofit dalam medium MEA</p> <p>b. Pemindahan spora kapang endofit ke dalam medium MEA Cair</p> <p>c. Fungi di kultur selama 2-3 minggu pada suhu 27°-29 ° C</p> <p>d. Miselium di maserasi dengan metanol dan diklorometana 1200 ml.</p> <p>e. Ekstrak diuapkan dengan evaporator</p> <p>f. Fraksinasi</p>

	<p>tanaman di alam sehingga perlu adanya alternatif baru untuk menggantikan tanaman dalam hal produksi senyawa. Fungi endofit diketahui mampu memproduksi senyawa yang mirip dengan inangnya.</p> <p>Ketapang merupakan salah satu tumbuhan obat yang banyak tumbuh di Indonesia dan telah digunakan secara tradisional untuk beragam penyakit. Fungi endofit ketapang dapat menjadi alternatif untuk menggantikan ketapang dalam hal produksi senyawa berkhasiat obat</p>					<p>ekstrak miselium dengan menggunakan kromatografi vakum sepra silika (50µm) dan dielusi dengan n-heksana : etil asetat = 8:1, n-heksana : etil asetat = 1:1, etil asetat 100 % dan metanol 100% dengan volume masing-masing 200 mL.</p>
--	--	--	--	--	--	---

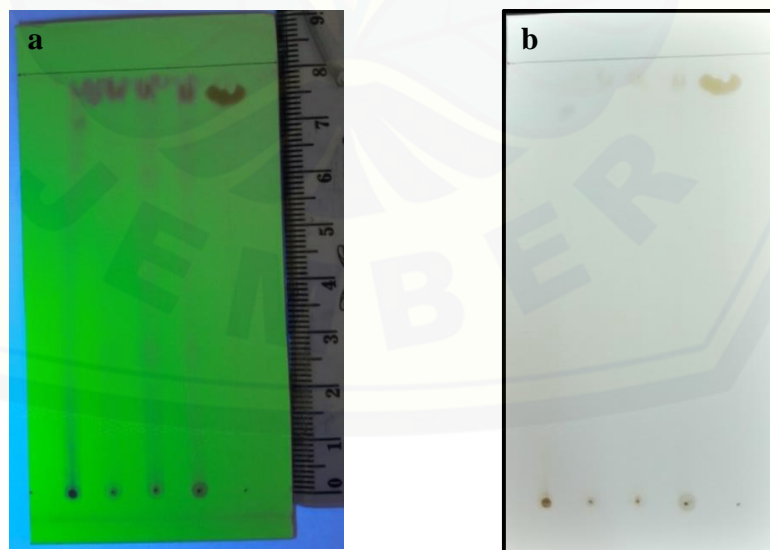
Lampiran B : Foto Penelitian



Gambar 1. a. Fermentasi fungi endofit ketapang usia 7 hari; b. Fermentasi fungi endofit ketapang usia 14 hari; c. Ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut etil asetat; d. Pengentalan ekstrak menggunakan rotary evaporator; e. Ekstrak hasil fermentasi f. Elusidasi senyawa metabolit sekunder fungi endofit ketapang pada uji KLT.



Gambar 2. a. Isolat bakteri *Streptococcus pyogenes* dan bakteri *Escherichia coli*; b. Larutan ekstrak untuk uji aktivitas antibakteri; c. Proses uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar metabolit sekunder; d. Proses uji KLT-Bioautografi.



Gambar 3. Hasil KLT a. Penampakan noda menggunakan visualisasi UV₂₅₄ nm; b. Visualisasi visibel noda pada plat KLT

Lampiran C1 : Instrumen Validasi Buku Ilmiah Populer Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER

AHLI MATERI

Judul Penelitian : Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer

Nama Penyusun : Imam Faqih Asshiddiqi

Nim : 140210103069

Instansi : Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

Dengan Hormat,

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang digunakan penulis menggunakan buku ilmiah populer sebagai produk pengembangan. Sehubungan dengan adanya produk pengembangan berupa buku ilmiah populer tersebut, penulis memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat penulis. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik penelitian. Penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuisioner yang penulis ajukan.

Hormat saya,

Penulis

Imam Faqih Asshiddiqi

IDENTITAS VALIDATOR

Nama :.....
 Alamat :.....
 No. Telepon :.....
 Pekerjaan :.....

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (√) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

I. ASPEK KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku				
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi				
	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi				
	4. Kejelasan materi				
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data				
	6. Akurasi konsep teori				

	7. Akurasi Gambar dan ilustrasi				
C. Kemutakhir an	8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan				
	9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					

II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	10. Kosistensi sistematika sajian				
	11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				
B. Pendukung Penyajian Materi	12. Kesesuaian penyajian dan keruntutan konsep				
	13. Pembangkit motivasi pembaca				
	14. Ketepatan penyetikan dan pemilihan Gambar				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber: Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Komentar Umum:

.....

.....

.....

.....

Saran:

.....
.....
.....
.....

Simpulan Akhir:

Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, Januari 2018

Validator



**PENJELASAN BUTIR INSTRUMEN PRODUK BUKU ILMIAH
POPULER AHLI MATERI**

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

A. CAKUPAN MATERI

Butir 1. Kejelasan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan penyusunan dan memperhatikan keterbacaan sasaran penggunaannya.

