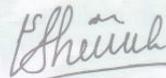


Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antijamur *Candida albicans* Oleh
32 Isolat Jamur Endofit Tumbuhan Raru
(*Cotylelobium melanoxyton*)

Nama Mahasiswa : Jasman Fery Simanjuntak
NIM : 4113220015
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi

Menyetujui:

Dosen Pembimbing Skripsi



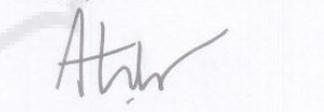
Dra. Uswatun Hasanah, M.Si.
NIP. 196103011988032002

Mengetahui:

FMIPA UNIMED
Dekan,


Dr. Asrin Lubis, M.Pd.
NIP. 196610021987031004

Jurusan Biologi
Ketua,


Dr. Hasruddin, M.Pd.
NIP. 196404241989031027

Tanggal Ujian : 25 Januari 2017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan oleh Somara Hutabarat di Sibolga pada pagi hari, 28 Februari 1994. Setahun kemudian, tepatnya 4 Desember 1995, Somara pun melahirkan seorang bayi yang menjadi adik perempuan (*Iboto*) penulis. Sejak saat itu, tidak pernah lagi ibu penulis melahirkan, kendati penulis kerap berdoa kepada Tuhan agar diberi adik lelaki.

Penulis bersekolah di SD Negeri 152991 Mela II sejak 1999. Setelah tamat SD tahun 2005, penulis melanjutkan di SMP Swasta Tapian Nauli Poriaha. Setelah tiga tahun belajar di SMP dan menamatkannya, penulis menjadi siswa di SMA Swasta PGRI 14 Sibolga. Kemudian pada 2011, penulis diterima di Program Studi Biologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan (Unimed) lewat jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Selama mahasiswa di Unimed, penulis banyak dibantu oleh kawan-kawan.

Selama mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen matakuliah Praktikum Struktur Hewan, dan Praktikum Mikrobiologi. Tahun 2014, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan bersama Orangutan Information Centre (OIC). Penulis juga pernah menjadi Senat Mahasiswa FMIPA Unimed (2014-2015). Penulis juga bergiat di kelompok diskusi Campus Concern Medan dan Komunitas Menulis di Tikar.

THE
Character Building
UNIVERSITY

**UJI AKTIVITAS ANTIJAMUR *Candida albicans* OLEH 32 ISOLAT
JAMUR ENDOFIT TUMBUHAN RARU (*Cotylelobium melanoxyton*)**

Jasman Fery Simanjuntak

(NIM 4113220015)

Abstrak

Candida albicans merupakan patogen utama pada manusia. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut adalah dengan memaksimalkan potensi jamur endofit. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi jamur endofit dari kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*) yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Data diperoleh dengan mengukur koloni *Candida albicans* pada kontrol dan *dual culture method*. Setiap data dari *dual culture method* dibandingkan dengan kontrol untuk mengetahui daya hambat jamur endofit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 20 dari 32 isolat mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Daya hambat jamur berkisar 1,59% (Rsi-4) hingga 38,72% (Rsi-8). Jamur endofit berdaya hambat tergolong dalam genus *Botrytis* (5 isolat), *Aspergillus* (4 isolat), *Nigrospora* (2 isolat), *Alternaria* (1 isolat), *Fusarium* (1 isolat), dan lima isolat terdiri dari hifa 1, hifa 2, dan miselia steril.

Kata Kunci: Jamur Endofit, Daya Hambat, *Candida Albicans*

THE
Character Building
UNIVERSITY

***Candida albicans* ANTIFUNGAL ACTIVITY TEST BY 32 ISOLATES
RARU,S ENDOPHYTIC FUNGI (*Cotylelobium melanoxyton*)**

Jasman Fery Simanjuntak

(NIM 4113220015)

Abstract

Candida albicans is a main pathogen in mankind. One way to overcome the problem is to maximizing endophytic fungi's own potential. The aim of this study was select endophytic fungi from bark of raru (*Cotylelobium melanoxyton*) capable of inhibiting the growth of *Candida albicans* in the control and dual culture method. Any data from the dual culture method in comparison with the control to determine the inhibition of endophytic fungi. The results showed that 20 of 32 isolates inhibitory the growth of *Candida albicans*. The inhibitory ranged from 1.50% (Rsi-4) to 38.72% (Rsi-8). Endohpytic fungi belong *Botrytris* (5 isolates), *Aspergillus* (4 isolates), *Debaromyces* (2 isolates), *Nigrospora* (2 isolates), *Alternaria* (1 isolate), *Fusarium* (1 isolate) and five isolates consisting of hyphae 1, hyphae 2, and mycelia sterile.

Keyword: Endophytic Fungi, Inhibitory, Candida Albicans

THE
Character Building
UNIVERSITY

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan atas segala penyertaannya serta atas kesehatan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Skripsi ini berjudul: “Uji aktivitas antijamur *Candida albicans* oleh 32 isolat jamur endofit tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxylon*)” yang merupakan hasil penelitian penulis.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada beberapa pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini, mulai dari pengajuan proposal penelitian, penelitian, hingga penyusunan skripsi ini. Terimakasih kepada Dra. Uswatun Hasanah, M.Si. yang telah dengan sabar membimbing penulis hingga penyelesaian skripsi ini. Terimakasih kepada Bapak Dr. Hasruddin, M.Pd., Bapak Dr. Diky Setya Diningrat, S.Si., M.Si., dan Bapak Ahmad Shafwan Pulungan, S.Pd., M.Si yang tidak hanya dosen penguji saat pengajuan proposal penelitian dan ujian mempertahankan skripsi, tapi juga “pembimbing” bahkan teman diskusi. Kritik, koreksi, serta saran dari keempat dosen itu sangat membangun. Demikian pula kepada Bapak Dr. Idramsa, M.Si. yang membimbing dan meminjamkan literatur-literatur yang berkaitan dengan topik skripsi ini. Kepada Ibu Dra. Mariaty Sipayung, M.Si., penulis berterimakasih banyak.

Penulis sulit membayangkan apa jadinya kalau kawan-kawan tidak mendukung dan memberi semangat kepada penulis. Kepada kawan-kawan kelas Biologi A 2011 yang terlebih dahulu memperoleh gelar Sarjana Sains, khususnya Esi, Sriweny, Sirma, Redi, penulis berterimakasih. Terimakasih kepada Dedi Hutajulu, Erix Hutasoit, Evan dan Remli Simarmata, Zen Siallagan, Marudut Nababan, Lasria Gultom, Yosuaris Harianja, Rian Sirait, Hengky Sipahutar, Susi Siahaan, Junianti Hutabart serta Ibu Meida Nugrahalia dan Domo Rambe. Pun kepada Dola Sarlita Situmorang, yang telah menjadikanku pungguk yang merindukan bulan (Aku berharap kelak tidak lagi demikian). Kepada mereka yang masing-masing tidak dapat kusebut di sini, penulis sampaikan terimakasih.

Tentu penulis tidak ingin menyudahi Kata Pengantar ini dengan melupakan keluarga. Kepada orangtua, *Iboto*, Abang dan Kakak, Oppung, Mak

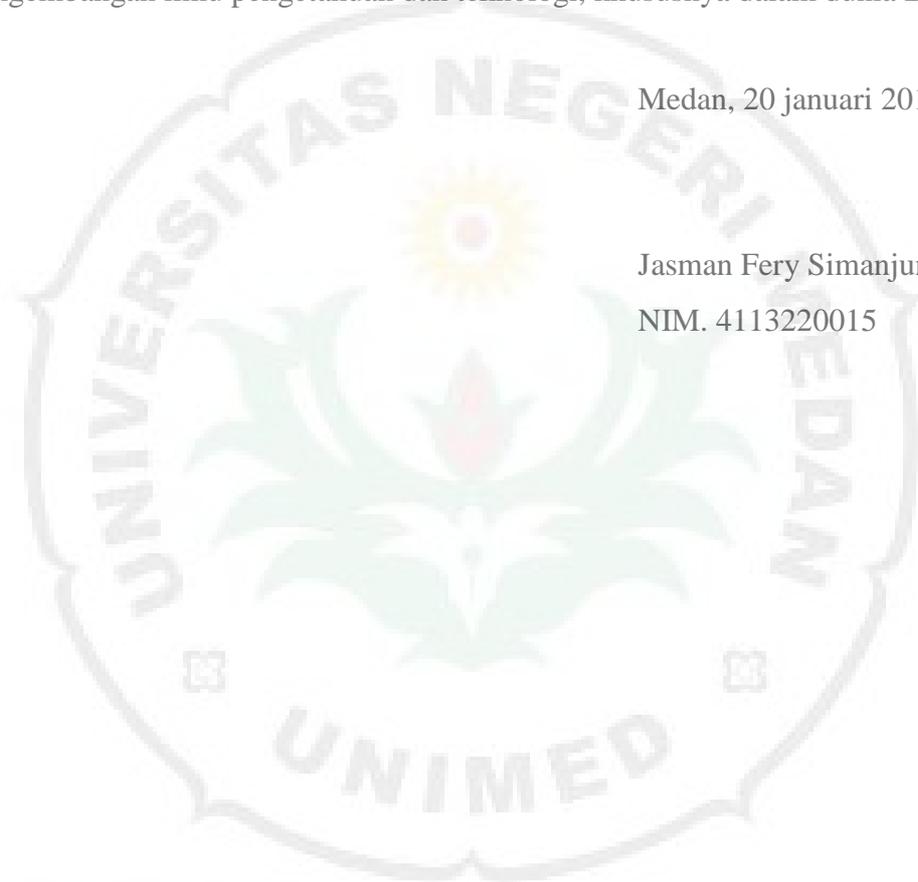
Tua dan Pak Tua, Tante dan Bapak Uda “terimakasih atas kasih sayang yang begitu tulus”.

Penutup, semoga hasil penelitian atau skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam dunia Biologi.

Medan, 20 januari 2017

Jasman Fery Simanjuntak

NIM. 4113220015



THE
Character Building
UNIVERSITY

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan	<i>i</i>
Riwayat Hidup	<i>ii</i>
Abstrak	<i>iii</i>
Abstract	<i>iv</i>
Kata Pengantar	<i>v</i>
Daftar Isi	<i>vii</i>
Daftar Gambar	<i>ix</i>
Daftar Tabel	<i>x</i>
Daftar Lampiran	<i>xi</i>
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Balakang	1
1.2 Ruang Lingkup	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tumbuhan Raru	5
2.2 Jamur	6
2.2.1 <i>Candida albicans</i>	7
2.3 Mikroba Endofit	9
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.2.1 Alat	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Pengambilan Jaringan Tumbuhan	11
3.3.2 Mengisolasi Jaringan Tumbuhan	11
3.3.3 Pengujian Aktivitas Antijamur	13
3.4 Pembuatan Media PDA	14

