

**DAYA HAMBAT EKSTRAK TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*)
TERHADAP PERTUMBUHAN *CANDIDA ALBICANS***

(Penelitian Eksperimental Laboratoris)

SKRIPSI



Oleh:

IKA RHISTY CENDANA SARI
NIM : 020610086

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**DAYA HAMBAT EKSTRAK TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*)
TERHADAP PERTUMBUHAN *CANDIDA ALBICANS*
(Penelitian Eksperimental Laboratoris)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Dokter Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga Surabaya

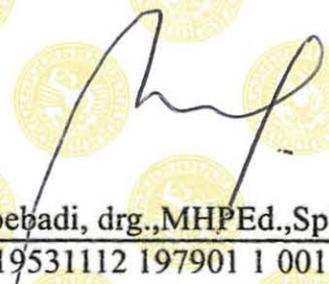
Oleh:

IKA RHISTY CENDANA SARI
NIM : 020610086

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Serta


(Bagus Soebadi, drg.,MHPEd.,SpPM)
NIP. 19531112 197901 1 001


(Dr. Iwan Hernawan, drg.,MS.,SpPM)
NIP. 19530611 198002 1 002

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA
2011**

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan berkat dan bimbingan-Nyalah maka Skripsi yang berjudul **“DAYA HAMBAT EKSTRAK TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) TERHADAP PERTUMBUHAN *CANDIDA ALBICANS* (Penelitian Eksperimental Laboratoris)”** ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Penyusunan skripsi ini tak lepas dari dukungan dan bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Coen Pramono D.,drg., SU., SpBM (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
2. Bagus Soebadi, drg., MHPEd, Sp.PM selaku Ketua Departemen Ilmu Penyakit Mulut sekaligus dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, arahan serta dukungan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Dr. Iwan Hernawan, drg., MS., Sp.PM selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, arahan serta dukungan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Dr.Diah Savitri Ernawati, drg., M.Si., Sp.PM., Kus Harijanti drg., M.Kes., Sp.PM., dan Hening Tuti Hendari, drg., M.S., Sp.PM., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun.
5. Ananta Tantri Budi, drg., M.Kes., Sp.KG., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan dorongan dan dukungan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.

6. Kedua Orang tua tercinta, Dr. T. Kuncoro, Drs., M.Si., dan Sugiarmi, Dra., yang telah banyak memberikan dukungan, perhatian, doa, dan semua yang terbaik bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Adik tercinta, Satrio Agi Nugraha yang telah memberikan dukungan dan semangat.
8. Sahabat dan teman-teman FKG angkatan 2006, Oktadiani, Aldila, Nungki, Jeanny, Sari, Deasy, Dinta, Iie', Titis, serta kakak kelas dan adik kelas yang ikut mendukung terselesaikannya skripsi ini.
9. Mas Eta dan Mbak Nur yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian laboratoris skripsi ini.
10. Pak Choirul dan Pak Nurlaekan yang telah membantu dalam persiapan sidang proposal dan sidang skripsi.
11. Serta pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyelesaian makalah ini.

Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang kiranya dapat membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Demikian makalah ini disusun, semoga dapat bermanfaat dan menjadi sumbangan yang berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 31 Januari 2011

Penulis

DAYA HAMBAT EKSTRAK TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) TERHADAP PERTUMBUHAN *CANDIDA ALBICANS* (Penelitian Eksperimental Laboratoris)

{INHIBITION EFFECT OF TEMULAWAK EXTRACT (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) TOWARDS THE GROWTH OF *CANDIDA ALBICANS* (Experimental Laboratory Research)}

ABSTRACT

Background. Oral Candidiasis (OC) is a common opportunistic oral mycotic infection. OC pathogenicity is caused by overgrowth of *Candida albicans*. *Candida albicans* is a comensal organism residing in the oral cavity in a majority of healthy person. Transformation from a state of commensalism to that of a pathogen related to local systemic factor. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) is an Indonesian medicinal herb that has an antifungal effect by it's active content named xanthorrhizol. **Purpose.** The aim of this study was to account inhibition effect of temulawak extract towards *Candida albicans*'s growth. **Methods.** This research used culture stock of *Candida albicans* that was incubated in sabouraud dextrose medium. Temulawak extract was diluted into the different concentration: 1%, 2%, 4%, and 8%. The extract was placed into the *Candida albicans*'s colony, therefore it was planted into Sabouraud dextrose liquid. After 24 hours incubation with a petridish in a 37°C temperature, the colony count would be measured and compared with control (+) and control (-). After the first experimental was done, this research used the same method in another concentration, that was got from dilution series, therefore 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, and 1,5%. From that second experimental, the range of concentration that used to be the third experimental was between 50% until 100%. And this research used temulawak extract in any concentration : 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, and 100% as the third experimental with the same method. **Results.** Temulawak extract in any concentration : 1%, 2%, 4%, and 8% did not effective to inhibit the growthness of *Candida albicans*. It could inhibit the growth in 80% concentration of temulawak extract as a minimum inhibitory concentration. **Conclusion :** Temulawak extract has an inhibition effect particulary in a concentration of 80% towards growth of *Candida albicans* based on the certain stored and rhizome age.

Keywords : *Candida albicans*, Temulawak, xanthorrhizol, antifungal.

DAFTAR ISI

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

| | | |
|-------------------|--|------|
| HALAMAN JUDUL | | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | | ii |
| KATA PENGANTAR | | iii |
| ABSTRACT | | v |
| DAFTAR ISI | | vi |
| DAFTAR GAMBAR | | viii |
| DAFTAR TABEL | | ix |
| BAB 1 | PENDAHULUAN | |
| 1.1 | Latar belakang | 1 |
| 1.2 | Rumusan masalah | 3 |
| 1.3 | Tujuan penelitian | |
| 1.3.1 | Tujuan khusus | 3 |
| 1.3.2 | Tujuan umum | 3 |
| 1.4 | Manfaat penelitian | 3 |
| BAB 2 | TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 | <i>Candidiasis</i> | |
| 2.1.1 | Pengertian umum | 5 |
| 2.1.2 | Penyebab <i>candidiasis</i> | 6 |
| 2.1.3 | <i>Oral candidosis</i> | 6 |
| 2.2 | <i>Candida albicans</i> | |
| 2.2.1 | Klasifikasi dan pengertian umum | 8 |
| 2.2.2 | Morfologi <i>Candida albicans</i> | 10 |
| 2.2.3 | Patogenesis <i>Candida albicans</i> pada <i>Oral candidiasis</i> | 12 |
| 2.3 | Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.) | |
| 2.3.1 | Definisi | 14 |
| 2.3.2 | Morfologi tanaman | 16 |
| 2.3.3 | Anatomi mikroskopis dan makroskopis | 18 |
| 2.3.4 | Kandungan aktif temulawak dan manfaatnya | 19 |
| 2.3.5 | Pengaruh temulawak sebagai antijamur | 23 |