Butir 2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi yang disajikan minimal mencerminkan jabaran substansi materi yang perlu diketahui oleh pembaca.

Butir 3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi mencakup mulai dari pengenalan konsep sampai dengan interaksi antarkonsep dengan memperhatikan penyusunan buku.

Butir 4. Kejelasan materi

Penjelasan:

Materi yang tertulis di dalam buku telah benar dan sesuai dengan literature yang ada.

B. AKURASI MATERI

Butir 5. Akurasi fakta dan data

Penjelasan:

Fakta dan data yang disajikan berdasarkan hasil penelitian dan studi literatur yang sudah dilakukan.

Butir 6. Akurasi konsep/ teori

Penjelasan:

Konsep/teori yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku.

Butir 7. Akurasi Gambar atau ilustrasi

Penjelasan:

Gambar dan ilustrasi yang disajikan dapat diterapkan dengan benar.

C. KEMUTAKHIRAN MATERI

Butir 8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini

Penjelasan:

Materi yang disajikan up to date, sesuai dengan perkembangan keilmuan biologi saat ini.

Butir 9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional

Penjelasan:

Uraian dan contoh yang disajikan dapat berasal dari lingkungan pembaca baik di Indonesia, Asia Tenggara maupun dunia.

II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

A. TEKNIK PENYAJIAN

Butir 10. Konsistensi sistematika sajian

Penjelasan:

Materi yang disajikan konsisten.

Butir 11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Penjelasan:

Materi yang disajikan logis dan runtut.

B. PENDUKUNG PENYAJIAN MATERI

Butir 12. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

Penjelasan:

Materi dan ilustrasi yang disajikan sesuai dan tepat.

Butir 13. Pembangkit motivasi pembaca

Penjelasan:

Materi yang disajikan dapat membangkitkan motivasi pembaca untuk mendapatkan pengetahuan baru.

Butir 14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan Gambar

Penjelasan:

Materi yang disajikan tepat tanpa ada salah pengetikan serta pemilihan Gambar tepat.



Lampiran C2 : Instrumen Validasi Buku Ilmiah Populer Ahli Media**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER****AHLI MEDIA DAN PENGEMBANGAN**

Judul Penelitian : Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer

Nama Penyusun : Imam Faqih Asshiddiqi

Nim : 140210103069

Instansi : Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

Dengan Hormat,

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang digunakan penulis menggunakan buku ilmiah populer sebagai produk pengembangan. Sehubungan dengan adanya produk pengembangan berupa buku ilmiah populer tersebut, penulis memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat penulis. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik penelitian. Penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuisioner yang penulis ajukan.

Hormat saya,

Penulis

Imam Faqih Asshiddiqi

IDENTITAS VALIDATOR

Nama :.....
 Alamat :.....
 No. Telepon :.....
 Pekerjaan :.....

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (√) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Artistik dan estetika	1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku				
	2. Penggunaan teks dan grafis proposional				
	3. Kemenarikan <i>layout</i> dan tata letak				
	4. Pemilihan warna yang menarik				
	5. Kecerahan teks dan grafis				
B. Fungsi keseluruhan	6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				
	7. Produk bersifat informatif				

	kepada pembaca				
	8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca				
II. KOMPONEN PENGEMBANGAN					
A. Teknik penyajian	9. Konsistensi sistematika sajian dalam bab				
	10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				
	11. Koherensi substansi antar bab				
	12. Keseimbangan substansi antar bab				
B. Pendukung penyajian materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				
	14. Kesesuaian Gambar dan keterangan				
	15. Adanya rujukan/ sumber acuan				
C. Pengembangan produk	Tahap <i>define</i>				
	16. Analisis kebutuhan				
	17. Analisis model pengembangan				
	Tahap <i>design</i>				
	18. Penyusunan outline materi				
	19. Penilaian media				
	20. Pemilihan bentuk penyajian				
	Tahap <i>develop</i>				
	21. Penyusunan buku				
	22. Simulasi penyajian kepada validasi ahli				
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber: Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Komentar Umum:

.....

.....

.....

Saran:

.....
.....

Simpulan Akhir:

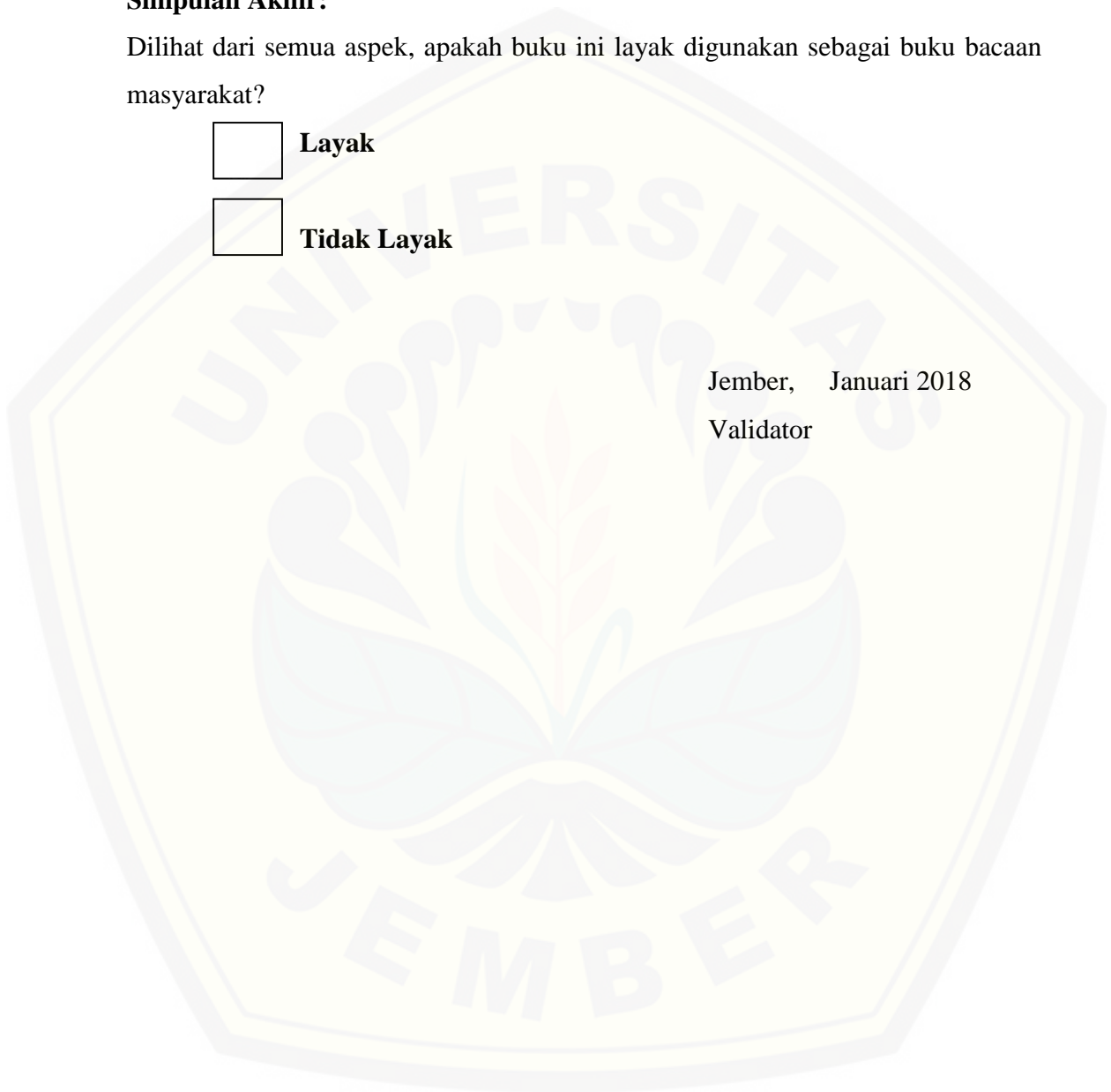
Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, Januari 2018

Validator



**PENJELASAN BUTIR INSTRUMEN PRODUK BUKU ILMIAH
POPULER AHLI MEDIA DAN PENGEMBANGAN**

I. KOMPONEN KELAYAKAN GRAFIKAN

A. ARTISTIK DAN ESTETIKA

Butir 1. Komposisi buku dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Tampilan buku dengan teks dan banyak contoh berupa Gambar sesuai dengan materi meningkatkan ketertarikan pembaca untuk mendapatkan pengetahuan baru.

Butir 2. Penggunaan teks dan grafis proporsional

Penjelasan:

Rancangan isi dan desain media meliputi penggunaan teks dan grafis yang proporsional.

Butir 3. Kemenarikan *layout* dan tata letak

Penjelasan:

Layout dan tata letak media yang dipilih menarik dan dapat meningkatkan motivasi pembaca.

Butir 4. Pemilihan warna menarik

Penjelasan:

Pemilihan dan perpaduan warna yang digunakan sudah bagus dan menarik sehingga meningkatkan motivasi pembaca.

Butir 5. Keserasian teks dan grafis

Penjelasan:

Rancangan isi dan desain media meliputi penggunaan teks dan grafis sudah serasi dan dapat menumbuhkan motivasi pembaca.

B. FUNGSI KESELURUHAN

Butir 6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca

Penjelasan:

Buku yang disusun merupakan buku bacaan bagi masyarakat awam untuk mengembangkan pengetahuan yang dimilikinya.

Butir 7. Produk bersifat informatif

Penjelasan:

Buku yang disusun bersifat informative, artinya memberikan informasi baru kepada pembaca untuk mengembangkan pengetahuan yang dimilikinya.

Butir 8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca

Penjelasan:

Buku yang disusun dapat memberikan motivasi pembaca untuk terus mendapatkan pengetahuan-pengetahuan yang baru.

II. KOMPONEN PENGEMBANGAN

A. TEKNIK PENYAJIAN

Butir 9. Konsistensi sistematika dan sajian dalam bab

Penjelasan:

Sistematika penyajian dalam bab konsisten

Butir 10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Penjelasan:

Penyajian materi logis dan runtut sesuai dengan konsep dari hal yang mendasar.

Butir 11. Koherensi substansi antar bab

Penjelasan:

Penyajian materi antar bab dalam satu buku menunjukkan kesatuan pemikiran.

Butir 12. Keseimbangan substansi antar bab

Penjelasan:

Uraian substansi antar bab dalam satu buku proporsional dengan mempertimbangkan tingkat keterbacaan oleh pembaca.