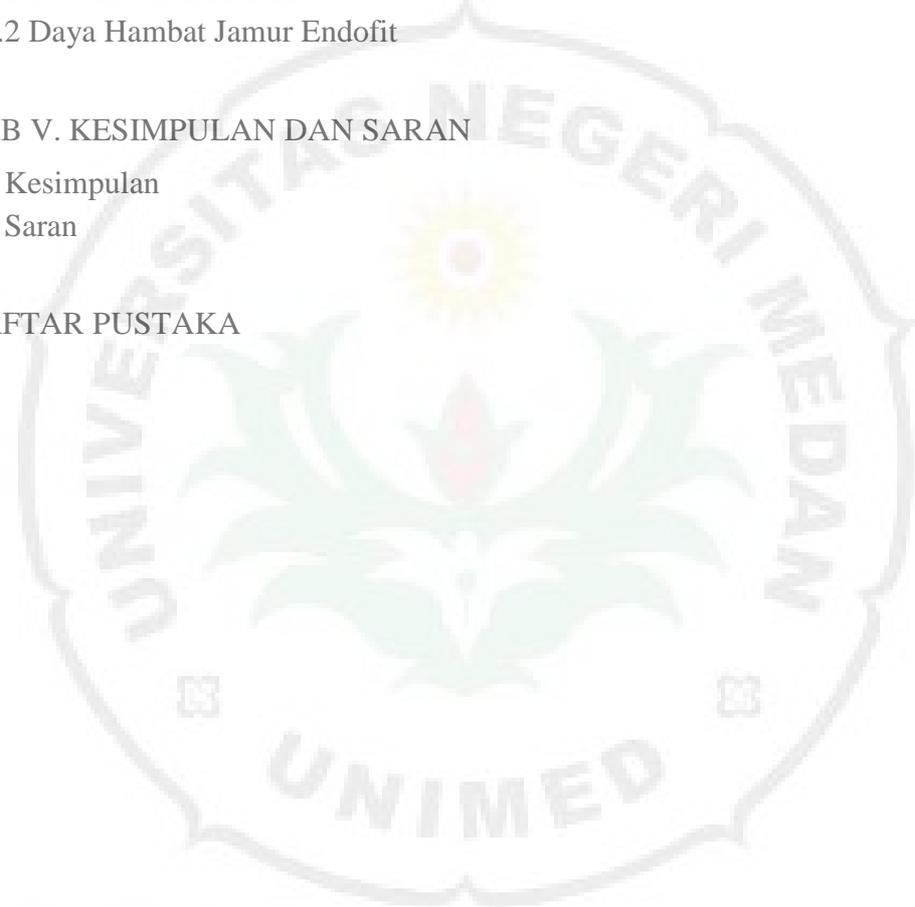
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	15
4.2 Pembahasan	20
4.2.1 Pertumbuhan Koloni <i>Candida albicans</i>	20
4.2.2 Daya Hambat Jamur Endofit	22

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27

DAFTAR PUSTAKA	28
----------------	----



THE
Character Building
UNIVERSITY

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Candida albicans</i>	8
Gambar 3.1 Skema Prosedur Mengisolasi Jamur Endofit	13
Gambar 3.2 Cara Meletakkan Inokulum	13
Gambar 4.1. Pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	20
Gambar 4.2. Grafik Pertumbuhan <i>Candida albicans</i>	22



DAFTAR TABEL

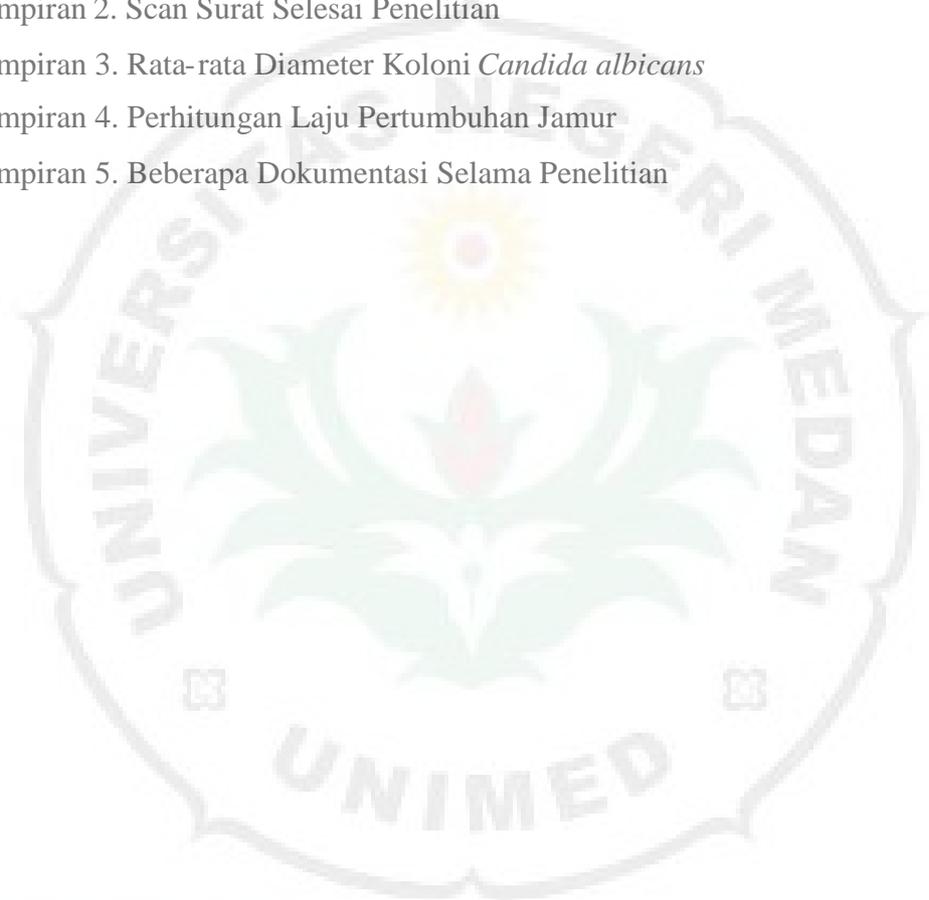
	Halaman
Tabel 4.1 Rata-rata Diameter Koloni	15
Tabel 4.2 Daya Hambat Jamur Endofit	23
Tabel 4.3 Takson Jamur Endofit Berdaya Hambat	23



THE
Character Building
UNIVERSITY

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Scan Surat Izin Penelitian	34
Lampiran 2. Scan Surat Selesai Penelitian	35
Lampiran 3. Rata-rata Diameter Koloni <i>Candida albicans</i>	36
Lampiran 4. Perhitungan Laju Pertumbuhan Jamur	37
Lampiran 5. Beberapa Dokumentasi Selama Penelitian	39



THE
Character Building
UNIVERSITY

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laporan tentang infeksi jamur meningkat jumlahnya (Navarro-García dkk., 2001; Akcağlar dkk., 2011), khususnya dekade terakhir (Kuleta dkk., 2009). Para peneliti melaporkan bahwa kematian yang disebabkan oleh infeksi jamur lebih tinggi dibandingkan bakteri dan virus (Sternberg, 1994). Angka tersebut akan naik, terutama menyerang orang tua (Brock, 2006).

Salah satu jamur yang menyebabkan infeksi adalah *Candida albicans*. Sesungguhnya jamur ini merupakan jamur yang terdapat dalam tubuh manusia sebagai mikroba normal (Prahatamaputra, 2009), namun tidak selamanya 'jinak' (Brock, 2006). Pertumbuhan populasi *Candida albicans* yang tidak terkontrol menyebabkannya sebagai jamur infeksi (Brock, 2006).

Candida albicans merupakan patogen utama pada manusia (Roemer dkk., 2003) yang menyebabkan sekitar 400.000 infeksi sistemik setiap tahun (Dantas dkk., 2015). *Candida albicans* sering mengakibatkan candidiasis oral (Pertami dkk., 2013). Prahatamaputra (2009) melaporkan bahwa jamur tersebut menyebabkan keputihan pada vagina yang disebut *candidiasis vaginitis*. Sementara Herbowo dan Firmansyah (2003) menambahkan bahwa *Candida albicans* dapat menyebabkan diare.

Upaya untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Candida albicans* telah banyak dilakukan. Hidayat dkk. (2012) menggunakan produk reaksi oksidasi karioflena dengan oksidator KMnO_4 . Rachma (2012) menguji potensi *Cinnamomum burmanni* secara *in vitro*. Amaliah dkk. (2013) mengekstrak etanol pada siwak (*Salvadora persica*) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. Pertami dkk. (2013) menguji probiotik yang mengandung *Lactobacillus acidophilus* digunakan untuk melihat efek penghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Infus daun sirih (*Piper betle* L.) dan kulit buah delima (*Punica granatum* L.) mempunyai efek antijamur *Candida albicans* dibuktikan oleh Soemiati dan Elya (2002).

Meningkatnya berbagai penyakit disebabkan oleh mikroba, termasuk jamur patogen, menjadi 'alarm' (Strobel, 2003). Mengatasi permasalahan di atas perlu melakukan pencarian senyawa-senyawa yang bersumber hayati (Strobel, 2003; Devaraju dan Satish, 2010). Salah satu sumber hayati tersebut adalah jamur endofit yang menghasilkan senyawa yang dapat digunakan sebagai antikanker, antijamur, antibakteri, antivirus, sitotoksik, immunosuppresan, insketisida serta penghasil beberapa enzim (Dutta dkk., 2014; Selim dkk., 2012; Strobel dan Daisy, 2003; Tomita, 2003; Visalakchi dan Muthumary, 2010; Zhao dkk., 2010).

Telah banyak laporan tentang jamur endofit sebagai antijamur patogen. Musavi dan Balakrishnan (2013, 2014) melaporkan bahwa jamur endofit dari beberapa jaringan tumbuhan *Nothapodytes foetida* menunjukkan aktivitas antijamur *Candida albicans*. Ekstrak hasil fermentasi kaldu daging isolat jamur endofit konifer *Cedrus deodara*, *Pinus roxburgii* dan *Abies pindrow* mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* (Qadri dkk., 2013).

Jamur endofit berada hampir di setiap tumbuhan di dunia ini (Strobel dan Daisy, 2003). Namun, keberadaan jamur endofit relatif kurang diteliti (Kharkwal dkk., 2008). Oleh karena itu, jamur endofit perlu mengeksplorasi dari tumbuhan selain yang telah diuraikan di atas, salah satunya tumbuhan baru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre).

Sejak 1998, baru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre) merupakan tumbuhan yang terancam keberadaannya (IUCN, 2008), padahal bernilai di bidang kesehatan. Kulit batang *Cotylelobium melanoxyton* Pierre biasanya digunakan oleh masyarakat sebagai campuran *tuak* (minuman tradisional Batak) dan sebagai obat penurun kadar gula darah, memiliki aktivitas antioksidan (Pasaribu dan Setyawati, 2011) serta antidiare (Idrumsa dkk., 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti meneliti isolat jamur endofit dari kulit batang *Cotylelobium melanoxyton* Pierre sebagai penghambat pertumbuhan jamur patogen dimana tanaman ini telah dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai tanaman yang mempunyai potensi sebagai obat untuk beberapa masalah kesehatan penyakit. Telah diketahui juga bahwa jamur endofit memiliki potensi sebagai antimikroba, antikanker, antioksidan, antijamur dan senyawa

lainnya yang mirip dengan senyawa yang diproduksi oleh tanaman inangnya. Sehingga diharapkan isolat jamur endofit yang diperoleh nantinya memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Candida albicans*.

1.2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu menyeleksi 32 isolat jamur endofit yang berasal dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre) yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

1.3. Batasan Masalah

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

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 32 isolat jamur endofit yang diisolasi dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre).
2. Jamur patogen yang digunakan adalah *Candida albicans* diperoleh dari Laboratorium Biologi Universitas Sumatera Utara.
3. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah diameter koloni *Candida albicans*. Perihal diameter koloni jamur akan dijelaskan lebih lanjut pada Bab III.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah apakah isolat jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre) mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi jamur endofit dari kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre) yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk:

1. Memberikan informasi bagi pembaca yang tertarik pada tumbuhan raru dan jamur endofit tentang adanya jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre).
2. Menambah wawasan bagi pembaca yang tertarik pada tumbuhan raru dan jamur endofit mengenai jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) yang mempunyai potensi menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.
3. Potensi jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre), diharapkan nantinya dikembangkan lebih lanjut sehingga bermanfaat bagi peneliti yang tertarik pada tumbuhan raru dan jamur endofit untuk menanggulangi penyakit yang disebabkan oleh jamur *Candida albicans*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxyton*)

Raru diidentifikasi sebagai *Cotylelobium* sp., sudah sangat luas dimanfaatkan oleh masyarakat di Sumatera Utara (Pasaribu dan Setyawati, 2011). Raru merupakan sebutan untuk jenis kulit kayu yang ditambahkan pada nira aren yang bertujuan untuk meningkatkan cita rasa, kadar alkohol dan mengawetkan minuman tradisional tuak (Pasaribu, 2011). Sebagian masyarakat Tapanuli juga mengenal kulit kayu raru sebagai obat diabetes dan antidiare (Pasaribu, 2011; Idramsa dkk., 2015). Selain itu, raru juga memiliki nilai ekonomi dan ekologi (Kamiya dkk., 2005).