| | | |
|------------------------|--|-----------|
| BAB 3 | KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS | 25 |
| BAB 4 | METODOLOGI PENELITIAN | |
| 4.1 | Rancangan penelitian | 27 |
| 4.2 | Populasi dan sampel penelitian | 27 |
| 4.3 | Besar sampel penelitian | 27 |
| 4.4 | Variabel penelitian | |
| 4.4.1 | Variabel bebas | 28 |
| 4.4.2 | Variabel terikat | 28 |
| 4.4.3 | Variabel kendali | 29 |
| 4.5 | Definisi operasional | 29 |
| 4.6 | Unit analisis | 30 |
| 4.7 | Waktu dan tempat penelitian | 30 |
| 4.8 | Alat dan bahan | |
| 4.8.1 | Alat | 31 |
| 4.8.2 | Bahan | 31 |
| 4.9 | Prosedur penelitian | |
| 4.9.1 | Tahap persiapan | 32 |
| 4.9.2 | Prosedur pelaksanaan penelitian | 33 |
| 4.10 | Analisis data | 34 |
| Alur Penelitian | | 35 |
| BAB 5 | HASIL PENELITIAN | 38 |
| BAB 6 | PEMBAHASAN | 46 |
| BAB 7 | PENUTUP | |
| 7.1 | Kesimpulan | 50 |
| 7.2 | Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 51 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar 2.1 : | Morfologi mikroskopik <i>Candida albicans</i> | 10 |
| Gambar 2.2 : | Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza Roxb.</i>) | 15 |
| Gambar 2.3 : | Bentuk kimia kandungan aktif <i>Curcuma xanthorrhiza Roxb.</i> | 22 |
| Gambar 5.1: | Tabung berisi koloni <i>Candida albicans</i> dan ekstrak temulawak 100%, 50%, 25 %, 12,5 %, 6,25 %, 3,125%, dan 1,5% pada penelitian II | 38 |
| Gambar 5.2: | Penanaman koloni <i>Candida albicans</i> pada media SDA pada penelitian II | 39 |
| Gambar 5.3 : | Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada konsentrasi 50 % pada penelitian III | 39 |
| Gambar 5.4 : | Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada konsentrasi 60 % pada penelitian III | 40 |
| Gambar 5.5 : | Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada konsentrasi 70 % pada penelitian III | 40 |
| Gambar 5.6 : | Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada konsentrasi 80 % pada penelitian III | 40 |
| Gambar 5.7 : | Pertumbuhan <i>Candida albicans</i> pada konsentrasi 90 % pada penelitian III | 41 |
| Gambar 5.8 : | Pertumbuhan koloni <i>Candida albicans</i> pada kontrol (-) | 41 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabel 2.1 : | Kandungan minyak atsiri rimpang temulawak | 21 |
| Tabel 5.1 : | Rerata dan standar deviasi jumlah koloni pada kelompok penelitian III | 42 |
| Tabel 5.2 : | Nilai signifikansi hasil uji normalitas <i>Kolmogorov Smirnov</i> pada kelompok penelitian III | 43 |
| Tabel 5.3: | Hasil uji beda nilai kekerasan permukaan antara masing-masing kelompok konsentrasi dengan uji <i>Independent T-test</i> pada penelitian III | 44 |

BAB 1
PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Masalah kedokteran gigi tidak hanya membahas gigi geligi tetapi juga jaringan lunak rongga mulut. Salah satu flora normal rongga mulut yang dapat menyebabkan timbulnya lesi patogen pada jaringan lunak rongga mulut adalah *Candida albicans*. *C.albicans* adalah fungi patogen oportunistik yang dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia. *C.albicans* dapat mengenai mulut, vagina, kulit, kuku, limpa, liver, otak, paru-paru, dan kadang dapat menyebabkan sepsitemia, endokarditis, dan meningitis. (Cawson dan Odell, 2002; Djuanda et al, 2005).

Mekanisme infeksi *C.albicans* sangat kompleks, termasuk adesi dan invasi, perubahan morfologi dari bentuk sel ragi ke bentuk filamen (hifa), pembentukan biofilm, dan perlawanan terhadap sel imunitas *host*. Perubahan fenotip menjadi bentuk filamen memungkinkan *C.albicans* untuk berkolonisasi dan melakukan penetrasi ke epitel untuk kemudian terlibat dalam proses infeksi serta menimbulkan peradangan dan penyebaran *C.albicans* pada sel *host*. *C.albicans* juga dapat membentuk biofilm yang terlibat dalam penyerangan sel *host* dan berhubungan dengan resistensi terhadap antifungi. Dengan memahami mekanisme infeksi *C.albicans*, akan membantu dalam diagnosis laboratorium dan terapi terhadap *C.albicans*. (Winasa, 1994).

Infeksi *C.albicans* pada rongga mulut dapat terjadi bila jumlahnya melebihi dari batas normal sehingga timbul suatu kelainan rongga mulut yang

dapat disebut sebagai *oral candidiasis* (OC), yang dapat bersifat akut maupun kronis. Dewasa ini dilakukan berbagai usaha untuk menanggulangi infeksi *C.albicans* di rongga mulut, antara lain dengan diberikannya obat anti jamur, seperti Nistatin, Klotrimazol, Flukonazol, dan Itrakonazol . Pada rongga mulut, pemberian Nistatin secara topikal dapat secara efektif mengobati infeksi *C.albicans*. Selain obat berbahan dasar kimiawi, kini dikembangkan pula alternatif pengobatan secara tradisional, yaitu menggunakan tanaman herbal. Penggunaan tanaman herbal untuk penanggulangan infeksi *C.albicans* di rongga mulut, dapat dianjurkan sebagai alternatif karena bahan bakunya mudah didapat, dan harganya lebih terjangkau.

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) sebagai tanaman herbal dapat pula digunakan untuk penanggulangan infeksi dari *C.albicans*. Temulawak telah lama diketahui mengandung senyawa kimia yang mempunyai keaktifan fisiologi, yaitu minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki bau dan rasa yang khas serta memberikan efek antibakteri dan antifungi melalui kandungan *xanthorrhizol*. Sebagai antibakteri dan antifungal, senyawa *xanthorrhizol* bergabung dengan kurkuminoid. Kandungan kurkuminoid, dalam temulawak 1-2%, sedangkan untuk minyak atsiri pada rimpang temulawak 3-12%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, daya anti bakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari temulawak cukup kuat dan dapat mencapai derajat sensitif pada konsentrasi 8% ekstrak (Sjamsuhidajat, 1992; Laksmi, 2007; Purnomowati, 2009).

Kandungan *xanthorrhizol* pada temulawak dilaporkan mampu memberikan efek antijamur terhadap spesies *Candida*. Dilaporkan pula bahwa

ekstrak temulawak secara *in vitro* dapat menghambat pertumbuhan jamur seperti *Microsporium gypseum*, *Microsporium canis*, dan *Trichophyton violaceum*. Hal tersebut melatarbelakangi adanya penelitian lebih lanjut mengenai manfaat ekstrak temulawak sebagai obat herbal terhadap daya hambat pertumbuhan *C.albicans*. (Rukayadi, et al, 2006)

1.2 Rumusan masalah

Apakah ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Candida albicans*?

1.3 Tujuan penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Membuktikan adanya daya hambat ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) terhadap pertumbuhan *Candida albicans*.

1.3.2 Tujuan khusus

Mengetahui konsentrasi ekstrak temulawak yang memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan *Candida albicans*.

1.4 Manfaat penelitian

- Memberikan informasi mengenai kegunaan tanaman herbal berupa ekstrak temulawak sebagai obat alternatif dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* yang sering bermanifestasi pada rongga mulut sebagai *oral candidiasis*.