B. PENDUKUNG PENYAJIAN MATERI

Butir 13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

Penjelasan:

Penggunaan ilustrasi tepat dan sesuai dengan materi

Butir 14. Kesesuaian Gambar dan keterangan

Penjelasan:

Gambar dan keterangan yang disajikan dalam buku sudah sesuai.

Butir 15. Adanya rujukan/ sumber acuan

Penjelasan:

Terdapat daftar rujukan/ sumber acuan untuk teks dan Gambar yang diambil dari sumber-sumber yang digunakan.

C. PENGEMBANGAN PRODUK

Butir 16. Analisis kebutuhan pengembangan buku

Penjelasan:

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan angket kebutuhan (*need assessment*) kepada masyarakat (calon pembaca).

Butir 17. Analisis model pengembangan yang digunakan

Penjelasan:

Model pengembangan yang digunakan sesuai dengan jenis produk yang disusun.

Butir 18. Penyusunan outline materi

Penjelasan:

Penyusunan produk didahului dengan penyusunan outline yang berupa garis besar tentang apa saja yang akan ditulis.

Butir 19. Pemilihan media

Penjelasan:

Pemilihan media sesuai dengan kebutuhan dan target penggunaan produk.

Butir 20. Pemilihan bentuk penyajian

Penjelasan:

Pemilihan bentuk penyajian sesuai dengan kebutuhan dan target penggunaan produk.

Butir 21. Penyusunan buku

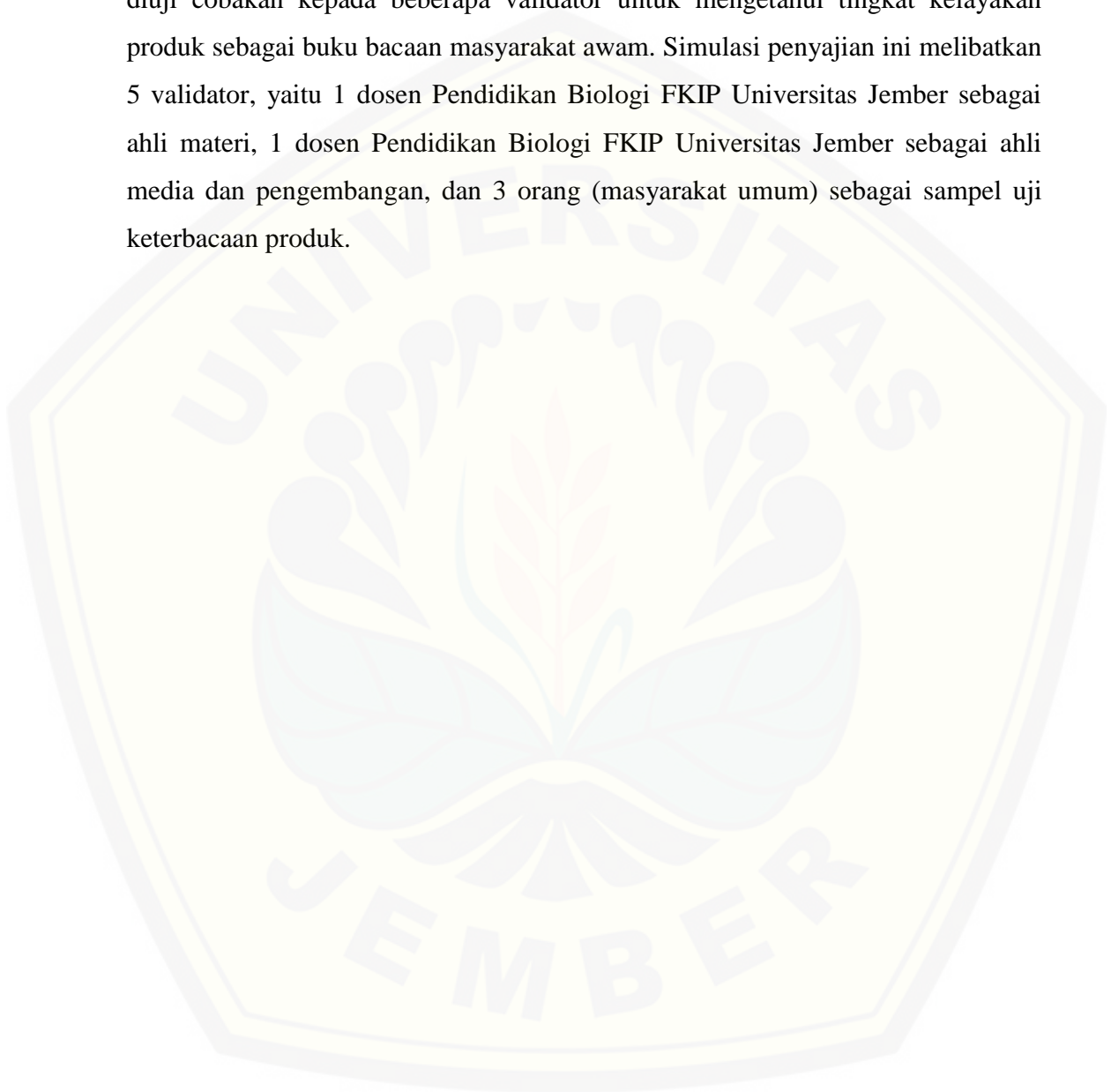
Penjelasan:

Produk yang dihasilkan berupa buku bacaan untuk masyarakat awam yang disusun dengan pertimbangan analisis-analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

Butir 22. Simulasi penyajian kepada validator ahli

Penjelasan:

Sebelum disebarluaskan kepada masyarakat secara luas, produk terlebih dahulu diuji cobakan kepada beberapa validator untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebagai buku bacaan masyarakat awam. Simulasi penyajian ini melibatkan 5 validator, yaitu 1 dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai ahli materi, 1 dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai ahli media dan pengembangan, dan 3 orang (masyarakat umum) sebagai sampel uji keterbacaan produk.