Seperti yang telah dikemukakan oleh Pasaribu dan Setyawati (2011), Appanah dan Turnbull (1998) menambahkan bahwa taksonomi *Cotylelobium* tergolong dalam Dipterocarpaceae. *Cotylelobium* hanya terdapat pada kawasan Asia, yakni Sri Lanka, Thailand, Semenanjung Malaysia, Borneo, dan Sumatra (Appanah dan Turnbull, 1998:). *Cotylelobium melanoxyton* Pierre memiliki nama sinonim yakni *Anisoptera melanoxyton* Hook.f. (IUCN, 2008).

Berdasarkan taksonomi tumbuhan, kedudukan tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton* Pierre) termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut (IUCN, 2008):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Theales
Family	: Dipterocarpaceae
Genus	: <i>Cotylelobium</i>
Spesies	: <i>Cotylelobium melanoxyton</i> (Hook.f.) Pierre

2.2. Jamur

Terdapat sekitar 80.000-120.000 jamur yang telah diidentifikasi dari jumlahnya yang mencapai 1,5 juta (Webster dan Weber, 2007). Mereka bertempat tinggal di alam dan penting dalam proses penguraian serta daur unsur organik. Beberapa jamur bermanfaat bagi kehidupan manusia karena menyumbang kontribusi dalam produksi makanan dan minuman beralkohol. Jamur berperan dalam pengobatan dengan menyediakan metabolit sekunder bioaktif yang berguna seperti antibiotik dan immunosupresif (Brooks dkk., 2005).

Semua jamur adalah organisme eukariotik dan setiap sel jamur mempunyai sedikitnya satu nukleus dan membran nukleus, retikulum endoplasma, mitokondria, dan aparatus sekretorik (Brooks dkk., 2005). Jamur bersifat heterotrof penghasil spora yang memiliki kitin, suatu polisakarida nitrogen, dalam dinding selnya. Beberapa jamur hidup sebagai sel tunggal, umumnya disebut khamir. Bagaimanapun, kebanyakan jamur berupa multiseluler. Kapang dan cendawan ialah contoh jamur multiseluler yang paling umum. Jamur tidak mampu membentuk jaringan seperti pada hewan dan tumbuhan yang lebih kompleks (Brock, 2006; Starr dkk., 2012; Webster dan Weber, 2007).

Jamur multiseluler tumbuh sebagai jaring filamen bercabang yang secara kolektif disebut miselium (jamak: miselia). Tiap filamen terdiri dari satu hifa (jamak: hifae). Hifa mengandung sel yang tersusun dari ujung ke ujung. Bergantung pada kelompoknya, jamur terdapat atau tidak terdapat dinding bersilang antarsel hifa atau disebut septa (Brock, 2006; Starr dkk., 2012).

Sebagai makhluk tidak berklorofil, jamur bersifat kemotropik. Semua jamur mendapatkan makanan dengan mengabsorpsi nutrisi dari lingkungannya. Ketika sel jamur tumbuh berada di atau pada materi organik, sel menyekresikan enzim pencernaan dan mengabsorpsi produk yang telah dipecah. Model nutrisi ini disebut pencernaan dan absorpsi ekstraseluler (Brooks dkk., 2005; Brock, 2006; Starr dkk., 2012). Cara mendapatkan makanan dengan menguraikan sampah dan sisa-sisa organik, jamur berperan dalam lingkungan (Hanson, 2008). Pada peran ini, jamur menjaga siklus nutrisi dalam ekosistem (Starr dkk., 2012).

Jamur menyebar dengan menghasilkan spora. Spora jamur ialah satu atau kelompok sel, umumnya dengan dinding tebal yang memungkinkannya bertahan hidup dalam kondisi keras. Dengan pengecualian suatu kelompok, spora jamur bersifat nonmotil. Spora dapat terbentuk melalui mitosis (spora aseksual) atau meiosis (spora seksual). Ilmuwan telah mengelompokkan jamur secara tradisional berdasarkan pada perbedaan struktur yang menghasilkan spora seksual (Brock, 2006; Starr dkk., 2012).

Kebanyakan jamur ialah saproba. Jamur lain hidup pada atau dalam organisme lain. Beberapa jamur merupakan parasit dan hiperparasit. Jamur lain menguntungkan induknya atau tidak memiliki efek (Starr dkk., 2012; Webster dan Weber, 2007). Jamur membentuk hubungan mutualisme dengan banyak organisme, terutama dengan tumbuhan. Faktanya, kebanyakan tumbuhan memiliki jamur yang menguntungkan baginya dalam atau pada akarnya. Jamur juga bekerja sama dengan sel fotosintetik membentuk lichen. Jamur lain hidup di usus beberapa herbivora. Jamur membantu inangnya mencerna materi tumbuhan (Hanson, 2008; Starr dkk., 2012).

2.2.1. *Candida albicans*

Candida albicans merupakan jamur bersel tunggal (Starr dkk., 2012). Jamur ini adalah salah satu organisme komensial yang bertindak sebagai flora normal pada tubuh manusia, tetapi dapat menyebabkan infeksi yang bersifat menyeluruh dan berakibat fatal (Hidayat dkk., 2012). Starr dkk. (2012) menambahkan bahwa jamur ini sering terdapat dalam jumlah kecil di vagina, tetapi pertumbuhan yang berlebihan menyebabkan infeksi khamir vagina dengan gejalanya meliputi rasa gatal atau sensasi terbakar dan adanya lendir vagina tidak berbau yang tebal. *Candida albicans* juga dapat ditemukan di alam bebas seperti pada tanah, kotoran binatang dan air (Prahatamaputra, 2009).

Salah satu patogen utama pada manusia adalah *Candida albicans* (Roemer dkk., 2003). Dantas dkk. (2003) melaporkan bahwa jamur ini menyebabkan sekitar 400.000 infeksi sistemik setiap tahun. Jenis *Candida albicans* menginfeksi sekitar 70% dari keseluruhan infeksi yang disebabkan oleh genus *Candida* (Hanson, 2008).

Candida albicans merupakan jamur dimorfik (Webster dan Weber, 2007). Jamur ini tumbuh sebagai sel-sel ragi bertunas dan oval, berukuran 3-6 μm . Jamur ini membentuk pseudohifa ketika tunas-tunas terus tumbuh tetapi gagal melepaskan diri, menghasilkan rantai sel-sel yang memanjang yang tercepit atau tertarik pada septa. Selain menghasilkan pseudohifa, ia juga bisa menghasilkan hifa sejati (Brooks dkk., 2005).

Candida albicans merupakan patogen oportunistik (Kuleta dkk., 2009; Rachma, 2012). Jamur ini dilaporkan mengalami perubahan dari jamur oportunistik yang jarang menyebabkan infeksi nosokomial menjadi jamur oportunistik yang paling sering menyebabkan infeksi nosokomial (Rachma, 2012). Jamur ini melemahkan sistem imun tubuh. Jamur ini menyerang bagian tubuh untuk mendapatkan sumber nutrisi baginya. Keadaan ini menyebabkan infeksi sistemik dalam organ atau jaringan melalui aliran darah (Brock, 2008).

Di bawah ini tertera gambar *Candida albicans* secara makroskopis dalam media tumbuh.



Gambar 2.1. *Candida albicans*

(Sumber: <http://www.cancerfightingstrategies.com/images/fungus-and-cancer-candida-albicans.jpg>)

Berdasarkan taksonominya, kedudukan *Candida albicans* termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut (Alcarno, 1984 dalam Saraswati, 2010):

Devisi : Mycotina
 Sub devisi : Eumycotina
 Kelas : Deutromycetes

Ordo	: Pseudosaccharomycetales
Famili	: Cryptococaceae
Genus	: <i>Candida</i>
Spesies	: <i>Candida albicans</i>

2.3. Mikroba Endofit

Endofit merupakan kata yang diturunkan dari bahasa Yunani, yakni ‘endo’ atau ‘endon’ berarti di dalam, dan ‘phyte’ atau ‘phyton’ berarti tumbuhan (née Pirtillä, 2001). Endofit merujuk pada bakteri (termasuk actinomycetes) atau jamur yang tinggal di bagian inter atau intrasel pada jaringan tumbuhan tanpa berefek negatif terhadap tumbuhan itu (Tan dan Zon, 2001) serta melakukan berbagai macam interaksi (Strobel dan Daisy, 2003).

Mikroba endofit sesungguhnya ditemukan di setiap tumbuhan (Strobel dan Daisy, 2003). Keberadaan mikroba endofit berlimpah pada tumbuhan hutan tropis (Strobel, 2006) dan setiap tumbuhan terdapat satu atau lebih jenis mikroba endofit (Kharkwal dkk., 2008).

Meskipun tinggal di jaringan tumbuhan, mikroba endofit tidak menyebabkan gejala penyakit (Dutta dkk., 2014; Musavi dan Balakrishnan, 2013; Pimentel, dkk., 2010). Mikroba endofit merangsang pertumbuhan tumbuhan, menekan patogen, membantu mengatasi kontaminan, melarutkan posfat dan asimilasi nitrogen (Rosenblueth dan Romero, 2006). Dutta dkk. (2014) menambahkan bahwa mikroba endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti auksin, giberelin, antibakteri, antijamur, dan insektisida.

Berbagai kemampuan mikroba endofit dalam mengatasi masalah-masalah biologi menjadikannya salah satu sumber yang kaya dan dapat diandalkan dalam pencarian senyawa-senyawa bioaktif baru (Devaraju dan Satish, 2010; Strobel, 2003) yang berpotensi dalam bidang kesehatan, pertanian dan industri (Strobel dan Daisy, 2003).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Medan yang beralamat di Jalan Williem Iskandar Pasar V Medan, 20221. Penelitian dilakukan pada Juli sampai Oktober 2016.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah erlenmeyer ukuran 250 ml dan 500 ml, gelas ukur 500 dan 1000 ml, *hotplat magnetic*, inkubator, autoklaf (TOMY ES – 315), *laminar air flow*, lemari es, *magnetic stirrer*, *orbital shaker*, timbangan analitik, tabung reaksi, cawan petri, *cotton bud*, jarum ose, pembakar bunsen, spatula, pinset, jangka sorong dan kamera.

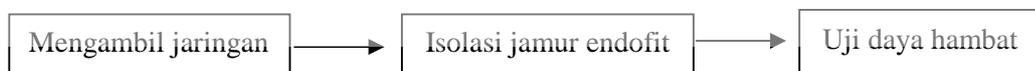
3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah agar, aquadest steril, dextrose, kentang, kapas, kertas cakram, kertas pembungkus, kertas label dan *plastic seal*. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini yakni jamur *Candida albicans* dan 32 isolat jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre). *Candida albicans* diperoleh dari Laboratorium Biologi Universitas Sumatera Utara.

3.3. Prosedur Penelitian

Untuk mendapatkan atau mengetahui daya hambat jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) terhadap jamur *Candida albicans*, maka perlu dilakukan beberapa prosedur penelitian. Adapun prosedur tersebut dibagi menjadi tiga tahap yakni mengambil jaringan tumbuhan raru; mengisolasi jamur endofit; menguji daya hambat isolat jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur patogen (dalam penelitian ini adalah *Candida albicans*).

Di bawah ini disajikan skema penelitian.



3.3.1. Pengambilan Jaringan Tumbuhan

Jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) telah diambil oleh Idramsia dkk. (2015). Tumbuhan raru tersebut terdapat di hutan sekitar Desa Sibunga-bunga, Kecamatan Sitahuis, Kabupaten Tapanuli Tengah, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Tumbuhan itu berada di titik koordinat 01^o50'45" N; 98^o 46'25" E yang tumbuh pada ketinggian 750-800 di atas permukaan laut dengan tingkat keasaman (pH) tanahnya 6,4.

Jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) disayat. Sayatan tersebut dimasukkan ke dalam kotak. Kemudian sayatan itu dipelajari di laboratorium untuk mengetahui mikroba yang ada pada jaringan tersebut.

3.3.2. Mengisolasi Jamur Endofit

Untuk mengisolasi jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre), jaringan yang sudah diambil harus dibersihkan atau disterilkan terlebih dahulu. Setelah itu, setelah jaringan bersih, dilakukan pengisolasian di media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Pembersihan jaringan dan pengisolasian pada penelitian ini merujuk pada Pratiwi dkk. (2014).