- **Adanya upaya pemanfaatan lebih lanjut terhadap kegunaan temulawak di masyarakat luas.**

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Candidiasis*

2.1.1 Pengertian umum

Candidiasis adalah penyakit jamur, yang bersifat akut atau subakut, yang disebabkan oleh anggota genus *Candida*, yaitu terutama *Candida albicans* dan dapat mengenai mulut, vagina, kulit, kuku, bronki, atau paru, serta menyebabkan septikemia, endokarditis, atau meningitis. *Candidiasis* merupakan infeksi jamur yang paling sering terjadi di dalam rongga mulut. (Marsh dan Martin, 1999; Neville et al, 2002; Djuanda et al, 2005)

Infeksi *Candida* pertama kali didapatkan di dalam mulut sebagai *thrush* yang dilaporkan oleh Francois valleix (1836). Langerbach (1839) menemukan jamur penyebab *thrush*, kemudian Berhout (1923) memberi nama organisme tersebut sebagai *Candida*.(Djuanda, et al, 2005)

Nama lain dari *Candidiasis* adalah *candidosis*, *dermatocandidiasis*, *bronchomycosis*, *mycotic vulvovaginitis*, *muguet*, dan *moniliasis*. Istilah *Candidiasis* banyak digunakan di Amerika, sedangkan di Kanada, dan negara-negara di Eropa seperti Italia, Perancis, dan Inggris menggunakan istilah *Candidosis*, konsisten dengan akhiran *-osis* seperti pada *histoplasmosis* dan lain – lain. (Brown, 2005)

Penyakit ini terdapat di seluruh dunia, dapat menyerang semua umur terutama bayi dan orang tua, baik pria maupun wanita. Jamur penyebabnya terdapat pada orang sehat sebagai saprofit. Memiliki gambaran klinis bervariasi

dan belum ada data mengenai prevalensi dari variasi tersebut. (Neville et al, 2002; Djuanda et al, 2005)

2.1.2 Penyebab *candidiasis*

Candidiasis disebabkan oleh genus *Candida*. Genus *Candida* merupakan sel ragi uniseluler yang termasuk ke dalam *fungi imperfecti* atau *Deuteromycota*, kelas *Blastomycetes* yang memperbanyak diri dengan cara bertunas, famili *Cryptococcaceae*. Genus ini terdiri lebih dari 80 spesies, yang paling patogen adalah *Candida albicans* (*C.albicans*) diikuti berturutan dengan *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida kefyr*, *Candida guilliermondii* dan *Candida krusei*. (Field dan Longman, 2003; Scully, 2004)

Candida parapsilosis menyebabkan endokarditis *candidiasis* dan *Candida tropicalis* menyebabkan septikemia *candidiasis*. Yang tersering sebagai penyebab *Candidiasis* ialah *Candida albicans* yang dapat diisolasi dari kulit, mulut, selaput mukosa vagina, dan feses orang normal. (Djuanda et al, 2005; Prasetyo, 2008).

2.1.3 Oral *Candidiasis* (OC)

Candidiasis di rongga mulut disebut juga sebagai *oral candidiasis* (OC) atau *oral candidosis*. *Candidiasis* di rongga mulut ada beberapa tipe. Yang sering terjadi adalah *Candidiasis pseudomembranosa* akut dan *Candidiasis* yang berkaitan dengan penggunaan gigi palsu (dinamakan *Denture stomatitis*). Pada tipe pertama, mulut tampak tertutup lapisan lunak berwarna putih. Lapisan putih ini menyerupai tumpahan susu atau kepala susu. Apabila dikerok, lapisan putih ini dapat hilang dan di bawahnya akan didapati area yang berwarna kemerahan atau

dapat juga berdarah. *Candidiasis* tipe ini sering kali berkaitan dengan penggunaan obat-obatan jenis antibiotika, steroid, dan pada penderita dengan kondisi mulut kering. Diketahui bahwa, tempat koloni utama dari koloni *C.albicans* dalam rongga mulut adalah di posterior dorsum lidah. (Scully, 2004; Suprihatin, 2009)

OC utamanya disebabkan oleh spesies *C. albicans* yang menjadi flora normal rongga mulut namun mampu menyebabkan infeksi oportunistik pada keadaan tertentu. OC dapat terjadi ketika sistem imun seseorang menurun, contohnya pada orang dengan HIV/AIDS, orang yang menerima radioterapi, dan penderita *Diabetes Mellitus*. Selain itu OC juga dapat ditemukan pada penderita *xerostomia* (mulut kering) dan penderita penyakit sistemik yang berhubungan dengan kelainan darah, seperti anemia (*iron deficiency*), megaloblastik anemia, dan leukemia akut. (Soames dan Southam, 1998; Scully, 2004)

Infeksi OC juga memiliki faktor predisposisi berupa faktor lokal, antara lain adanya trauma mukosa, pemakaian *denture* (gigi tiruan), higienitas *denture* yang kurang baik, perokok berat, dan pelaku diet tinggi karbohidrat. Selain itu, faktor usia juga dapat meningkatkan timbulnya penyakit ini, seperti pada neonatus dan pada usia lanjut. Pemakaian obat-obatan juga dapat menjadi pemicu, misalnya penggunaan antibiotik *broad-spectrum* (spektrum luas), immunosupresan, serta steroid lokal dan sistemik. (Soames dan Southam, 1998)

OC diklsifikasikan menjadi dua kelompok,

Kelompok 1 : *Candidiasis* pada mukosa oral:

Akut

- *Acute pseudomembranous candidiasis (thrush)*
- *Acute Atrophic (erythematous) candidiasis*

Kronis

- *Chronic atrophic candidiasis (denture stomatitis)*
- *Candida-associated angular cheilitis*
- *Chronic hyperplastic candidiasis (candidal leukoplakia)*

Kelompok 2 : Manifestasi pada mukokutan:

- *Chronic mucocutaneous candidiasis*

(Soames dan Southam, 1998; Regezi et al, 2003)

2.2 *Candida albicans*

2.2.1 Klasifikasi dan pengertian umum

Spesies : *Candida albicans (C.albicans)*

Genus : *Candida*

Subfamili : *Candidodea*

Famili : *Cryptococcaceae*

Ordo : *Moniliales*

Kelas : *Blastomycetes*

Subdivisio : *Fungi*

Divisi : *Deuteromycetes*

Candida albicans (C.albicans) adalah fungi patogen oportunistik yang menyebabkan berbagai penyakit pada manusia. *C.albicans* dapat mengenai mulut, vagina, kulit, kuku, limpa, liver, otak, paru-paru, dan kadang dapat menyebabkan septikemia, endokarditis, dan meningitis. *C. albicans* merupakan flora normal

pada beberapa selaput mukosa dalam tubuh yang bersifat oportunistik, sehingga dalam keadaan tertentu dapat menjadi patogen.

(Winasa, 1994; Soenartyo, 2000).

C.albicans dapat ditemukan sebagai mikroorganisme yang menetap di dalam saluran yang berhubungan dengan lingkungan luar manusia (rektum, vagina, dan rongga mulut). Prevalensi infeksi *C.albicans* pada manusia dihubungkan dengan penurunan kekebalan tubuh, sehingga invasi dapat terjadi. Meningkatnya prevalensi infeksi *C.albicans* dihubungkan dengan kelompok penderita dengan gangguan sistem imunitas seperti pada penderita AIDS, penderita yang menjalani transplantasi organ dan kemoterapi antimaligna. Selain itu makin meningkatnya tindakan invasif, seperti penggunaan kateter dan jarum infus sering dihubungkan dengan terjadinya invasi *C.albicans* ke dalam jaringan. (Tjampakasari, 2006)

C.albicans merupakan mikroorganisme yang normal dijumpai di rongga mulut. Dalam rongga mulut 30% - 50% populasi orang sehat dijumpai *C.albicans* tanpa adanya keterangan adanya infeksi secara klinis. Biasanya *C.albicans* sering ditemukan di permukaan lidah bagian belakang. *C.albicans* lebih sering ditemukan pada jenis kelamin wanita, pemilik golongan darah O, pengonsumsi diet tinggi karbohidrat, penderita *Xerostomia* (mulut kering), Pengguna obat antibiotika spektrum luas, pemakai gigi palsu, perokok, pasien dengan gangguan pertahanan tubuh, dan pasien yang sedang menjalani rawat inap. (Soames dan Southam, 1998; Neville et al, 2002).