Lampiran C3 : Instrumen Validasi Buku Ilmiah Populer Pengguna

LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER

PENGGUNA

Judul Penelitian : Skrining dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer

Nama Penyusun : Imam Faqih Asshiddiqi

Nim : 140210103069

Instansi : Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember

Dengan Hormat,

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang digunakan penulis menggunakan buku ilmiah populer sebagai produk pengembangan. Sehubungan dengan adanya produk pengembangan berupa buku ilmiah populer tersebut, penulis memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat penulis. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik penelitian. Penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuisioner yang penulis ajukan.

Hormat saya,

Penulis

Imam Faqih Asshiddiqi

IDENTITAS VALIDATOR

Nama :.....
 Alamat :.....
 No. Telepon :.....
 Pekerjaan :.....

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (√) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

NO	URAIAN	SKOR			
		1	2	3	4
A	KETENTUAN DASAR				
1	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor				
B	CIRI KARYA ILMIAH POPULER	1	2	3	4
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa)				
2	Berisi informasi akurat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)				
3	Aktualisasi tidak mengikat				
4	Bersifat objektif				

5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi ataupun tesis				
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak berlaku berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan				
C	KOMPONEN BUKU	1	2	3	4
1	Ada bagian awal (prakata/pengantar dan daftar isi)				
2	Ada bagian isi atau materi				
3	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glossarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)				
D	PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER	1	2	3	4
1	Materi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari				
2	Menunjukkan <i>value added</i>				
3	Isi buku memperkenalkan temuan baru				
4	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih dan akurat				
5	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias Jender, serta pelanggaran HAM				
6	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat awam				
7	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, dan kemampuan berinovasi				
8	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh				
9	Ilustrasi (Gambar, foto, diagram dan tabel) yang digunakan sesuai dengan proporsional				
10	Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku				
11	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraf) yang digunakan tepat, lugas dan jelas sehingga dipahami				

	masyarakat awam				
--	-----------------	--	--	--	--

(Sumber : (Sujarwo, 2016))

Komentar Umum:

.....
.....
.....

Saran:

.....
.....

Simpulan Akhir:

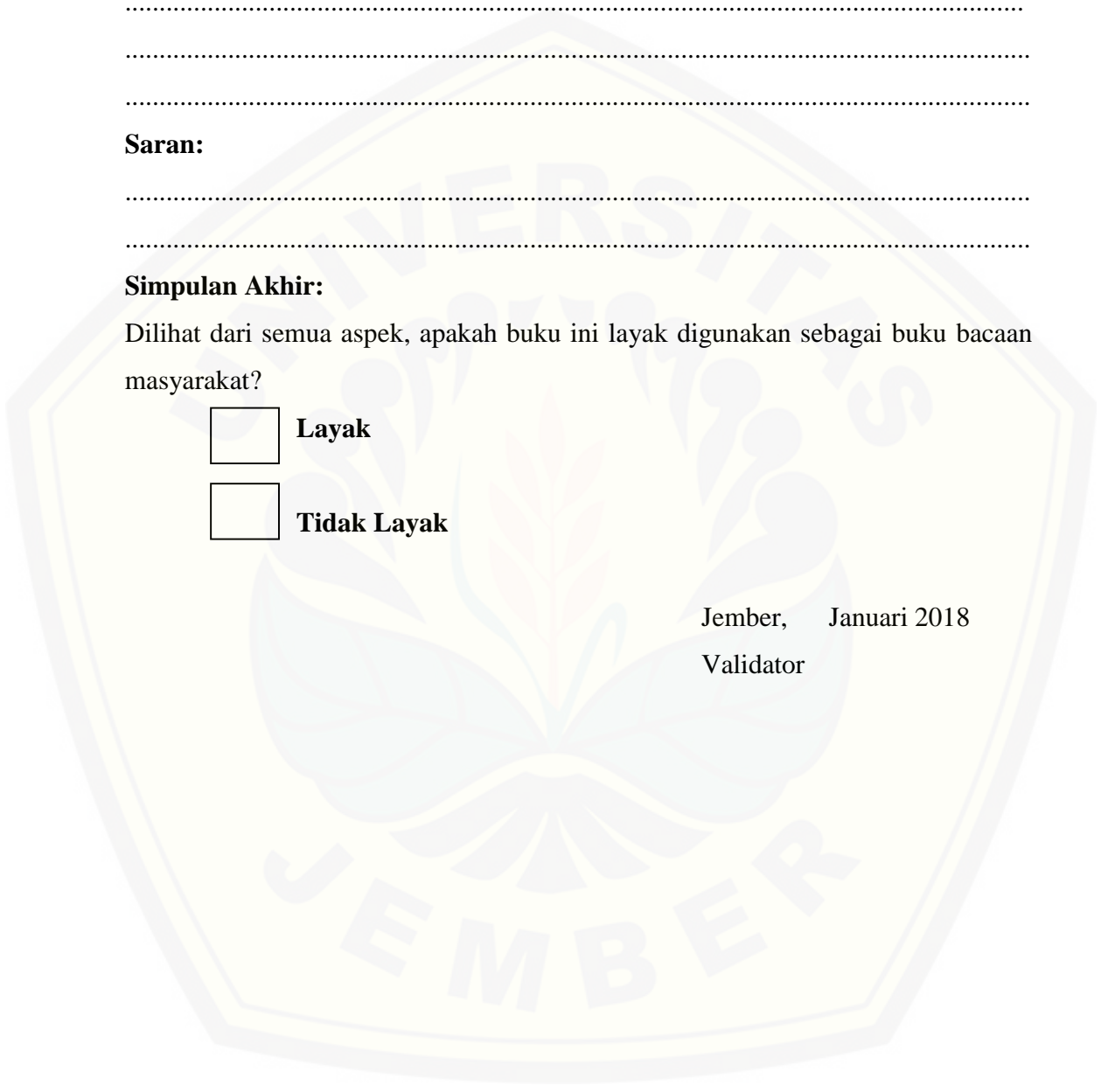
Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, Januari 2018