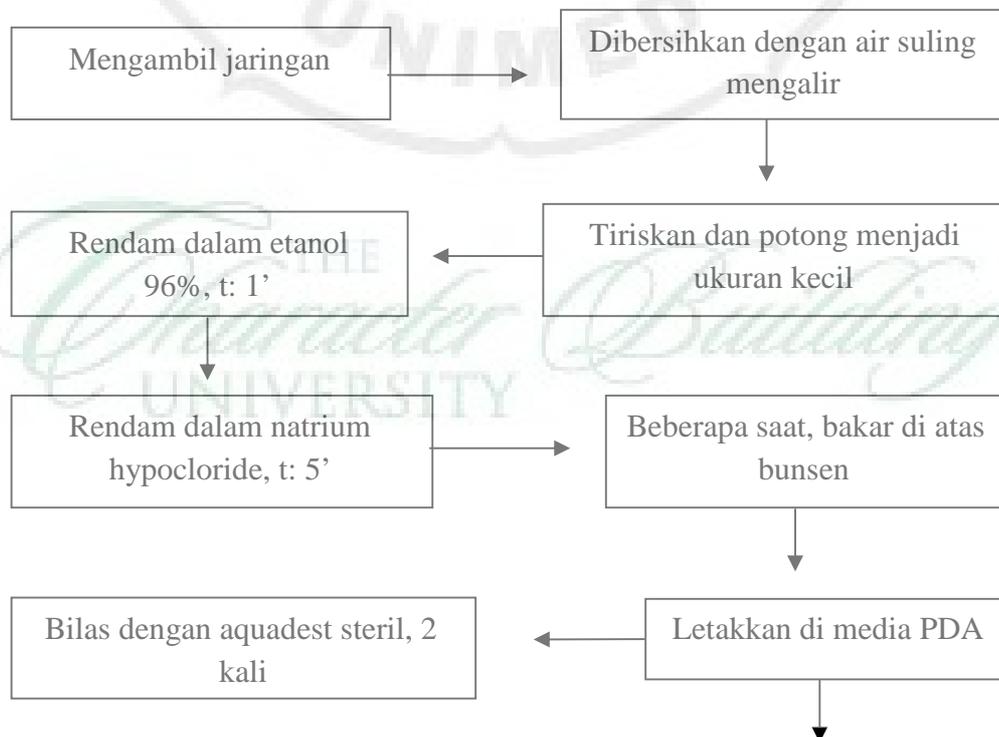
Jaringan yang telah diambil dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan air suling yang mengalir untuk menghilangkan kotoran di bagian permukaan jaringan. Setelah itu jaringan ditiriskan dan dibagi menjadi beberapa potongan yang berukuran lebih kecil. Potongan jaringan tersebut kemudian direndam dalam larutan etanol 96% selama satu menit. Lalu direndam kembali dalam larutan natrium hipoklorida selama lima menit, lalu dengan larutan etanol 70% selama satu menit. Jaringan dibakar di atas api bunsen beberapa saat. Kemudian jaringan dibilas kembali dengan menggunakan aquadest steril sebanyak dua kali dan hasil dari air bilasan tersebut diletakkan dalam cawan petri untuk dilakukan pengujian terhadap efektivitas sterilisasi permukaan dengan tiga kali pengulangan.

Setelah mensterilisasi permukaan, jaringan dikeringkan di atas kertas saring steril selama beberapa menit. Kemudian jaringan diletakkan pada media

PDA (*Potato Dextrose Agar*) modifikasi, yaitu media PDA yang sebelumnya telah ditambahkan antibakteri amoxicillin, sambil sedikit ditekan, dengan posisi permukaan belahan jaringan menempel pada media agar. Inokulasi jaringan tersebut dilakukan di dalam *laminar air flow*. Selanjutnya menginkubasi jaringan selama tujuh hari atau tergantung pada tingkat pertumbuhannya, pada suhu 27-29°C (suhu ruangan). Setelah itu, memindahkan jamur endofit yang telah tumbuh ke dalam cawan petri yang berisi media PDA modifikasi baru dengan cara *distreak* menggunakan jarum ose. Selanjutnya menginkubasi kembali pada suhu ruang selama 2-7 hari, hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai diperoleh isolat murni dengan koloni yang seragam.

Jamur endofit yang diisolasi dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxydon* Pierre) adalah sebanyak 32 isolat. Isolat-isolat jamur endofit tersebut belum diketahui jenisnya. Namun untuk mempermudah pengenalannya, maka ditandai dengan kode-kode tertentu. Isolat-isolat tersebut ada di Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Negeri Medan.

Di bawah ini akan dicantumkan kembali prosedur mengisolasi jamur endofit ke bentuk skema.



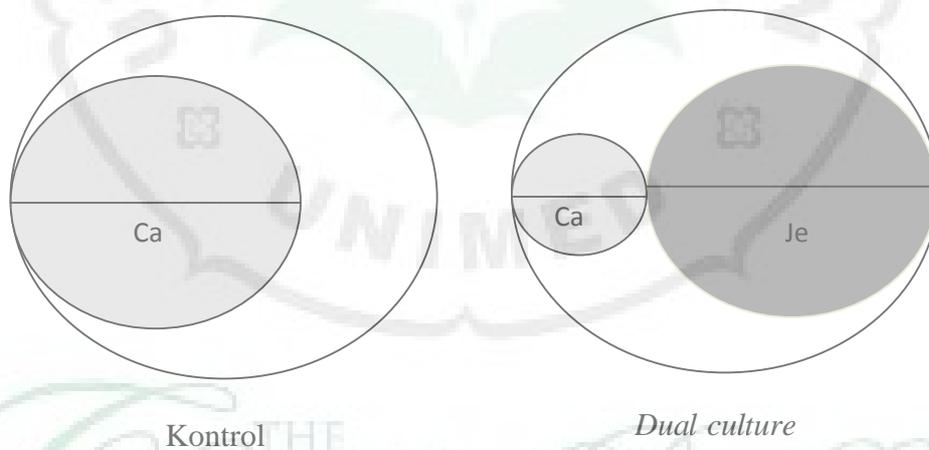


Gambar 3.1. Skema prosedur mengisolasi jamur endofit.

3.3.3. Pengujian Aktivitas Antijamur

Untuk menguji aktivitas antijamur *Candida albicans* oleh 32 isolat jamur endofit endofit, maka perlu dilakukan prosedur lain. Pengujian dilakukan secara in vitro berdasar pada Muksin dkk. (2013) dengan metode duel kultur (*dual culture method*) dalam cawan petri berisi media PDA. Ada dua cawan yang diperlukan. Cawan pertama digunakan sebagai kontrol, yakni menumbuhkan jamur endofit. Cawan kedua digunakan untuk menumbuhkan jamur endofit dan jamur *Candida albicans*. Masing-masing pertumbuhan jamur diukur setelah 2-7 hari.

Di bawah ini tertera gambar *dual culture method*.



Gambar 3.2. Cara meletakkan inokulum *Candida albicans* (Ca) dan jamur endofit (Je)

Setiap uji dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Diameter koloni jamur patogen diukur. Hasil-hasil pengukuran diolah dengan rumus-rumus di bawah ini (Muksin dkk., 2013):

$$R = \frac{R1 - R2}{1} 100\%$$

Keterangan:

R = Persentase penghambatan pertumbuhan (%).

R1 = Diameter rata-rata pertumbuhan *Candida albicans* pada kontrol (mm).

R2 = Diameter rata-rata pertumbuhan *Candida albicans* pada perlakuan (mm).

3.4. Pembuatan Media PDA

Dalam penelitian ini dibutuhkan media sebagai tempat tumbuh jamur. Adapun media tersebut adalah PDA (*Potato Dextrose Agar*). Cara pembuatan media PDA sebanyak 1 liter menurut Noegeon (2011) yang telah dimodifikasi adalah merebus kentang sebanyak 200 g yang telah dipotong kecil-kecil ke dalam aquadest. Air rebusan tersebut dicampur dengan dextrose 20 g, agar 15 g dan amotoxillin. Bahan itu dipanaskan selama satu menit. Setelah itu distrelisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121⁰C.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan prosedur yang telah dilakukan, diperoleh hasil penelitian dalam bentuk data. Hasil tersebut terdiri dari diameter koloni jamur *Candida albicans* pada kontrol dan pada perlakuan (*dual culture*) masing-masing 32 jamur endofit baru (*Cotylelobium melanoxylo*n Pierre).

Jamur *Candida albicans* ditumbuhkan di media PDA dalam inkubator. Masa inkubasi dihentikan pada 7 x 24 jam (tujuh hari). Dari proses tersebut, diperoleh rata-rata diameter koloni jamur *Candida albicans* pada kontrol hingga hari ketujuh adalah 20,66 mm.

Data yang *kedua* diperoleh berlandas juga pada rata-rata diameter koloni jamur *Candida albicans*. Namun perbedaan dari data yang pertama yakni, pada rata-rata yang *kedua* ini ditumbuhkan bersama jamur endofit dalam satu cawan petri. Jamur *Candida albicans* ditumbuhkan dengan setiap jamur endofit (*dual culture method*). Adapun data tersebut dicantumkan pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Rata-rata diameter koloni *Candida albicans* tujuh hari setelah inkubasi pada perlakuan (*dual culture method*).

No	Jamur endofit	Takson	Diameter koloni (mm)	No	Jamur endofit	Takson	Diameter koloni (mm)
1	Rsi-1	<i>Alternaria</i>	18,33	17	Rsi-18	Miselia steril	20,66
2	Rsi-2a	<i>Botrytis</i>	18,66	18	Rsi-19	<i>Debaromyces</i>	17,33
3	Rsi-2b	<i>Botrytis</i>	11,33	19	Rsi-20	<i>Debaromyces</i>	23,33
4	Rsi-3	<i>Fusarium</i>	22,00	20	Rsi-21	<i>Fusarium</i>	18,00
5	Rsi-4	<i>Botrytis</i>	20,33	21	Rsi-23	<i>Aspergillus</i>	22,66
6	Rsi-5	<i>Aspergillus</i>	20,00	22	Rsi-24	<i>Botrytis</i>	22,66
7	Rsi-8	<i>Aspergillus</i>	12,66	23	Rsi-25	<i>Botrytis</i>	16,33
8	Rsi-10a	Hifa 1	14,33	24	Rsi-26	<i>Botrytis</i>	17,33
9	Rsi-10b	Hifa 1	21,00	25	Rsi-27	<i>Aspergillus</i>	13,66
10	Rsi-11	Hifa 2	20,66	26	Rsi-28	Hifa 1	21,66
11	Rsi-12	<i>Alternaria</i>	21,66	27	Rsi-29	Hifa 2	16,66
12	Rsi-13	<i>Debaromyces</i>	14,66	28	Rsi-30	Hifa 2	22,00
13	Rsi-14	Miselia steril	15,66	29	Rsi-31	Hifa 2	14,66
14	Rsi-15	<i>Nigrospora</i>	20,33	30	Rsi-32	Hifa 2	20,00
15	Rsi-16	<i>Aspergillus</i>	15,00	31	Rsi-33	<i>Aspergillus</i>	21,33
16	Rsi-17	Hifa 1	24,33	32	Rsi-34	<i>Nigrospora</i>	18,00

Sumber takson: Fitri (2014).

Fitri (2014) menguraikan bahwa takson tersebut diperoleh dengan cara mengidentifikasi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit tumbuhan baru dengan *Simple Matching Coeficient*. Genus *Alternaria* memiliki indeks kesamaan 79,3%. Koloni berwarna hijau keabuan dengan pinggiran putih, bulat, menyebar, bertekstur *velvety* (seperti beludru), dengan tepian rata seperti benang-benang. Permukaan koloni halus, topografi koloni *verugose* (kusut dan keriput), warna sebalik koloni (*reserve side*) hijau kehitaman, tinggi koloni 1-4 mm, tidak terdapat lingkaran konsentris dan garis radial. Miselium *Alternaria* keruh, berwarna coklat, bersel banyak dan berdinding halus. Hifa berseptata dan berpigmen, berbentuk spiral. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, dengan spora berjenis konidia, berbentuk elips, coklat, dan diproduksi tunggal. Sporangium berukuran 20-100 μm , elips, coklat dan terletak di ujung. Kepala spora pembawa konidia tunggal berbentuk elips. Konidiofor bercabang, sederhana, berwarna coklat, berdinding halus, dan tunggal. Kolumela pada ujung konidiofor berukuran 20-100 μm , elips hingga semi-bulat. Konidia berbentuk elips, berukuran 11,14-19,12 μm , berwarna coklat, halus, bersel satu, serta konidia bercabang dan berseptata.