2.2.2 Morfologi *Candida albicans*

C. albicans memiliki bentukan sebagai *yeast*. *Yeast* merupakan fungi mikroskopis bersel tunggal yang bereproduksi secara vegetatif dengan membentuk sejenis kuncup (*budding*). Beberapa jenis *yeast*, termasuk *C. albicans*, memiliki sifat *dimorphic*. Bentuk *yeast* dari organisme ini dipercaya tidak bersifat merusak, namun pada bentukan hifa biasanya berasosiasi dengan adanya invasi pada jaringan *host*. Ketika berada di alam ia akan tumbuh sebagai miselium dan ketika berada di dalam tubuh ia akan tumbuh sebagai *yeast* yang bereproduksi dengan membentuk *budding*. (Neville et al, 2002)



Gambar 2..1: morfologi mikroskopik *Candida albicans* (McGinnis, 2000)

C. albicans merupakan jamur dimorfik karena kemampuannya untuk tumbuh dalam dua bentuk yang berbeda, yaitu sebagai sel tunas yang akan berkembang menjadi blastospora, dan sebagai kecambah yang akan membentuk hifa semu. Perbedaan bentuk ini tergantung pada faktor eksternal yang mempengaruhinya. Sel ragi (blastospora) berbentuk bulat, lonjong atau bulat

lonjong dengan ukuran $2-5 \mu \times 3-6 \mu$ hingga $2-5,5 \mu \times 5-28 \mu$. (Tjampakasari, 2006)

C.albicans memperbanyak diri dengan membentuk tunas yang akan terus memanjang membentuk hifa semu. Hifa semu terbentuk dengan banyak kelompok blastospora berbentuk bulat atau lonjong di sekitar septum. Pada beberapa *strain*, blastospora berukuran besar, berbentuk bulat atau seperti botol, dalam jumlah sedikit. Sel ini dapat berkembang menjadi klamidospora yang ber dinding tebal dan bergaris tengah sekitar $8-12 \mu$. Morfologi koloni *C.albicans* pada medium padat agar *Sabouraud Dextrose*, umumnya berbentuk bulat dengan permukaan sedikit cembung, halus, licin dan kadang-kadang sedikit berlipat-lipat terutama pada koloni yang telah tua. Umurnya biakan mempengaruhi besar kecil koloni. Warna koloni putih kekuningan dan berbau asam seperti aroma tape. Jamur ini juga merupakan organisme anaerob fakultatif yang mampu melakukan metabolisme sel, baik dalam suasana anaerob maupun aerob. Proses peragian (fermentasi) pada *C.albicans* dilakukan dalam suasana aerob dan anaerob. Pada reaksi fermentasi karbohidrat, *C.albicans* akan meragikan glukosa dan maltosa, menghasilkan asam dan gas, menghasilkan asam dari sukrosa dan tidak sama dengan bila bereaksi dengan laktosa. Fermentasi karbohidrat ini, bersama-sama dengan sifat dan morfologi koloni, membedakan *C.albicans* dari spesies *Candida* lainnya. Pada media *Sabouraud Dextrose* yang dipakai, *C.albicans* dapat tumbuh pada suhu kamar atau 37°C . (Brooks,1996; Tjampakasari, 2006)

C.albicans secara alami dapat ditemukan di dalam membran mukosa mulut dan juga di dalam vagina. Keberadaannya di dalam tubuh manusia ini

dikenal dengan istilah flora normal. Sebagai flora normal, *C.albicans* tidak hidup sendirian melainkan hidup bersama dengan beberapa mikroorganisme lainnya.

2.2.3 Patogenesis *Candida albicans* pada Oral Candidiasis

Dalam rongga mulut terdapat mikroorganisme, diantaranya jamur *C.albicans* sebagai flora normal dalam rongga mulut. Jumlah yang terdapat pada rongga mulut sehat pada konsentrasi rendah adalah sekitar 200-500 sel per millimeter saliva. Banyak faktor predisposisi, baik lokal maupun sistemik yang dapat mengganggu keseimbangan tubuh orang yang sehat sehingga menyebabkan pertumbuhan *C.albicans* yang berlebihan. Manifestasi *C.albicans* di rongga mulut yang menimbulkan infeksi tergantung pada 3 faktor, yaitu kondisi imunitas *host*, keadaan lingkungan mukosa oral, serta jumlah *strain* dari *C.albicans*. (Neville et al, 2002; Lynch et al, 2008).

Prevalensi *C.albicans* pada mulut sehat berkisar 3-48 persen, sedangkan pada pemakai gigi palsu yang sehat berkisar 40 persen. Tingkat prevalensi *C.albicans* serta perubahan sifat dari keadaan normal menjadi patologi disebabkan kesehatan mulut yang buruk, *hypoproteinemia* (kekurangan protein), dan imunitas tubuh turun.

Infeksi jamur yang dapat disebabkan oleh *C.albicans* di dalam mulut utamanya dapat bermanifestasi menjadi *Thrush*. *Thrush* merupakan bercak berwarna putih menempel pada lidah dan pinggiran mulut, sering menimbulkan nyeri. Bercak ini dapat dikerok dengan mudah. *Thrush* pada usia dewasa menjadi pertanda adanya gangguan kekebalan, contohnya akibat *diabetes mellitus* atau



AIDS. Pemakaian antibiotik yang membunuh bakteri sebagai kompetitor jamur, akan meningkatkan kemungkinan terjadinya *Thrush*. (Neville, et al, 2002)

Perlèche merupakan suatu infeksi jamur yang dapat disebabkan oleh *C.albicans* yang terletak di sudut mulut, yang menyebabkan retakan dan sayatan kecil (fisura). Manifestasi ini bisa berasal dari gigi palsu yang letaknya bergeser dan menyebabkan kelembaban di sudut mulut sehingga tumbuh jamur dan terjadi pada sekitar 30% pasien dengan *denture stomatitis*. (Soames dan Southam, 1998)

Mekanisme infeksi *C.albicans* sangat kompleks, termasuk adesi dan invasi, perubahan morfologi dari bentuk sel ragi ke bentuk hifa (filamen), pembentukan biofilm, dan perlawanan terhadap sel imunitas *host*. Perubahan fenotip menjadi bentuk filamen memungkinkan *C.albicans* untuk berkolonisasi dan melakukan penetrasi ke epitel untuk kemudian terlibat dalam proses infeksi serta menimbulkan peradangan dan penyebaran *C.albicans* pada sel *host*. *C.albicans* juga dapat membentuk biofilm yang terlibat dalam penyerangan sel *host* dan berhubungan dengan resistensi terhadap antifungi. (Winasa, 1994)

Menempelnya mikroorganisme dalam jaringan sel *host* menjadi syarat mutlak untuk berkembangnya infeksi. Secara umum diketahui bahwa interaksi antara mikroorganisme dan sel *host* diperantarai oleh komponen spesifik dari dinding sel mikroorganisme, adesi dan reseptor. Dinding sel pada *C.albicans* berfungsi sebagai pelindung, bersifat antigenik, dan berperan pada proses kolonisasi. Dinding sel *C.albicans* memiliki struktur yang kompleks, dengan ketebalan 100-400 nm. Komposisi primer dinding sel tersebut terdiri dari glukana, manan, dan khitin. Struktur mayor dinding sel berupa *beta-glucans* memiliki fungsi osmosis, degradasi, pengamanan terhadap antifungi, dan mempertahankan

integritas dinding sel. Manan dan manoprotein merupakan molekul-molekul *C.albicans* berjumlah 15,2-30%, yang mempunyai aktifitas adesif. Khitin, komponen kecil berjumlah 0,6-9% dari keseluruhan dinding sel yang terdapat pada *C.albicans*, juga berperan dalam aktifitas adesif. Setelah terjadi proses perlekatan, *C.albicans* berpenetrasi ke dalam sel epitel mukosa. Dalam hal ini enzim yang berperan adalah *aminopeptidase* dan asam *fosfatase*. Bagian *fibrillar layer* pada *C.albicans* juga berperan didalam perlekatan dan fagositosis. Apa yang terjadi setelah proses penetrasi tergantung dari keadaan imun dari *host*. (Sherperd 1990; Tjampakasari, 2006)