Validator



**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
LEMBAR KUESIONER UJI PRODUK**

No.	SKOR	KRITERIA	RUBRIK PENILAIAN
1	4	Sangat valid/ sangat baik	Semua item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
2	3	Valid/ baik	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meskipun ada sedikit kekurangan sehingga perlu pembenaran dengan produk tersebut, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
3	2	Kurang valid/ cukup	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk tersebut sehingga perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
4	1	Tidak valid/ kurang	Masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk tersebut sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

PENJELASAN INSTRUMEN PRASELEKSI BUKU ILMIAH POPULER

A. Ketentuan Dasar

Butir 1. Mencantumkan nama pengarang/ penulis atau editor

Penjelasan:

Di dalam *cover* dicantumkan nama pengarang/ penulis dan/atau editor.

B. Ciri Karya Ilmiah Populer

Butir 1. Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa)

Penjelasan:

Di dalam buku tidak mementingkan keindahan bahasa namun lebih menekankan pada proses pemberian informasi, mengajarkan atau menerangkan tentang suatu hal.

Butir 2. Berisi informasi kuat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)

Penjelasan:

Di dalam buku tidak terdapat soal latihan yang digunakan untuk mengetahui prestasi belajar atau pemahaman pembaca.

Butir 3. Aktualisasi tidak mengikat

Penjelasan:

Informasi yang dimiliki dari kejadian nyata (misalnya hasil penelitian) dan akurat, jadi informasinya ditulis sesuai data yang ada (tidak mengikat). Penulis sebaiknya menuliskan sesuatu yang benar-benar penulis kuasai, jangan sampai mengajarkan sesuatu yang ternyata salah kepada pembaca.

Butir 4. Bersifat objektif

Penjelasan:

Dalam karya ilmiah populer lebih ditekankan unsure mendidiknya bukan opini dari penulis, jadi sangat menghindari diri (penulis) dari unsure subjektifitas yang kenatal.

Butir 5. Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi maupun tesis

Penjelasan:

Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah yang kaku, hasil-hasil penelitian di bidang akademik, paper, skripsi, ataupun tesis hendaknya disebarluaskan pada masyarakat dalam bahasa yang sederhana, singkat dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam.

Butir 6. Menyisipkan unsure kata-kata humor namun tidak berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan

Penjelasan:

Penulis dapat menyisipkan humor tidak berlebihan agar pembaca tidak bosan, tapi tetap tidak meninggalkan unsure mendidiknya. Jangan sampai terjebak pada penulisan feature yang menitik beratkan pada unsure menghibur dan sisi kemanusiaannya.

C. Komponen Buku

Butir 1. Ada bagian awal (prakata, pengantar dan daftar isi)

Penjelasan:

Di bagian awal buku terdapat prakata dan/atau pengantar dan daftar isi.

- a. Prakata dan/atau pengantar pada buku berisi tujuan penulisan, cara belajar yang harus diikuti, ucapan terima kasih, kelebihan buku, keterbatasan buku dan hal lain yang dianggap penting.
- b. Daftar isi berisi struktur buku secara lengkap yang memberikan Gambaran tentang isi buku secara umum.

Butir 2. Ada bagian isi atau materi

Penjelasan:

Di dalam buku terdapat isi materi yang dapat memberikan tambahan wawasan pengetahuan dari hasil penelitian ilmiah, paper, skripsi ataupun tesis.

Butir 3. Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)

Penjelasan:

Di bagian akhir buku terdapat daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan.

- a. Daftar pustaka merupakan daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan. Penulisan buku tersebut diawali dengan nama pengarang (yang disusun secara alfabetis), tahun terbit, judul buku, tempat dan nama penerbit.
- b. Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut dan disusun alfabetis.
- c. Lampiran adalah segala sesuatu yang diperlukan untuk memberikan kejelasan isi/ materi buku yang tidak tepat jika disampaikan di dalam isi buku.
- d. Indeks merupakan daftar kata-kata penting yang diikuti nomor halaman kemunculan.