Indeks kesamaan *Botrytis* sebesar 85,4%. Koloni putih kekuningan, menyebar, *cottony* (seperti kapas), tepian seperti benang. Permukaan koloni halus, *verugose*, *reserve side* putih kekuningan, tinggi koloni 8 mm, tidak terdapat lingkaran konsentris dan garis radial. Miselium *Botrytis* terang, tidak berwarna, bersel banyak dan berdinding halus. Hifa tidak berseptata, tidak berpigmen dan berbentuk spiral. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, berjenis konidia, bulat, berbentuk klaster, dan dibentuk di dalam rantai. Sporangium hialin, bulat hingga semi-bulat, diproduksi dalam kelompok dan berkumpul. Kolumela pada ujung konidiofor berukuran kecil dan semi-bulat. Konidia bulat, berukuran 2,36-7,91 μm , hialin, halus, dan bersel satu.

Fusarium berindeks kesamaan 88,6%. Koloni kuning kehijauan, menyebar, *velvety*, tepian seperti benang-benang. Permukaan koloni halus, *verugose*, *reserve side* kuning kehijauan, tinggi koloni 2-4 μm , tidak terdapat lingkaran konsentris dan garis radial. Miselium keruh berwarna coklat, bersel

banyak, dan halus. Hifa bersepta dan berpigmen, berbentuk spiral. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, berjenis konidia berantai dan elips. Konidiofor bercabang, kompleks, halus, hialin, dan diproduksi dalam kelompok dan berkumpul. Kolumela pada ujung konidiofor berbentuk elips. Konidia berbentuk elips, berukuran 1,48-5,28 μm , hialin, halus, bersel satu. Konidia bersepta, memiliki makrokonidia dan mikrokonidia serta sel kaki.

Debaromyces berindeks kesamaan 98,3%. Koloni hijau kebiruan, pinggiran putih, bulat, halus seperti tepung dengan tepian rata. Permukaan koloni halus, tampak rata, *reserve side* putih kehijauan, tinggi koloni 1 mm, tidak memiliki lingkaran konsentris dan garis radial. Tidak terdapat hifa. Bersel banyak dan halus. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, berjenis konidia, bulat, dan diproduksi klaster. Kepala spora pembawa konidia berantai dan berbentuk bulat. Konidia bulat berukuran 2,2-3,21 μm , hijau, halus, dan bersel satu.

Indeks kesamaan *Aspergillus* yaitu 89,3%. Koloni putih dengan titik-titik hitam atau berwarna hijau, menyebar, konidiofor tumbuh ke atas dari permukaan miselium yang ada di agar dan terdapat spora di atasnya berwarna hijau ataupun hitam, tepian seperti benang-benang. Permukaan koloni halus hingga kasar berbintik hijau atau hitam, topografi koloni *verugose*, *reserve side* putih hingga putih kehijauan, tinggi koloni 1-2 mm, tidak terdapat lingkaran konsentris dan garis radial. Miselium terang, tidak berwarna, bersel banyak dan halus. Hifa tidak bersepta dan berpigmen, berbentuk spiral. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, berjenis konidia, bulat, dan diproduksi klaster. Sporangium bulat, kecil, hijau hingga coklat, terdapat di ujung. Kepala spora pembawa konidia berantai dan bulat. Konidiofor sederhana (tidak bercabang), kompleks, halus, hialin, dan tunggal. Kolumela pada ujung konidiofor besar dan bulat. Konidia bulat, berukuran 3,57-4,25 μm , berwarna hijau dan kecoklatan, halus, dan bersel satu.

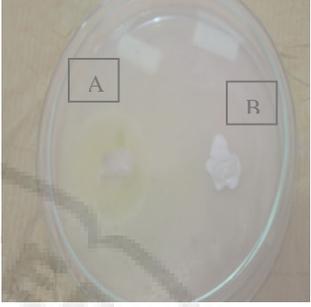
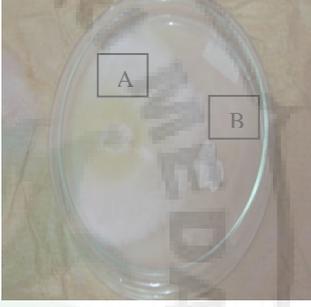
Indeks kesamaan *Nigrospora* 80%. Koloni putih, menyebar *velvety*, tepian seperti benang-benang. Permukaan koloni halus, topografi koloni *verugose*, *reserve side* putih, tinggi koloni 1 mm, tidak terdapat lingkaran konsentris dan

garis radial. Miselium terang dan tidak berwarna, bersel banyak dan halus. Hifa bersepta, tidak berpigmen, dan berbentuk spiral. Memproduksi spora aseksual berbentuk khusus, bersel banyak, berjenis konidia, bulat, dan diproduksi tunggal. Sporangium bulat, besar, berwarna coklat kehitaman dan terletak di ujung. Kepala spora pembawa konidia tunggal dan bulat. Konidiofor bercabang, sederhana, halus, hialin, diproduksi dalam kelompok dan tunggal. Kolumela pada ujung konidiofor besar dan berbentuk elips. Konidia bulat, berukuran 96,74-219,09 μm , berwarna coklat kehitaman, halus, bersel satu, dan terdapat stolon.

Miselium steril memiliki indeks kesamaan sebesar 92,9%. Koloni berwarna putih, bulat, *cottony*, tepian rata seperti benang-benang. Permukaan koloni halus, topografi koloni menonjol seperti kancing, *reserve side* putih, tinggi koloni 5 mm, terdapat lingkaran konsentris. Miselium terang, tidak berwarna, bersel banyak, dan halus. Hifa tidak bersepta dan tidak berpigmen, berbentuk spiral berukuran 1,7-4,54 μm . Tidak memproduksi spora seksual dan aseksual.

Indeks kesamaan Hifa 1 sebesar 74,3%, sedangkan Hifa 2 80,7%. Koloni berwarna hijau dengan pinggiran putih, menyebar, *velvety*, tepian bergerigi seperti benang-benang. Permukaan koloni halus, *verugose*, *reserve side* kehitaman dengan pinggiran putih, tinggi koloni 1 mm, terdapat lingkaran konsentris dan garis radial dari pusat ke tepi koloni. Miselium keruh, tidak berwarna, bersel banyak, dan berdinding halus. Hifa bersepta, berpigmen, dan berbentuk spiral, dengan panjang tiap ruasnya 14,49-24,02 μm dan lebarnya 2,64-4,63 μm . Memproduksi spora aseksual berbentuk sederhana, berjenis blastospora, bulat, diproduksi tunggal. Sporangium bulat, kecil, hialin, dan terletak di ujung. Kepala spora pembawa konidia tunggal yang berbentuk batang. Konidiofor bercabang, sederhana, berdinding kecil dan bulat. Konidia bulat hingga elips, berukuran 81,44 μm , hialin hingga coklat, kasar, dan bersel satu.

Hasil pada Tabel 4.1 di atas memperlihatkan bahwa pada beberapa perlakuan *dual culture* terdapat diameter koloni *Candida albicans* yang lebih kecil ketimbang koloni *Candida albicans* pada kontrol. Namun ada pula diameter koloni yang lebih besar atau sama dengan kontrol.

Waktu	Kontrol	<i>Dual culture</i>
2 hsi		
3 hsi		
4 hsi		
5 hsi		
6 hsi		



Gambar 4.1. Pertumbuhan *Candida albicans* pada kontrol dan *dual culture*.

(a) Jamur endofit, (b) *Candida albicans*

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pertumbuhan Koloni *Candida albicans*

Pertumbuhan jamur tergantung pada komponen kimiawi suatu lingkungan tempatnya berada. Lingkungan tumbuh jamur dapat berupa alami atau artifisial (Hanson, 2008). Lingkungan artifisial kerap digunakan dalam laboratorium.

Lingkungan atau media tumbuh jamur pada laboratorium terutama mengandung karbon, gula, nitrogen, ammonia, fosfat, magnesium dan potassium serta ion dan elemen lainnya (Hanson, 2008). Pada penelitian ini digunakan PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebagai media tumbuh jamur. Menurut Noegeon (2011), PDA mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan jamur untuk tumbuh, dan mikroba lainnya, seperti bakteri, tidak dapat tumbuh. PDA mengandung komponen yang memungkinkan jamur untuk tumbuh dengan baik.

Yunowo (2008) mengatakan pertumbuhan mikroba terdiri dari empat fase. Pada awalnya mikroba beradaptasi terlebih dahulu dengan medium tumbuh sehingga pertumbuhannya relatif kecil. Masa ini disebut fase lag. Selanjutnya mikroba memasuki fase logaritmik (fase eksponensial). Pada fase ini medium digunakan terus menerus untuk pertumbuhan. Setelah itu mikroba memasuki fase stasioner dimana sel yang hidup dan mati relatif seimbang. Selanjutnya kebanyakan mikroba akan mati karena nutrisi semakin berkurang di fase sebelumnya, disebut fase kematian.

Sedangkan Gandjar, disunting oleh Gandjar dan Sjamsuridjal (2006), lebih spesifik pada fase pertumbuhan jamur. Fase tersebut antara lain: (1) *fase lag*, yaitu fase penyesuaian sel-sel dengan lingkungan, pembentukan enzim-enzim untuk

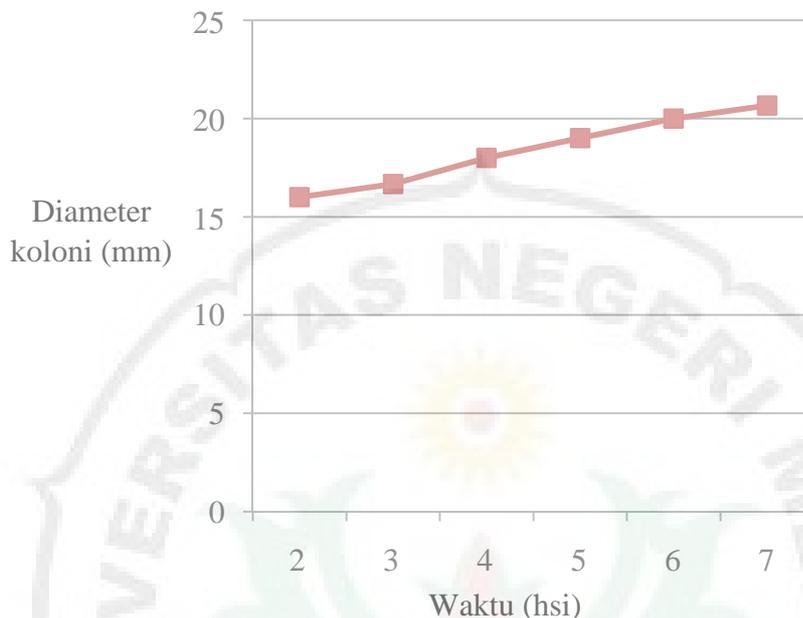
menguraikan substrat; (2) *fase akselerasi*, yaitu fase mulainya sel-sel membelah dan fase lag menjadi fase aktif; (3) *fase eksponensial*, merupakan fase perbanyak jumlah sel yang sangat banyak, aktivitas sel sangat meningkat, dan fase ini merupakan fase yang penting dalam kehidupan fungi. Pada awal fase ini kita dapat memanen enzim-enzim dan pada akhir dari fase ini atau (4) *fase deselerasi*, yaitu waktu sel-sel mulai kurang aktif membelah, kita dapat memanen biomassa sel atau senyawa-senyawa yang tidak dibutuhkan oleh sel-sel; (5) *fase stasioner*, yaitu fase jumlah sel yang bertambah dan jumlah sel yang mati relatif seimbang. Kurva pada fase ini merupakan garis lurus yang horizontal; dan (6) *fase kematian dipercepat*, jumlah sel-sel yang mati atau tidak aktif sama sekali lebih banyak daripada sel-sel yang masih hidup.