Diketahui bahwa bentuk blastospora diperlukan untuk memulai suatu lesi pada jaringan. Sesudah terjadi lesi, dibentuk hifa yang melakukan invasi. Dengan proses tersebut terjadilah reaksi radang. Pada *Candidiasis* akut biasanya hanya terdapat blastospora, sedang pada tahap menahun didapatkan miselium. *Candidiasis* pada fase awal biasanya hanya mengandung blastospora yang berjumlah besar, pada stadium lanjut tampak hifa. (Tjampakasari, 2006)

2.3 Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

| | |
|-------------------|--------------------------|
| <i>Kingdom</i> | : <i>Plantae</i> |
| <i>Divisi</i> | : <i>Spermatophyta</i> |
| <i>Sub Divisi</i> | : <i>Angiospermae</i> |
| <i>Kelas</i> | : <i>Monocotyledonae</i> |
| <i>Ordo</i> | : <i>Zingiberales</i> |
| <i>Famili</i> | : <i>Zingiberaceae</i> |
| <i>Genus</i> | : <i>Curcuma</i> |

Species : *Curcuma xanthorrhiza* ROXB

Lokasi dijumpai: India, Selatan China, Afrika dan Asia



Gambar 2.2 : Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) (Depkes R.I, 2000)

2.3.1 Definisi

Temulawak yang merupakan famili *Zingiberaceae*, mengandung minyak atsiri dan kurkuminoid. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) banyak ditemukan di hutan daerah tropis. Temulawak juga berkembang biak di tanah tegalan sekitar pemukiman, terutama pada tanah gembur, sehingga buah rimpangnya mudah berkembang menjadi besar. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) adalah tanaman asli Indonesia yang mengandung kurkuminoid dan minyak atsiri yang berkhasiat untuk menjaga kesehatan dari berbagai penyakit. Di Jawa Barat, rimpang temulawak lebih dikenal sebagai "Koneng Gede" dan dikatakan jauh lebih berkhasiat dari ginseng.

Tingkat adaptasinya cukup tinggi, dimana temulawak dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan setinggi 1500 – 400 mm setahun, di berbagai macam jenis tanah pada ketinggian 5 – 1500 meter di atas permukaan laut. Tumbuhan ini

hampir menyerupai kunyit, mempunyai bau yang wangi pada seluruh bagian tumbuhan terutama rimpangnya. Temulawak memiliki ketinggian hingga 2 meter dan biasa didapati di kawasan belukar yang tidak terlalu lebat. Bila dimakan ada sedikit rasa pahit dan manis. Tumbuhan ini tumbuh ditempat yang agak lembab. (Afifah, 2008; Depkes R.I, 2000)

2.3.2 Morfologi tanaman

Morfologi temulawak (*Curcuma zanthorrhiza Roxb.*) adalah sebagai berikut :

a. Akar

Rimpang induk dapat memiliki 3-4 buah rimpang. Tiap rumpun umumnya memiliki 6 buah rimpang tua dan 5 buah rimpang muda. Akar rimpang terbentuk dengan sempurna dan bercabang kuat, berwarna hijau gelap. Akar rimpang temulawak terbentuk di dalam tanah pada kedalaman sekitar 16 cm.

b. Batang

Temulawak termasuk jenis tumbuh-tumbuhan herba yang batang pohonnya berbentuk batang semu dan tingginya dapat mencapai 2 sampai 2,5 meter berwarna hijau atau cokelat gelap. Pelepah daunnya saling menutupi membentuk batang. Tumbuhan yang patinya mudah dicerna ini dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga ketinggian 750 meter di atas permukaan laut. Umbi akan muncul dari pangkal batang, warnanya kuning tua atau coklat muda, panjangnya sampai 15 sentimeter dan bergaris tengah 6 sentimeter. Baunya harum dan rasanya pahit agak pedas.

c. Daun

Tiap batang mempunyai daun 2 – 9 helai dengan bentuk bundar memanjang, warna daun hijau atau coklat keunguan terang sampai gelap, panjang daun 31 – 84cm dan lebar 10 – 18cm, panjang tangkai daun termasuk helaian 43 – 80cm. Mulai dari pangkalnya sudah memunculkan tangkai daun yang panjang berdiri tegak. Tinggi tanaman antara 2 sampai 2,5 m. Daunnya bundar panjang, mirip daun pisang.

d. Bunga

Temulawak mempunyai bunga yang berbentuk unik (bergerombol) dan bunganya berukuran pendek dan lebar, warna putih atau kuning tua dan pangkal bunga berwarna ungu. Bunga majemuk berbentuk bulir, bulat panjang, panjang 9-23 cm, lebar 4-6 cm. Bunga muncul secara bergiliran dari kantong-kantong daun pelindung yang besar dan beraneka ragam dalam warna dan ukurannya. Mahkota bunga berwarna merah. Bunga mekar pada pagi hari dan berangsur-angsur layu di sore hari. Kelopak bunga berwarna putih berbulu, panjang 8 – 13mm, mahkota bunga berbentuk tabung dengan panjang keseluruhan 4.5cm, helaian bunga berbentuk bundar memanjang berwarna putih dengan ujung yang berwarna merah dadu atau merah, panjang 1.25 – 2cm dan lebar 1cm.

e. Buah

Aroma dan warna khas dari temulawak adalah berbau tajam dan daging buahnya berwarna kekuning-kuningan, sedangkan warna kulit buah coklat kemerahan atau kuning tua.

f. Biji

Sejauh ini, temulawak belum pernah dilaporkan menghasilkan biji. Karena penanaman temulawak dengan cara menanam rimpang temulawak tersebut.

Perbanyakan tanaman temulawak dilakukan menggunakan rimpang-rimpangnya baik berupa rimpang induk (rimfang utama) maupun rimpang anakan (rimfang cabang).(Afifah, 2008; Depkes R.I, 2000)

2.3.3 Anatomi mikroskopis dan makroskopis

a.Makroskopis

Keping tipis, berbentuk bundar atau jorong, keras, rapuh, garis tengahnya sampai 6 cm, dan tebal 2 mm sampai 5 mm.

Permukaan berkerut, warna coklat kuning sampai coklat. Bidang irisan berwarna coklat kuning buram, melengkung tidak beraturan dan tidak rata. Sering dengan tonjolan melingkar pada batas antara silinder pusat dengan korteks. Korteksnya sempit dan mempunyai tebal 3 mm sampai 4 mm. Bekas patahan berdebu, berwarna kuning jingga sampai coklat jingga terang.

b.Mikroskopik

Epidermisnya bergabus, dan terdapat sedikit rambut yang berbentuk kerucut bersel satu. Korteks dan silinder pusat parenkimatik terdiri dari sel parenkim berdinding tipis berisi butir pati. Dalam parenkim tersebar banyak sel minyak yang berisi minyak berwarna kuning dan zat berwarna jingga. Butir pati berbentuk pipih, bulat panjang sampai bulat telur memanjang. Panjang butir 20 μ m sampai 70 μ m, lebar 5 μ m sampai 30 μ m, tebal 3 μ m sampai 10 μ m, lamella jelas dan hilus di tepi. Berkas pembuluh tipe kolateral, tersebar tidak beraturan pada parenkim korteks dan pada silinder pusat. Berkas pembuluh disebelah dalam endodermis tersusun dalam lingkaran dan letaknya lebih berdekatan satu dengan yang lainnya.