D. Penilaian Karya Ilmiah Populer

Butir 1. Materi/ isi mengaitkan dengan kondisi actual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari

Penjelasan:

Pemilihan topic dalam menulis karya ilmiah populer sangat menentukan kualitas dan bobot hasil tulisan seseorang. Hendaknya menyajikan ide dan pengalaman aktual (baru dan sedang menarik dibicarakan public). Contohnya kegiatan dalam kehidupan sehari-hari merupakan topic yang sangat menarik dan diminati oleh pembaca.

Butir 2. Menyajikan *value added*

Penjelasan:

Materi tulisan yang disajikan diusahakan dapat memberikan nilai tambah bagi penulis, pembaca dan masyarakat pada umumnya.

Butir 3. Isi buku memperkenalkan temuan baru

Penjelasan:

Ilmiah populer sering mengangkat topic yang berkaitan dengan masyarakat awam. Memperkenalkan ilmu atau temuan baru serta mengaitkan dengan masyarakat adalah salah satu tugas penulis karya ilmiah populer.

Butir 4. Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu mutakhir, sah dan akurat

Penjelasan:

- a. Materi/ isi buku harus dengan konsep ilmuwan dan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, perkembangan seni dan budaya mutakhir.
- b. Materi/ isi buku harus berupa paparan keilmuan yang dapat dipercaya dan dilengkapi keilmuan.
- c. Materi/ isi buku harus berupa pengetahuan yang tidak menimbulkan multi tafsir dari pihak pembaca.

Butir 5. Materi/isi menghindari masalah SARA, bias gender dan pelanggaran HAM

Penjelasan:

- a. Bahasa dan/atau Gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak menimbulkan masalah suku, agama, ras, dan antargolongan.
- b. Bahasa dan/atau Gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak mengungkapkan atau menyajikan sesuatu yang membiaskan (mendiskreditkan) jenis kelamin laki-laki atau perempuan.
- c. Bahasa dan/atau Gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak mengungkapkan atau menyajikan hal-hal yang diduga bertentangan dengan HAM.

Butir 6. Penyajian materi/isi dilakukan secara runtut, sistematis, lugas, dan mudah dipahami

Penjelasan:

- a. Penyajian materi/ isi harus sesuai dengan alur berpikir induktif (khusus ke umum) untuk membuat dugaan-dugaan (konjektor) atau deduktif (umum ke khusus) untuk menyatakan kebenaran suatu proposisi.
- b. Konsep harus disajikan dari yang mudah ke sukar, dari yang sederhana ke kompleks dan mampu mendorong pembaca terlihat aktif.
- c. Materi prasyarat harus disajikan mendahului materi pokok yang berkaitan dengan materi prasyarat yang bersangkutan.
- d. Penyajian materi harus lugas sehingga materi/ isi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca (tidak membuat bosan).

Butir 7. Penyajian materi/ isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas dan kemampuan berinovasi

Penjelasan:

Penyajian materi harus membuat permasalahan yang dapat merangsang tumbuhnya berpikir kritis, kreatif dan inovatif. Sajian materinya juga dapat mengembangkan kecakapan akademik yaitu membuat pembaca tidak lekas percaya, selalu berusaha menemukan kesalahan atau kekeliruan, atau tajam analisisnya dalam menguji kebenaran jawaban. Sajian materi juga dapat menumbuhkan kreativitas pembaca ditandai oleh dimilikinya daya cipta atau kemampuan mencipta. Setelah itu, penyajian materi juga dapat menumbuhkan inovasi pembaca ditandai oleh adanya pembaharuan kreasi baru dalam gagasan atau metode.

Butir 8. Penyajian materi/ isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh

Penjelasan:

Penyajian materi harus mendorong pembaca untuk memperoleh informasi lebih lanjut dari berbagai sumber lain seperti internet, buku, artikel dan sebagainya.

Butir 9. Ilustrasi (Gambar, foto, diagram, tabel) yang digunakan sesuai dan proporsional

Penjelasan:

- a. Ukuran Gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus proporsional jika dibandingkan dengan ukuran aslinya dan menimbulkan minat baca.
- b. Bentuk Gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus sesuai dengan bentuk aslinya dan menimbulkan minat baca.
- c. Warna Gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus sesuai dengan peruntukan pesan atau materi yang disampaikan dan menimbulkan minat baca.
- d. Setiap ilustrasi harus diberi keterangan secara lengkap sehingga mempermudah pembaca untuk memahaminya.
- e. Setiap tabel diberi judul dan dilengkapi dengan sumbernya.

Butir 10. Istilah menggunakan bahasa ilmiah dan baku

Penjelasan:

Istilah (penulisan huruf dan tanda baca) yang digunakan harus sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia yang benar (EYD).

Butir 11. Bahasa (ejaan, kata, kalimat, paragraf) yang digunakan tepat, lugas dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam.

Penjelasan:

- a. Ejaan, kata atau istilah (keilmuwan atau asing) yang digunakan harus benar baik sebagai bentuk serapan maupun sebagai istilah keilmuwan.
- b. Kalimat yang digunakan harus efektif, lugas, tidak ambigu (tidak bermakna ganda) dan sesuai dengan makna pesan yang ingin disampaikan.
- c. Pesan atau materi yang disajikan harus dalam paragraf yang mencerminkan kesatuan tema/ makna.