Pertumbuhan khamir (*Candida albicans* merupakan khamir) hingga tampak sebagai suatu koloni disebabkan oleh pembagian sel-sel khamir menjadi sejumlah anak sel. Koloni tersebut terbentuk karena penambahan populasi dan sebenarnya suatu proses reproduksi (Gandjar, dalam Gandjar dan Sjamsuridjal, ed., 2006). Dengan demikian, perluasan koloni berarti terjadi proses pertumbuhan.

Berdasarkan tiga penjelasan di atas, maka untuk menghambat pertumbuhan jamur lebih tepat dilihat pada fase eksponensial. Begitu pula halnya dengan mengukur koloni jamur dapat pula berarti mengukur pertumbuhannya. Pengukuran dilakukan hingga hari ketujuh setelah inkubasi, sebab pertumbuhan *Candida albicans* meningkat hingga hari ketujuh (Leepel dkk., 2009).

Berdasar pengukuran diperoleh data bahwa pertumbuhan koloni *Candida albicans* kontrol terus meningkat hingga hari keenam, kemudian relatif konstan hingga akhir pengukuran. Pertumbuhan koloni *Candida albicans* dirangkum pada Gambar 4.2.

Sedangkan pada perlakuan (*dual culture method*), pertumbuhan koloni *Candida albicans* terhenti bahkan pada hari ketiga setelah inkubasi. Beberapa jamur endofit yang mampu menghentikan pertumbuhan koloni *Candida albicans* tersebut adalah: Rsi-13, Rsi-27, Rsi-8, Rsi-10a, Rsi-2a, Rsi-21, Rsi-25, Rsi-31, dan Rsi-16.



Gambar 4.2. Grafik Pertumbuhan *Candida albicans* selama Fase Eksponensial

Grafik di atas menunjukkan pertumbuhan *Candida albicans* terus meningkat selama masa inkubasi. Laju pertumbuhan *Candida albicans* terbesar terjadi pada hari ke-3-4 setelah inkubasi yakni $1,34 \text{ mm d}^{-1}$ (perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 4). Saat hari yang sama, pertumbuhan *Candida albicans* pada *dual culture method* dimana jamur endofit mampu menghambat, tidaklah sebesar kontrol. Rsi-4 yang berdaya hambat terkecil memiliki laju pertumbuhan $1,00 \text{ mm d}^{-1}$. Rsi-8 yang berdaya hambat terbesar mengalami laju pertumbuhan sebesar $0,00 \text{ mm d}^{-1}$ pada hari ke-3-4 setelah inkubasi.

Perbedaan tersebut menunjukkan adanya pengaruh jamur endofit untuk menekan laju pertumbuhan *Candida albicans*. Daya hambat jamur endofit yang tinggi, laju pertumbuhan *Candida albicans* pun semakin kecil.

4.2.2 Daya Hambat Jamur Endofit

Sebagaimana tujuan penelitian seperti yang tertera pada Bab I, maka mengukur koloni jamur *Candida albicans* adalah ruang lingkup dalam penelitian ini. Hasil pengukuran koloni *Candida albicans* dapat dilihat pada tabel 4.1. Berdasar hasil tersebut, jamur endofit yang mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* tertera pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Daya hambat jamur endofit yang mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

No.	Jamur endofit	Daya hambat (%)	No.	Jamur endofit	Daya hambat (%)
1	Rsi-1	11,27	11	Rsi-16	27,39
2	Rsi-2a	9,68	12	Rsi-19	32,23
3	Rsi-2b	30,63	13	Rsi-21	12,87
4	Rsi-4	1,59	14	Rsi-25	20,95
5	Rsi-5	3,19	15	Rsi-26	16,11
6	Rsi-8	38,72	16	Rsi-27	33,88
7	Rsi-10a	30,63	17	Rsi-29	19,36
8	Rsi-13	29,04	18	Rsi-31	29,04
9	Rsi-14	24,20	19	Rsi-32	3,19
10	Rsi-15	1,59	20	Rsi-34	12,87

Rumus diperoleh dari Muksin dkk. (2013).

Sebanyak 20 (62,5%) dari 32 jamur endofit yang diuji mampu menghambat pertumbuhan koloni *Candida albicans*. Daya jamur endofit yang mampu menghambat jamur patogen tersebut berkisar antara 1,59-38,72 %. Isolat jamur endofit Rsi-4 dan Rsi-15 merupakan jamur yang berdaya hambat terkecil, sedangkan Rsi-8 terkuat.

Hasil penelitian Fitri (2014) memperlihatkan bahwa jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang raru (sampel yang sama dengan penelitian ini) berdaya hambat tersebut di atas terdiri dari enam genus yang teridentifikasi. Tabel 4.3 menunjukkan takson jamur endofit yang berdaya menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

Tabel 4.3 Takson jamur endofit berdaya menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

No.	Jamur endofit	Takson	No.	Jamur endofit	Takson
1	Rsi-1	<i>Alternaria</i>	11	Rsi-13	<i>Debaromyces</i>
2	Rsi-2a		12	Rsi-19	
3	Rsi-2b	<i>Botrytis</i>	13	Rsi-15	<i>Nigrospora</i>
4	Rsi-4		14	Rsi-34	
5	Rsi-25		15	Rsi-21	<i>Fusarium</i>
6	Rsi-26		16	Rsi-10a	Hifa 1
7	Rsi-5	<i>Aspergillus</i>	17	Rsi-14	Miselia steril
8	Rsi-8		18	Rsi-29	Hifa 2
9	Rsi-16		19	Rsi-31	
10	Rsi-27		20	Rsi-32	

Sumber takson: Fitri (2014).

Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa jamur endofit berdaya menghambat pertumbuhan *Candida albicans* berasal dari genus *Botrytis* dan takson yang belum teridentifikasi (masing-masing 25%). Genus *Botrytis* merupakan kelompok yang beragam. Satu isolat dari *Botrytis* dan *Aspergillus*, berurutan merupakan isolat yang berdaya menghambat pertumbuhan *Candida albicans* terlemah dan terkuat yakni, secara berurutan, Rsi-4 dan Rsi-8. Namun Rsi-24 yang juga anggota *Botrytis* tidak mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Demikian halnya juga pada *Aspergillus*. Empat isolat *Aspergillus* mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen, namun dua isolat lainnya tak mampu.

Beragamnya kemampuan beberapa spesies dari genus tertentu dalam menghambat jamur pertumbuhan jamur patogen dapat juga dilihat pada Maria dkk. (2005). Dua dari tiga isolat *Aspergillus* mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Anggota *Aspergillus* tersebut berdaya hambat yang berbeda. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini seperti yang tertera pada ketiga tabel di atas (Tabel 4.1; 4.2; dan 4.3). Perbedaan kemampuan jamur endofit dari genus yang sama dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* berarti bahwa kemampuan setiap spesies jamur endofit sangat spesifik. Verma dkk. (2009) menambahkan kemampuan jamur endofit juga dipengaruhi asalnya, misalnya dari daun atau akar, pada suatu tumbuhan.

Sebanyak 12 isolat jamur endofit (37,5%) tidak mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Hal ini dapat berarti jamur endofit tersebut tidak berdaya hambat. Namun kasus yang menarik dipaparkan oleh Ting dkk. (2008). Mereka membuktikan bahwa jamur endofit yang bekerja secara konsorsium mampu lebih efektif. Massa akar pisang lebih berat saat jamur endofit yang bekerja konsorsium yakni *Serratia* dan *Fusarium* ketimbang saat perlakuan tanpa *Fusarium*. Namun tidak selamanya demikian.

Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada menyeleksi 32 isolat jamur endofit yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*. Dengan demikian, menjawab mengapa isolat jamur endofit mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Candida albicans*, dan di sisi lain tidak mampu

menghambat, tidak dapat terjawab. Oleh sebab itu, perlu melakukan penelitian lanjutan, seperti senyawa apa yang dihasilkan oleh jamur endofit tersebut.

Kendati terbatas penelitian ini, peneliti berusaha menjawab pertanyaan tersebut di atas dengan laporan-laporan penelitian terdahulu dan publikasi lainnya yang bersangkutan. Namun perlu ditekankan lagi bahwa apa yang akan dipaparkan tidak sama persis dengan jamur endofit dari tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxylon*).

Daya hambat jamur endofit dari tumbuhan raru terhadap mikroba telah diteliti oleh Pratiwi dkk. (2014). Mereka mengatakan bahwa enam isolat jamur endofit tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sedangkan Nasution (2015) melengkapi bahwa isolat Rsi-2b dari jaringan yang sama berdaya menghambat *Aspergillus niger*, dan isolat Rsi-21 menghambat *Penicillium citrinum*.

Mengutip publikasi-publikasi terdahulu, Bacon dkk. (2004) mengatakan bahwa beberapa spesies *Fusarium* endofit pada jagung menghasilkan senyawa asam fusarik sebagai mikotoksik. Selain itu, *Fusarium* juga memproduksi fumonisin, fusarin, dan moniliformin yang juga mikotoksik.

Lebih lanjut, Bacon dkk. (2004) menggunakan *Fusarium verticillioides* untuk menekan pertumbuhan mikroba uji. Hasil penelitian mereka mengatakan bahwa jamur tersebut mampu menekan pertumbuhan mikroba uji. Konsentrasi asam fusarik yang tinggi ($>160 \mu\text{mol/L}$) bahkan menyebabkan mikroba uji tidak dapat tumbuh. Sedangkan Strobel dan Daisy (2003) menambahkan lipopeptida mampu sebagai anti-*Candida albicans*.

Jamur endofit menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menekan pertumbuhan jamur lain. Beberapa jamur endofit menghasilkan *ecomycin* sebagai anti jamur *Candida albicans* (Radji, 2005; Strobel, 2003). Hanson (2008) menuliskan bahwa selain memproduksi botrydial, *Botrytis* juga menghasilkan enzim laccase dan senyawa fenolik, dimana Ansari dkk. (2013) memperjelas bahwa fenolik tersebut seperti curcumin, bizbibenzyl, carvacrol, dan thymol berdaya sebagai antijamur *Candida albicans*. Menyambung Hanson, Huang dkk. (2008) bahwa jamur endofit pada tumbuhan-tumbuhan medis di China

menghasilkan senyawa fenol, termasuk jamur bergenus *Botrytis* dan *Alternaria*. Sementara itu, fermentasi dan ekstraksi salah satu isolat dari jaringan yang sama dengan penelitian ini mengandung senyawa alkaloid dan flavonoid (Pratiwi dkk., 2014).

Menurut Azizah dkk. (n.d.), mekanisme penghambatan pertumbuhan *Candida albicans* diawali oleh adanya senyawa kimia yang merusak struktur dinding sel pada *Candida albicans*. Komponen dinding sel *Candida albicans* tersusun atas mannoproteins, kitin, dan α dan β glukukan. Senyawa yang dapat merusak komponen dinding sel *C. albicans* diantaranya senyawa tanin dan fenol. Rusaknya dinding sel menyebabkan senyawa antijamur dapat masuk ke dalam tubuh *Candida albicans* dan merusak komponen yang terdapat di dalam.

Pendapat di atas diperkuat oleh Nasution (2015) sebagaimana mengutip Abadi (1987) bahwa jamur endofit menyebabkan hifa jamur mengalami lisis apabila terjadi kontak hifa antar kedua jamur tersebut dengan efektivitas antagonis yang tinggi. Pelcar (1988) masih dalam Nasution (2015), jamur endofit dengan senyawa yang dihasilkannya mampu merusak dinding sel mikroba lain, mengubah molekul protein dan asam nukleat, mengubah permeabilitas sel, menghambat kerja enzim, serta menghambat sintesis asam nuklat dan protein.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Sebanyak 20 isolat jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*) mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Sedangkan 12 isolat lainnya yang diuji tidak mampu menghambat. Daya hambat tersebut berkisar antara 1,59-38,72. Daya terkecil menghambat jamur uji terdapat pada Rsi-4 (*Botrytis*), sedangkan terkuat Rsi-8 (*Aspergillus*).

Isolat jamur endofit yang mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* merupakan terdiri dari genus *Alternaria* (satu isolat), *Botrytis* (lima isolat), *Aspergillus* (empat isolat), *Debaromyces* (dua isolat), *Nigrospora* (dua isolat), dan *Fusarium* (satu isolat). Sedangkan lima isolat lainnya terdiri dari hifa 1, hifa 2, dan miselia steril.