Pembuluh didampingi oleh sel sekresi yang panjangnya sampai 200 µm, berisi zat berbutir warna coklat dengan besi (III) klorida LP.

(Farmakope Indonesia Edisi IV, 1995)

2.3.4 Kandungan aktif temulawak dan manfaatnya

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) merupakan tanaman obat asli Indonesia yang disebut juga *Curcuma javanica*. Secara tradisional maupun empiris, rimpang temulawak telah terbukti berkhasiat untuk kesehatan. Temulawak merupakan tanaman asli Indonesia yang tumbuh di daerah tropis. Berdasarkan penelitian dan pengalaman, temulawak telah terbukti berkhasiat dalam menyembuhkan berbagai jenis penyakit. (Sidik, 2006)

Komponen utama rimpang temulawak:

-Pati 48.18% - 59.64%

-Protein 29 % - 30%

-Serbuk Abu halus 5.26% - 7.07%

-Serat 2.58% - 4.83%

-Kurkuminoid 1% - 2%

-Minyak asiri 3% - 12%

-*Phelandren*

-*Turmerol*

-*Borneol*

-*Xanthorrhizol*

-Mineral seperti Kalium (K), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Mangan (Mn), dan Kadmium (Cd). (Purnomowati, 2009)

Temulawak berkhasiat untuk mencegah dan mengatasi beraneka macam penyakit, antara lain gangguan lever, mencegah hepatitis, meningkatkan produksi cairan empedu, membantu pencernaan, mengatasi radang kandung empedu, radang lambung dan gangguan ginjal, serta dapat pula mengatasi sariawan. Kandungan *flavonoid* pada temulawak berkhasiat menyembuhkan radang. Kajian dan penyelidikan atas temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*) membuktikan bahwa rimpangnya mengandung *P-toluilmetilkarbinol* dan *seskuiterpen d-kamper* yang dapat meningkatkan produksi dan sekresi empedu serta *turmerol* sebagai antimikroba. Pati rimpang temulawak dapat dikembangkan sebagai sumber karbohidrat yang digunakan untuk bahan makanan atau campuran bahan makanan. Buahnya mengandung minyak terbang (*anetol, pinen, phelandren, dipenten, fenchon, metilchavikol, anisaldehyda, asam anisat, kamfer*), dan minyak atsiri. (Purnomowati, 2009; Hidayah, 2009)

Minyak atsiri yang disebut juga minyak eteris, minyak terbang atau *essential oil*, dipergunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri, misalnya seperti pada industri parfum, kosmetik, *esence*, industri farmasi dan *flavoring agent*. Peranan minyak atsiri dalam kehidupan manusia telah mulai sejak beberapa abad yang lalu. Jenis minyak yang telah dikenal pada saat itu terbatas pada minyak atsiri tertentu, terutama yang berasal dari rempah-rempah. Minyak atsiri dihasilkan oleh tanaman yang mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya, umumnya larut dalam pelarut organik dan sukar larut dalam air. (Harborne, 1999; Ketaren, 1990)

Minyak Temulawak merupakan minyak atsiri yang dihasilkan rimpang temulawak. Pada minyak atsiri temulawak terkandung *isofuranogermakren*, *trisiklin*, *allo-aromadendren*, *germakren* dan *xanthorrhizol* yang merupakan komponen khas temulawak. Minyak atsiri terdapat dalam kelenjar minyak atau ruang antar sel di dalam jaringan utama tanaman. Kadar minyak atsiri rimpang temu lawak antara 3-12%, mempunyai rasa yang tajam dan bau khas aromatik. Kandungan minyak atsiri temulawak dipengaruhi pula oleh umur rimpang. Rimpang dengan umur 12 bulan mempunyai kandungan minyak atsiri terbesar. (Sirait et al, 1993)

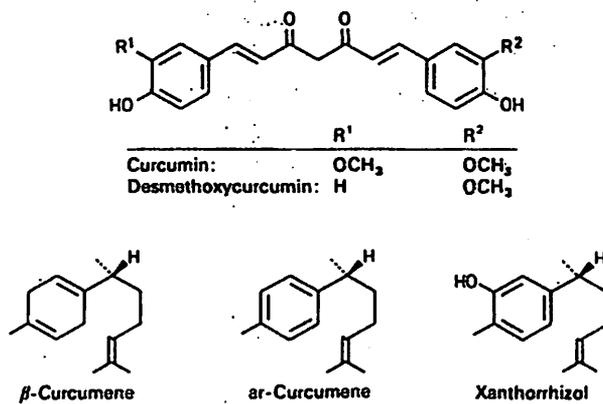
Tabel 2.1 : Kandungan minyak atsiri rimpang temulawak

| Umur rimpang temulawak (bulan) | Presentase (%) |
|--------------------------------------|-------------------|
| 8 | 4,6 |
| 10 | 5,2 |
| 12 | 5,3 |
| 15 | 5,1 |

Sirait et al. (1993)

Pada tanaman temulawak terdapat kandungan 1-2 % *yellow pigment* yang berupa *curcuminoid*, *monocurcumin* dan *bisdesmethoxycurcumin*. Sedangkan kandungan aktif minyak atsiri pada rimpang temulawak adalah 3-12% . Minyak atsiri yang terdapat pada rimpang temulawak mengandung *β -curcumene*, *ar-curcumene*, dan *xanthorrhizol*. Untuk menentukan persentase ini dilakukan

pemanasan pada temperatur 50-55°C , supaya zat aktif yang terkandung di dalamnya tidak rusak. (Bisset, 2001)



Gambar 2.3: Bentuk kimia kandungan aktif *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. (Bisset, 2001).

Minyak atsiri juga bisa membunuh bermacam-macam mikroba termasuk sebagai antijamur melalui kandungan *xanthorrhizol* tersebut. Sebagai antimikroba, *Xanthorrhizol* biasanya bergabung dengan kurkuminoid, dimana bahan berkhasiat tanaman obat adalah senyawa organik, yang kandungan utamanya adalah karbon. Jika dihipotesiskan bahwa fotosintesis $^{14}\text{CO}_2$ pada tanaman temulawak akan menghasilkan karbohidrat sederhana yang mengandung ^{14}C , pada proses biosintesis lanjut akan dihasilkan komponen berkhasiat obat berupa minyak atsiri dan kurkuminoid yang bertanda ^{14}C . (Purnomowati, 2009)

Kandungan *xanthorrhizol* pada minyak atsiri *Curcuma xanthorrhiza* Roxb diketahui memiliki aktivitas antibakteri tertinggi dalam melawan bakteri jenis *Streptococcus*, khususnya *Streptococcus mutans*, penyebab karies gigi. Dengan dua mikro gram per milliliter, *xanthorrhizol*, salah satu komponen minyak atsiri, berhasil membasmi *Streptococcus mutans* dalam semenit. *Xanthorrhizol* juga

membasmi *Actinomyces viscosus* dan *Porphyromonas gingivalis* penyebab penyakit periodontitis serta mencegah timbulnya plak. (Sidik, 2006).

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Hastuti dari FMIPA UNPAD tahun 1986, daya anti bakteri dari temulawak cukup kuat dan dapat mencapai derajat sensitif pada konsentrasi 8% ekstrak, yaitu dengan ekstrak kloroform terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, serta dengan ekstrak metanol terhadap *Bacillus subtilis*. (Sjamsuhidajat, 1992)

2.3.5 Pengaruh temulawak sebagai antijamur

Berdasarkan penelitian, telah diuji sebelumnya aktivitas antibakteri dan antifungi minyak atsiri temulawak (*Curcuma xanthorrhizha*, Zingiberaceae), temu putih (*Curcuma domestica*, Zingiberaceae), jahe (*Zingiber officinale*, Zingiberaceae), dan bengle (*Zingiber cassumunar*, Zingiberaceae) dengan metode cakram kertas terhadap *Bacillus subtilis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhimurium*, *Serratia mercenscens*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Candida tropicalis*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, dan *Mycrosporium gypseum*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa keempat jenis minyak atsiri yang diuji memiliki aktivitas terhadap semua mikroba uji, termasuk jenis *Candida tropicalis*. (Afrida, 2003).