Lampiran D1 : Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Ahli Media

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Veudi Eko Kusilo
 Alamat : Pemuk. Kebanjan Indah Blok 7.11
 No. Telepon : 085 313 588 445
 Pekerjaan : Dosen

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (✓) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Artistik dan estetika	1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku			✓	
	2. Penggunaan teks dan grafis proposional			✓	
	3. Kemenarikan <i>layout</i> dan tata letak			✓	
	4. Pemilihan warna yang menarik			✓	
	5. Kecerahan teks dan grafis			✓	
B. Fungsi keseluruhan	6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓
	7. Produk bersifat informatif			✓	

	kepada pembaca					
	8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca				✓	
II. KOMPONEN PENGEMBANGAN						
A. Teknik penyajian	9. Konsistensi sistematika sajian dalam bab					✓
	10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓	
	11. Koherensi substansi antar bab				✓	
	12. Keseimbangan substansi antar bab				✓	
B. Pendukung penyajian materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓	
	14. Kesesuaian Gambar dan keterangan				✓	
	15. Adanya rujukan/ sumber acuan					✓
C. Pengembangan produk	Tahap <i>define</i>					
	16. Analisis kebutuhan					
	17. Analisis model pengembangan					
	Tahap <i>design</i>					
	18. Penyusunan outline materi					
	19. Penilaian media					
	20. Pemilihan bentuk penyajian					
	Tahap <i>develop</i>					
21. Penyusunan buku						
22. Simulasi penyajian kepada validasi ahli						
JUMLAH SKOR KESELURUHAN						

(Sumber: Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Komentar Umum:

pada dasarnya buku ini telah baik, akan tetapi perlu adanya perbaikan pada beberapa hal, salah satunya pada cover dengan sumber tidak sama, baru kudu dan pernah pada beberapa gambar.

Saran:

.....
.....

Simpulan Akhir:

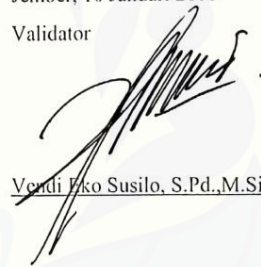
Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, 10 Januari 2018

Validator



Vendi Eko Susilo, S.Pd., M.Si.

Lampiran D2 : Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Ahli Materi



IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Dra. Pujiastuti, M. Si
 Alamat : Griya Tegul Besar Blok B-E-1
 No. Telepon : 08124978520
 Pekerjaan : Dosen

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (√) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

I. ASPEK KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku			✓	
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi			✓	
	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi			✓	
	4. Kejelasan materi			✓	
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data			✓	
	6. Akurasi konsep teori			✓	

	7. Akurasi Gambar dan ilustrasi		✓		
C. Kemutakhir an	8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan			✓	
	9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional			✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					

II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	0. Konsistensi sistematika sajian			✓	
	1. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	2. Kesesuaian penyajian dan keruntutan konsep			✓	
	3. Pembangkit motivasi pembaca			✓	
	4. Ketepatan penyetikan dan pemilihan Gambar		✓		
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber: Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Komentar Umum:

*Isinya baik, perlu ada rubrik
 sesuai dengan saran yg sudah
 ditulis*

Saran:

Perbaiki: semua kata
Perbaiki: orang kelua
dst

Simpulan Akhir:

Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, 10 Januari 2018

Validator



Dra. Pujiastuti, M. Si
NIP. 19610222 198702 2 001

Lampiran D3 : Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer Oleh Pengguna

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Cahur Hindata Aqil Nuari
 Alamat : Jl. Mangrove No. 23
 No. Telepon : -
 Pekerjaan : Mahasiswa Farmasi UNEJ

PETUNJUK

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu dilakukan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang di validasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian simpulan akhir dengan tanda *check list* (✓) pada salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan skor penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Baik
 - 4 = Sangat Baik

NO	URAIAN	SKOR			
		1	2	3	4
A	KETENTUAN DASAR				
1	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor			✓	
B	CIRI KARYA ILMIAH POPULER	1	2	3	4
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa)			✓	
2	Berisi informasi akurat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)			✓	
3	Aktualisasi tidak mengikat			✓	
4	Bersifat objektif			✓	

5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi ataupun tesis				✓
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak berlaku berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan		✓		
C	KOMPONEN BUKU	1	2	3	4
1	Ada bagian awal (prakata/pengantar dan daftar isi)			✓	
2	Ada bagian isi atau materi			✓	
3	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glossarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)			✓	
D	PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER	1	2	3	4
1	Materi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari			✓	
2	Menunjukkan <i>value added</i>			✓	
3	Isi buku memperkenalkan temuan baru			✓	
4	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih dan akurat			✓	
5	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias Jender, serta pelanggaran HAM			✓	
6	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat awam		✓		
7	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, dan kemampuan berinovasi			✓	
8	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh			✓	
9	Ilustrasi (Gambar, foto, diagram dan tabel) yang digunakan sesuai dengan proporsional			✓	
10	Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku			✓	
11	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraf) yang digunakan tepat, lugas dan jelas sehingga dipahami		✓		

masyarakat awam				
-----------------	--	--	--	--

(Sumber : (Sujarwo, 2016))

Komentar Umum:

Penulisan buku sudah cukup bagus namun perlu ditambahkan sedikit perbaikan mengenai kata-kata / kalimat yang digunakan selangka lebih bisa dipahami dg mudah.

Saran:

.....

.....

Simpulan Akhir:

Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat?

Layak

Tidak Layak

Jember, 19 Januari 2018

Validator