5.2. Saran

Penulis menyadari penelitian ini masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, perlu melakukan penelitian lanjutan demi mengatasi permasalahan-permasalahan terkait dan memaksimalkan potensi jamur endofit dari jaringan di bawah kulit batang tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*).

DAFTAR PUSTAKA

- Akcağlar, S., Ener, B. dan Töre, O., (2011), Acid proteinase enzyme activity in *Candida albicans* strains: a comparison of spectrophotometry and plate methods, *Turk J Biol* 35: 559-567.
- Amaliah, R., Munawir, A. dan Dewi, R., (2013), Efek antifungal ekstrak etanol siwak (*Salvadora persica*) terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans* pada media saboraud dekstrose agar, *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*.
- Ansari, M.A., Anurag, A., Fatima, Z. dan Hameed, S., (2013), Natural phenolic compounds: a potential antifungal agent, *Formatex*: 1189-1195.
- Appanah, S. dan Turnbull, J.M. (Ed.), (1998), *A Review of Dipterocarps, Taxonomy, Ecology and Silviculture*, Centre for International Forestry Research, Bogor.
- Azizah, N., Suarsini, E. dan Prabaningtyas, S., (n.d.), *Analisis kandungan kimia infusa tanaman sangket (*Basilicum polystachyon* (L.) Moench) dan uji efektivitas antifungal infusa tanaman sangket terhadap penghambatan pertumbuhan *Candida albicans* secara in vitro*. Dapat dilihat <http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikel125311E0B7C41176D5D42B30F5430B146.pdf>, diakses pada 12-02-2017.
- Bacon, C.W., Hinton, D.M., Porter, J.K., Glenn, A.E., dan Kulda G., (2004), Fusaric acid, a *Fusarium verticillioides* metabolite, antagonistic to the endophytic biocontrol bacterium *Bacillus mojavensis*, *Canadian Journal of Botany* 82: 878-885.
- Brock, D.L., (2006), *Infectious Fungi*, Chelsea House Publishing, New York.
- Brooks, G.F., Butel, J.S. dan Morse, S.A., (2005), *Mikrobiologi Kedokteran, Buku 2* (terjemahan Bahasa Indonesia oleh Nani Widorini), Salemba Medika, Jakarta.
- Dantas, A. da S., Day, A., Ikeh, M., Kos, I., Kos, B. dan Quinn, J., (2015), Oxidative stress responses in the human fungal pathogen, *Candida albicans*, *Biomolecules* 5: 142-165.
- Devaraju, R. dan Satish, S., (2010), Endophytic fungi: 'Trapped' or 'hidden' store houses of bioactive compounds within plants: A review, *Journal of Pharmacy Research* 3(12): 2986-2989.
- Dutta, D., Puzari, K.C., Gogoi, R. dan Dutta, P., (2014), Endophytes: Exploitation as a tool in plant protection, *Braz. Arch. Biol. Technol.* 57(5): 621-629.

- Fitri, M.S., (2014), Identifikasi jamur endofit dari tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxylon*). *SKRIPSI Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan*.
- Gandjar, I. "Pertumbuhan pada Fungi" dalam Indrawati Gandjar dan Wellyzar Sjamsuridjal, editor, (2006), *Mikologi Dasar dan Terapan*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Hanson, J.R, (2008), *The Chemistry of Fungi*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Herbowo dan Firmansyah, A., (2003), Diare akibat infeksi parasit, *Sari Pediatri* 4(4): 198-203.
- Hidayat, U., Sudarmin dan Siadi, K., (2012), Uji aktivitas senyawa hasil oksidasi kariofilena dengan KMnO_4 terhadap *Candida albicans*, *Indo. J. Chem. Sci.* 1(2): 175-179.
- Huang, W.Y., Cai, Y.Z., Hyde, K.D., dan Sun, M., (2008), Biodiversity of endophytic fungi associated with 29 traditional China medicinal plants, *Fungal Diversity*: 61-75.
- Idramsa, Soetarto, E.S., Nugroho, L.H., Pratiwi, R. dan Prasetya, E., (2015), Endophytic bacteria inducing antibacterial synthesis of the bark of Raru (*Cotylelobium melanoxylon*), *European Journal of Experimental Biology* 5(9): 20-26.
- IUCN, (2008), *IUCN Red List of Threatened Species*, *Cotylelobium melanoxylon* dapat dilihat di <http://www.iucnredlist.org/details/33070/0> diakses pada 6 April 2016.
- Kamiya, K., Harada, K., Tachida, H. dan Ashton, P.S. (2005), Phylogeny of *Pgic* gene in *Shorea* and its closely related genera (Dipterocarpaceae), the dominant trees in Southeast Asian Tropical Rain Forests, *American Journal of Botany* 92(5): 775-788.
- Kharkwal, A.C., Kharkwal, H., Sherameti, I., Oelmuller, R. dan Varma, A., (2008), Novel symbiotrophic endophytes, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* : 753-766.
- Kuleta, J.K., Kozik, M.R. dan Kozik, A., (2009), Fungi pathogenic to humans: molecular bases of virulence of *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans* and *Aspergillus fumigates*, *Acta Biochimica Polonica* 56(2): 211-224.

- Leepel, L.A., Hidayat, R., Puspitawati, R. dan Bahtiar, B.M., (2009), Efek penambahan glukosa pada saburoud dextrose broth terhadap pertumbuhan *Candida albicans* (uji *in vitro*), *Indonesian Journal of Dentistry* 16(1):58-63.
- Maria, G.L., Sridhar, K.R. dan Raviraja, N.S., (2005), Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of southwest coast of India, *Journal of Agricultural Tecnology*: 67-80.
- Muksin, R., Rosmini dan Panggeso, J., (2013), Uji antagonis *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah secara in-vitro, *E-J. Agrotekbis* 1(2): 140-144.
- Musavi, S.F. dan Balakrishnan, R.M., (2013), Biodiversity, antimicrobial potential, and phylogenetic placement of an endophytic *Fusarium oxysporum* NFX 06 isolated from *Nothapodytes foetida*, *Journal of Mycology* 2013: 1-10.
- Musavi, S.F. dan Balakrishnan, R.M., (2014), A study on the antimicrobial potentials of an endophytic fungus *Fusarium oxysporum* NFX 06, *Journal of Medical and Bioengineering* 3(3): 162-166.
- Nagrle, D.T., Gaikwad, A.P., Sharma, L., (2013), Morphological and cultural characterization of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler blight of gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex J.D. Hook), *Journal of Applied and Natural Science* 5(1): 171-178.
- Navarro-García, F., Sánchez, M., Nombela, C. dan Pla, J., (2001), Virulence genes in the pathogenic yeast *Candida albicans*, *FEMS Microbiology Reviews* 25: 245-268.
- Nasution, Y.P., (2015), Uji aktifungi isolate jamur endofit dari tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*) terhadap pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* dan *Penicillium citrinum*, *SKRIPSI Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan*.
- Née Pirtillä, A.M.M., (2001), Endophytes in the buds of scots pine (*Pinus sylvestris* L.), *Disertasi, Departements of Biology and Biochemistry University of Oulu, Oulu*.
- Neogon, (2011), Potato Dextrose Agar, *PI7149 Rev 4*, (dapat diakses di http://www.neogen.com/Acumentia/pdf/ProdInfo/7150_PI.pdf).

- Pasaribu, G., (2011), Aktivitas inhibisi alfa glukosidase pada beberapa jenis kulit kayu raru, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(1): 10-19.
- Pasaribu, G. dan Setyawati, T., (2011), Aktivitas antioksidan dan toksisitas ekstrak kulit kayu raru (*Cotylelobium* sp.), *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(4): 322-330.
- Pertami, S.D., Pancasiyanuar, M., Irasari, S.A., Rahardjo, M.B. dan Wasilah, (2013), *Lactobacillus acidophilus* probiotic inhibits the growth of *Candida albicans*. *Journal of Dentistry Indonesia* 20(3): 64-67.
- Pimentel, M.R., Molina, G., Dionísio, A.P., Junior, M.R.M. dan Pastore, G.M., (2010), The use of endophytes to obtain bioactive compounds and their application in biotransformation process, *Biotechnology Research International* 2011: 1-11.
- Prahatamaputra, A., (2009), Karakteristik jamur *Candida albicans* berbasis fermentasi karbohidrat pada air bak wc sekolah menengah di Kelurahan Alalak Utara, *Jurnal Wahana-Bio* II: 1-13.
- Pratiwi, E., Hasanah, U. dan Idramsyah, (2014), Pengaruh ekstrak jamur endofit dari tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxylon*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, Medan, 23 Agustus 2014.
- Qadri, M., Johri, S., Shah, B.A., Khajuria, A., Sidiq, T., Lattoo, S.K., Abidin M.Z. dan Riyaz-Ul-Hassan, S., (2013), Identification and bioactive potential of endophytic fungi isolated from selected plants of the Western Himalayas, *Springer Plus* 2(8): 1-14.
- Rachma, L.N., (2012), Daya antifungal dekok kayu manis (*Cinnamomum burmanni*) terhadap *Candida albicans* secara in vitro, *El-Hayah* 3(1): 29-34.
- Radji, M., (2005), Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal, *Majalah Ilmu Kefarmasian* II(3): 113-126.
- Roemer, T., Jiang, B., Davison, J., Ketela, T., Veillette, K., Breton, A., Tandia, F., Linteau, A., Sillaots, S., Marta, C., Martel, N., Veronneau, S., Lemieux, S., Kauffman, S., Becker, J., Storms, R., Boone, C. dan Bussey, H., (2003), Large-scale essential gene identification in *Candida albicans* and applications to antifungal drug discovery, *Molecular Microbiology* 50(1): 167-181.

- Rosenblueth, M. dan Romero E.M., (2006), Bacterial endophytes and their interactions with hosts, *Review Molecular Plant-Microbe Interactions (MPMI)* 19(8): 827–837.
- Saraswati, K., (2010), Aktivitas antijamur ekstrak etanol daun benalu cengkeh (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) terhadap *Candida albicans* dan *Trichophyton rubrum*, *SKRIPSI Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Surakarta.
- Selim KA, El-Beih AA, AbdEl-Rahman TM dan El-Diwany AI, (2012), Biology of endophytic fungi, *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 2(1): 31–82.
- Soemiati, A. dan Elya, B., (2002), Uji pendahuluan efek kombinasi antijamur infus daun sirih (*Piper betle* L.), kulit buah delima (*Punica granatum* L.), dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap jamur *Candida albicans*, *MAKARA, SERI SAINS*, 6(3): 149-154.
- Starr, C., Taggart, R., Evers, C. dan Starr, L., (2012), *Biologi, Kesatuan dan Keceragaman Makhluk Hidup, Edisi 12 Buku 1* (terjemahan Bahasa Indonesia oleh Yenny Prasaja), Salemba Teknika, Jakarta.
- Sternberg, S., (1994), The emerging fungal threat, *Science* 266(5191): 1632-1635.
- Strobel, G.A., (2003), Endophytes as sources of bioactive products, *Microbes and Infections* 5: 535-544.
- Strobel, (2006), Harnesting endophytes for industrial microbiology, *Current Opinion in Microbiology* 9: 240-244.
- Strobel, G. dan Daisy, B., (2003), Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products, *Microbial and Mol. Biology Reviews* 67(4): 491-502.
- Tan, R.X. dan Zon, W.X., (2001), Endophytes: a rich source of functional metabolites, *Nat. Prod. Rep.* 18: 448-459.
- Ting, A.S.Y., Meon, S., Kadir, J., Radu, S., dan Singh, G., (2008), Endophytic microorganism as potential growth promoters of banana, *Bio Control* 53: 541-553.
- Tomita, F., (2003), Endophytes in Southeast Asia and Japan: their taxonomic diversity and potential applications, *Fungal Diversity* 14: 187-204.