Xanthorrhizol pada temulawak memicu denaturasi protein pada dinding sel jamur yang dapat memaksa protein itu keluar sel. Berikutnya dinding sel akan mengkerut dan mati. (Trubusid, 2008)

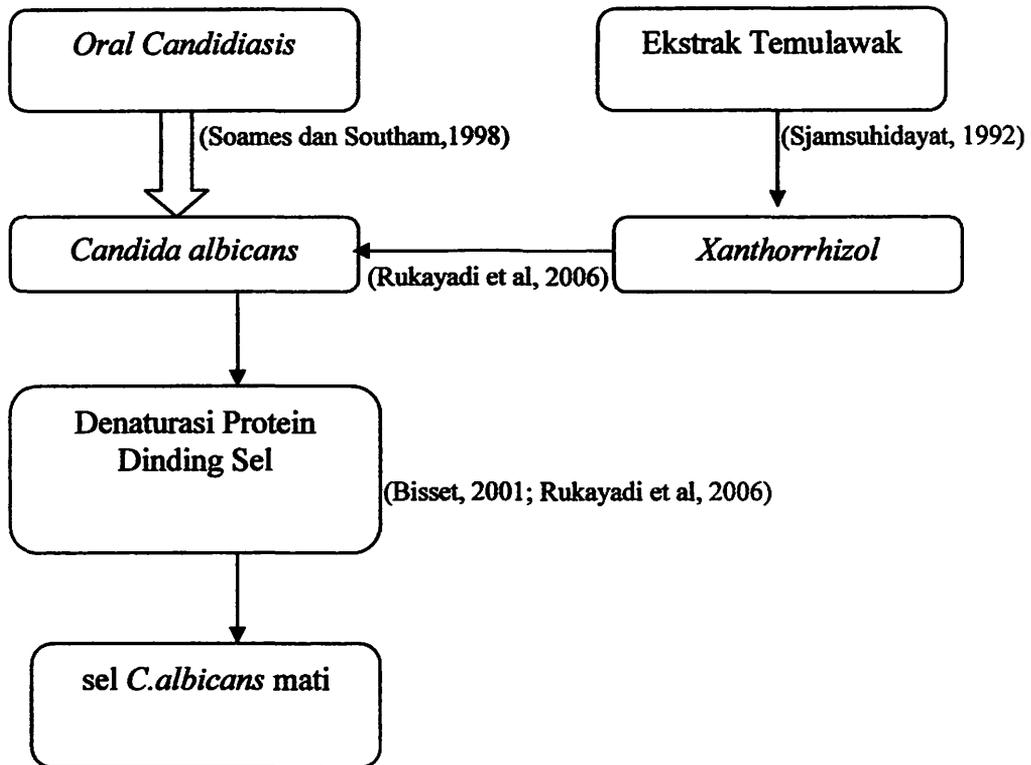
Dengan mengerut dan matinya dinding sel, maka aktivitas perlekatan jamur terhadap permukaan *host* akan terhambat. Secara umum diketahui bahwa menempelnya jamur dalam jaringan sel *host* menjadi syarat mutlak untuk berkembangnya infeksi, dan perlekatan tersebut diperantarai oleh komponen spesifik dari dinding sel jamur, adesin dan reseptor. Dengan mekanisme denaturasi protein dinding sel yang dipicu *xanthorrhizol* tersebut, maka berkembangnya infeksi jamur terhadap sel *host* dapat terhambat. (Sherperd, 1990; Tjampakasari, 2006; Trubusid, 2008)

Xanthorrhizol memiliki sifat stabil terhadap suhu dan panas, serta larut didalam ethanol 96% serta DMSO. Dan pada penelitian terbaru, dilaporkan bahwa kandungan *xanthorrhizol* pada temulawak mampu meningkatkan aktivitas antifungi melawan jamur spesies *Candida*, yaitu *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida guilliermondii*, *Candida krusei*, *Candida parapsilopsis*, dan *Candida tropicalis*. Dilaporkan bahwa potensi anticandida pada kandungan *xanthorrhizol* temulawak dapat mendukung kegunaan dari temulawak itu sendiri untuk menangani *Candidiasis*. Sebagai bahan alamiah, temulawak dapat berguna untuk mengatasi infeksi jamur, walaupun aktivitas *anticandida* yang dihasilkan lebih lemah dibandingkan obat antifungi seperti *amphotericin B*. aplikasi klinis dari penggunaan kandungan *xanthorrhizol* ini perlu ditelaah ulang untuk melihat efektivitas dan toksisitasnya secara *invivo*. Saat ini, kecenderungan pemakaian obat tradisional untuk infeksi jamur semakin meningkat, maka dari itu temulawak semakin menjadi pertimbangan dalam mengatasi infeksi pada *oral candidiasis* (OC), terutama dalam mereduksi jumlah koloni *Candida albicans* yang patogen. (Rukayadi et al, 2006).

BAB 3
KERANGKA KONSEPTUAL
DAN HIPOTESIS

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS



Oral candidiasis adalah infeksi jamur pada jaringan lunak rongga mulut yang diakibatkan *Candida albicans*. *Candida albicans* dapat tumbuh dan dilihat pada media spesifik *Sabouraud Dextrose*. Ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) mengandung *xanthorrhizol*, yang memiliki daya *anticandida* sehingga menghambat pertumbuhan *Candida albicans* melalui denaturasi protein dinding sel jamur. (Rukayadi et al, 2006)

Hipotesis :

Pemberian ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida albicans*.

BAB 4
METODOLOGI PENELITIAN

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *experimental laboratoris*.

4.2 Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian adalah kultur padat stock *Candida albicans*. Kultur padat didapat dari pasien *candidiasis oral* di klinik Penyakit Mulut RSGM Universitas Airlangga dan telah tersedia dari penelitian mahasiswa sebelumnya di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Sampel penelitian kali ini adalah kultur *Candida albicans* yang diambil melalui kultur padat stock *Candida albicans* dari populasi yang ada. Dari sediaan kultur tersebut diambil sebanyak 5×10^6 cfu/ml menggunakan standard *Mc.Farland*. Lalu kultur *Candida albicans* ditanam pada sediaan *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Pengambilan sampel dilakukan secara *simple random sampling*.

4.3 Besar sampel penelitian

Berdasar penelitian sebelumnya, besar sampel ditentukan menurut rumus :

(Oktodianto, 2006; Daniel, 1991)

$$n = \frac{(\delta \cdot Z_{\alpha})^2}{d^2}$$

$$n = \frac{(0,5 \cdot 1,96)^2}{0,4^2}$$

$n = 6,002$

Keterangan :

n = jumlah sampel

δ = varians populasi

$Z\alpha$ = harga standard normal pada $\alpha=0,05$

d = penyimpangan yang ditolerir

Jumlah sampel digunakan dalam penelitian ini adalah 6 sampel.

4.4 Variabel penelitian

4.4.1 Variabel bebas

Penelitian I

-Ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan konsentrasi 1%, 2%, 4% dan 8%.

Penelitian II

-Ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,5%.

Penelitian III

-Ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan konsentrasi 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%.

4.4.2 Variabel terikat

-Gambaran pertumbuhan *Candida albicans* yang terlihat pada media cair *Sabouroud Dextrose Agar* (SDA) setelah dilakukan inkubasi selama 48 jam dalam

suhu 37°C. Ditandai dengan adanya koloni *Candida albicans* pada media penanaman.