- Verma, V.J., Gond, S.K., Kumar, A., Mishra, A., Kharwar, R.N., dan Gange, A.C., (2009), Endophytic actinomycetes from *Azadirachta indica* A. Juss.: isolation, diversity, and anti-microbial activity, *Microbial Ecology* 57: 749-756.
- Visalakchi, S. dan Muthumary, J., (2010), Taxol (anticancer drug) producing endophytic fungi: An overview, *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 1(3): 1-9.
- Webster, J. dan Weber, R., (2007), *Introduction to Fungi, (Third Edition)*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yuwono, T., (2008), *Biologi Molekuler*, Erlangga, Jakarta.
- Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Shan, T., Zhong, L., Liu, X. dan Gao, X., (2010), Endophytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants, *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. 567-576.



Lampiran 1

Scan Surat Izin Penelitian


 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 Jl. Willem Iskandar Psr V – Kotak Pos No. 1589 Medan 20221 Telp. (061) 6625970
 Laman : www.fmipa.unimed.ac.id

Nomor : 150 /UN.33.4.1/DT/2016 Medan, 11 Juli 2016
 Lampiran : 1 Berkas Proposal Penelitian
 Perihal : Izin Penelitian

Kepada Yth. : Kepala Laboratorium Biologi FMIPA Unimed
 di
 Tempat

Dengan hormat, kami memohon bantuan Saudara/i untuk dapat memberikan izin melaksanakan penelitian kepada mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Jasman Fery Simanjuntak
 NIM : 4113220015
 Jurusan : Biologi
 Program Studi : Biologi
 Dosen Pembimbing : Dra. Uswatun Hasanah, M.Si.
 Judul Penelitian : Uji Aktivitas Antijamur *Candida albicans* oleh 32 Isolat Jamur Endofit Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxylon*).

Perlu diketahui bahwa penelitian ini dimaksudkan untuk penyusunan skripsi dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.) di FMIPA UNIMED.

Demikian kami sampaikan kepada Saudara, atas kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
 Wazli, Dekan Bidang Akademik,

 Prof. Dr. Herbert Sipahutar, M.S., M.Sc.
 NIP. 19600626 198710 1 001

Lampiran 2

Scan Surat Selesai Penelitian

 **LABORATORIUM BIOLOGI**
FMIPA UNIMED
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate Kotak Pos 1589 Medan 20221
Telp. (061) 6625970, 6618754, 6613319

Surat Keterangan
No : 0262/Lab.Bio/SK/XII/2016

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan menerangkan bahwa:

Nama : Jasman Fery Simanjuntak
NIM : 4113220015
Prodi : Biologi

adalah benar mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan.
dengan Judul **“Uji Aktivitas Antijamur *Candida albicans* oleh 32 Isolat Jamur Endofit Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxylon*).”**

terhitung mulai tanggal, 11 Juli 2016 s/d 17 Oktober 2016.
Demikian surat keterangan ini diperbuat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, 22 Desember 2016

 Wakil Dekan Bidang Akademik
FMIPA UNIMED
Prof. Dr. Herbert Sipahutar, M. S. M. Sc.
NIP. 19610626 198710 1 001

 Kepala Laboratorium Biologi
FMIPA UNIMED
Dra. Meida Nugrahalia, M. Sc.
NIP. 19620527 1997 03 2001

THE
Character Building
UNIVERSITY

Lampiran 3

Rata-rata Diameter Koloni *Candida albicans*

No	Jamur	Waktu (hsi)					
		2	3	4	5	6	7
1	Rsi-1	17,00	17,66	18,33	18,33	18,33	18,33
2	Rsi-2a	18,00	18,33	18,33	18,33	18,66	18,66
3	Rsi-2b	13,66	13,66	14,33	14,33	14,33	14,33
4	Rsi-3	17,66	19,00	20,66	21,66	21,66	22,00
5	Rsi-4	16,33	18,00	19,00	19,66	20,00	20,33
6	Rsi-5	15,33	16,00	17,66	19,33	20,00	20,00
7	Rsi-8	12,66	12,66	12,66	12,66	12,66	12,66
8	Rsi-10a	11,66	14,33	14,33	14,33	14,33	14,33
9	Rsi-10b	16,00	17,66	19,00	19,33	20,00	21,00
10	Rsi-11	15,33	17,00	18,33	19,33	20,00	20,66
11	Rsi-12	18,00	20,00	20,33	21,00	21,66	21,66
12	Rsi-13	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66
13	Rsi-14	14,66	15,00	15,66	15,66	15,66	15,66
14	Rsi-15	16,00	16,33	18,33	19,66	20,33	20,33
15	Rsi-16	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
16	Rsi-17	19,33	20,33	21,00	22,00	24,00	24,33
17	Rsi-18	14,33	17,00	18,33	19,33	20,66	20,66
18	Rsi-19	15,66	16,33	17,33	17,33	17,33	17,33
19	Rsi-20	16,66	19,00	21,33	21,66	22,66	23,33
20	Rsi-21	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
21	Rsi-23	16,33	18,33	20,66	21,66	22,00	22,66
22	Rsi-24	17,33	19,33	20,66	21,33	22,33	22,66
23	Rsi-25	14,66	15,66	16,00	16,00	16,00	16,33
24	Rsi-26	16,00	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33
25	Rsi-27	13,33	13,33	13,66	13,66	13,66	13,66
26	Rsi-28	16,33	19,00	20,33	20,33	21,00	21,66
27	Rsi-29	15,66	16,33	16,66	16,66	16,66	16,66
28	Rsi-30	16,66	18,66	20,33	21,33	21,33	22,00
29	Rsi-31	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66
30	Rsi-32	15,33	17,33	18,33	19,00	19,66	20,00
31	Rsi-33	15,00	17,66	19,00	19,33	21,00	21,33
32	Rsi-34	15,00	15,66	16,33	17,00	18,00	18,00
33	Kontrol	15,66	16,66	18,00	19,00	20,00	20,66

Lampiran 4

Laju Pertumbuhan Jamur

Di bawah ini tertera rumus untuk mengukur laju pertumbuhan jamur (Nagrare dkk., 2013).

$$GR = \frac{S}{T}$$

Dimana

GR = Growth rate atau laju pertumbuhan (mm hr^{-1})

S = Koloni jamur (mm)

T = Waktu (hrs)

Oleh karena pengukuran koloni jamur dilakukan berjenjang hari maka satuan GR menjadi mm d^{-1} dan T menjadi d .

Mengukur laju pertumbuhan *Candida albicans*.

Kontrol

Catatan: Data diperoleh dari Lampiran 1.

GR 2-3 hsi

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = 1.00 \text{ mm d}^{-1}$$

$$GR = 1.00 \text{ mm d}^{-1}$$

GR 5-6 hsi

GR 3-4 hsi

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = 1.00 \text{ mm d}^{-1}$$

$$GR = 1.34 \text{ mm d}^{-1}$$

GR 6-7 hsi

GR 4-5 hsi

$$GR = \frac{S}{T}$$

$$GR = \frac{\dots}{\dots}$$

$$GR = 0.66 \text{ mm d}^{-1}$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan *Candida albicans* terbesar yakni pada hari ke-3-4 setelah inkubasi. Maka perhitungan laju pertumbuhan *Candida albicans* pada *dual culture method* difokuskan pada hari ke-3-4 saja. *Dual culture method* juga difokuskan pada dua saja, yakni jamur endofit yang berdaya hambat terkecil (Rsi-4) dan terkuat (Rsi-8).

Rsi-4

GR 3-4 hsi

$$GR = \frac{\dots}{\dots}$$

$$GR = \frac{\dots}{\dots}$$

$$GR = 1.00 \text{ mm d}^{-1}$$

Rsi-8

GR 3-4 hsi

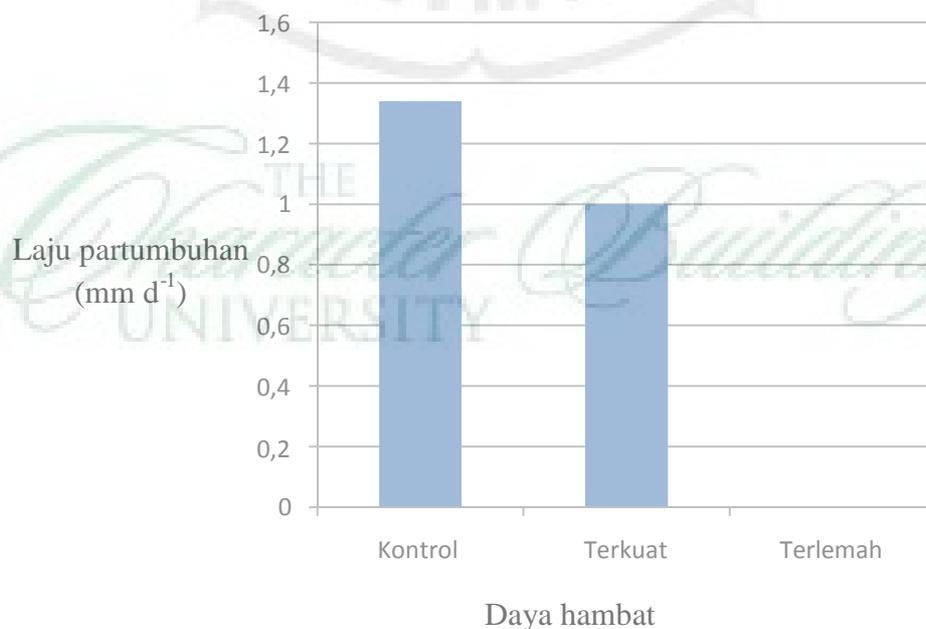
$$GR = \frac{\dots}{\dots}$$

$$GR = \frac{\dots}{\dots}$$

$$GR = 0.00 \text{ mm d}^{-1}$$

Di bawah ini grafik perbandingan laju pertumbuhan *Candida albicans* pada kontrol, berdaya hambat terkuat, dan berdaya hambat terlemah.

Grafik Perbandingan Laju Pertumbuhan *Candida albicans*



Lampiran 5

Beberapa Dokumentasi Selama Penelitian



Pemanasan media PDA



Menanam jamur



Di ruang steril bersama dosen pembimbing



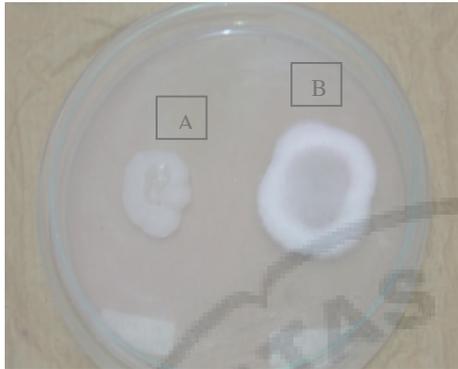
Beberapa peralatan dalam penelitian



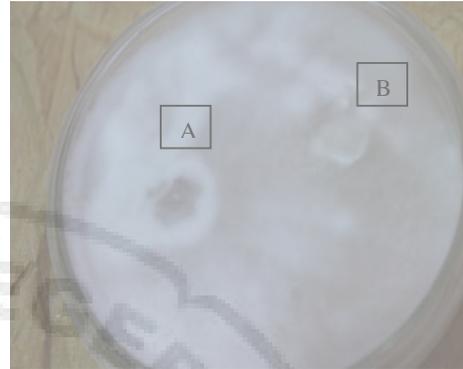
Peremajaan jamur



Proses inkubasi/menumbuhkan



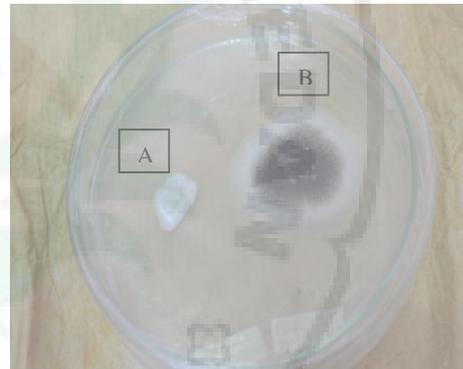
C. albicans (A) dan Rsi-20 (B) /7 hsi



Rsi-10a (A) dan *C. albicans* (B)/4 hsi



Rsi-11 (A) dan *C. albicans*(B)/4 hsi



C. albicans (A) dan Rsi-18 (B) /2 hsi



Rsi-30 (A) dan *C. albicans* (B) /6 hsi



C. albicans saat 7 hsi