4.4.3 Variabel kendali

- Kondisi kultur *Candida albicans* yang diambil
- media penanaman kultur *Candida albicans*
- waktu penelitian
- lingkungan
- metode pemeriksaan
- cara pemeliharaan

4.5 Definisi operasional

- Variabel bebas

ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) yang berasal dari daging buah rimpang temulawak berusia 8 bulan yang dipotong kecil dan dikeringkan tidak dibawah matahari selama 7 hari, lalu ditumbuk halus menjadi serbuk, kemudian dibuat dalam larutan etanol 96%. konsentrasi pada penelitian I sebesar 1%, 2%, 4%, 8%. Konsentrasi pada penelitian II sebesar 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,5%. Konsentrasi pada penelitian III sebesar 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%.

- Variabel Terikat

Gambaran pertumbuhan *Candida albicans* yang terlihat pada media cair *sabouroud dextrose* setelah dilakukan inkubasi selama 48 jam dalam suhu 37°C.

Ditandai dengan adanya koloni *Candida albicans* pada media penanaman. Pada kontrol negatif, kondisi media tetap bening dan kontrol positif dengan gambaran adanya kekeruhan. Gambaran kekeruhan tersebut dibuktikan kembali dengan melakukan penanaman 10 mikro koloni yang terbentuk pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) padat pada cawan petri sehingga pertumbuhan dari koloni *Candida albicans* dapat dihitung dengan *colony counter*.

4.6 Unit analisis

Penelitian I

ekstrak etanol temulawak 1%, 2%, 4%, 8% yang diberikan terhadap pertumbuhan dan jumlah koloni *Candida albicans* yang ditanam pada media *Sabouroud Dextrose Agar*.

Penelitian II

ekstrak etanol temulawak 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,5% yang diberikan terhadap pertumbuhan dan jumlah koloni *Candida albicans* yang ditanam pada media *Sabouroud Dextrose Agar*.

Penelitian III

ekstrak etanol temulawak 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100% yang diberikan terhadap pertumbuhan dan jumlah koloni *Candida albicans* yang ditanam pada media *Sabouroud Dextrose Agar*.

4.7 Waktu dan tempat penelitian

1. Penelitian dilakukan di laboratorium mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya bulan Februari-Maret 2010.

2. Pembuatan ekstrak etanol temulawak dilakukan di laboratorium Bahan Alam Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya bulan Februari-Maret 2010.

4.8 Alat dan bahan

4.8.1 Alat

- tabung reaksi dan rak.
- kawat *oese*,
- kompor listrik,
- pengaduk,
- mikropipet
- kertas saring,
- gelas ukur,
- alat timbangan
- cawan petri
- inkubator

4.8.2 Bahan

- Stok *Candida albicans*
- Ekstrak etanol temulawak
- Media cair *sabouraud dextrose*
- Media padat *sabouraud dextrose agar*.
- Aquades steril.
-

4.9 Prosedur penelitian

4.9.1 Tahap persiapan

a. Sterilisasi alat

-Sebelum penelitian dilaksanakan, semua alat dan media yang akan digunakan disterilisasi dengan memasukkannya ke dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan sebesar 1 atm selama 15 menit, lalu didinginkan. (Rahardjo et al, 2006)

b. Pembuatan ekstrak etanol temulawak

Digunakan etanol 96%, kemudian dibuat ekstrak temulawak yang diperoleh dari Laboratorium Bahan Alam Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Bahan-bahan tersebut diolah untuk mendapatkan ekstrak etanol temulawak dengan konsentrasi dosis ekstrak etanol temulawak yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

Temulawak yang masih segar dipotong dan dikeringkan tidak dibawah sinar matahari langsung, kemudian dihaluskan dan direndam kedalam etanol selama 7 hari kemudian disaring. Dari hasil saringan tersebut didapatkan ekstrak cair temulawak, lalu dilakukan rotavapor hingga menjadi ekstrak kental sampai diperoleh hasil timbangan rendemen yang stabil.

Dari ekstrak kental tersebut dilakukan penipisan sesuai konsentrasi yang diinginkan pada suhu kamar dengan menggunakan media cair *Sabouraud Dextrose* agar jamur *Candida albicans* dapat diberi kesempatan untuk tumbuh dengan baik.

c. Pembuatan kultur *Candida albicans*

Kultur *Candida albicans* yang akan dipakai diambil dari kultur padat stok *Candida albicans*. Kultur padat yang diambil sebanyak 5×10^6 cfu/ml

menggunakan standar *Mc.Farland* Lalu kultur candida albicans ditanam pada sediaan *Sabouraud Dextrose* cair dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C.

4.9.2 Prosedur pelaksanaan penelitian

1. Disiapkan 6 tabung reaksi yang diisi masing-masing 2 ml media cair *sabouraud dextrose*.
2. Setelah ekstrak temulawak disiapkan dalam konsentrasi masing-masing 1%, 2 %, 4%, dan 8 %, sesuai penelitian I, maka digunakan masing-masing 2 ml ekstrak kental dan tambahkan ke dalam tabung. Tabung nomor 1 ditambahkan 2 ml ekstrak temulawak 1 % , pada tabung nomor 2 ditambahkan 2 ml ekstrak temulawak 2 % , pada tabung nomor 3 ditambahkan 2 ml ekstrak temulawak 4 % , dan , pada tabung nomor 4 ditambahkan 2 ml ekstrak temulawak 8 %.
3. Pada masing-masing tabung dimasukkan 0,1 ml kultur *Candida albicans*.
4. Disiapkan tabung nomor 5 sebagai kontrol positif dengan ditambahkan 0,1 ml kultur *Candida albicans* dengan media cair *Sabouraud dextrose*.
5. Disiapkan tabung nomor 6 sebagai kontrol negatif atau kontrol sterilisasi dengan media cair *Sabouraud dextrose* steril (tanpa tambahan kultur *Candida albicans* dan ekstrak temulawak).
6. Kemudian semua tabung diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C.

7. Kemudian untuk mengetahui jumlah hidup jamur (*viable count*) dari tiap-tiap hasil biakan dilakukan penanaman pada tiap kultur *Candida albicans* dari tabung 1 sampai 6 pada cawan petri sebanyak 10 *micro* menggunakan mikropipet dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C pada media padat *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA). Adanya pertumbuhan *Candida albicans* ditandai dengan adanya koloni pada media.
9. Penghitungan koloni dilakukan dengan menggunakan alat penghitung *colony counter*. Dengan syarat penghitungan koloni dengan metode *plate count* tiap cawan petri antara 30-300 koloni.
10. Pada penelitian I dapat dilakukan analisis hasil bila koloni dapat dihitung sesuai standar *plate count* dimana daya hambat dapat terlihat. Ketika daya hambat belum memenuhi syarat perhitungan koloni, dilakukan prosedur nomor 1 sampai 9 dengan konsentrasi ekstrak pada penelitian II dan kemudian penelitian III.
11. Dilakukan replikasi percobaan sebanyak 5 kali, sehingga didapatkan 6 sampel untuk masing-masing hasil biakan

4.10 Analisis data

Dari data penelitian dengan hasil replikasi sebanyak 5 kali, dilakukan uji *Kolmogorof – Smirnov* untuk mengetahui distribusi normalnya, lalu dianalisis menggunakan uji *Anova* dengan taraf kemaknaan 0,05 untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan. Analisis tersebut untuk melihat dosis ekstrak temulawak yang memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan *Candida albicans*.

PENELITIAN II

Potongan temulawak dikeringkan dan dihaluskan



Di rendam ke dalam etanol 96 %



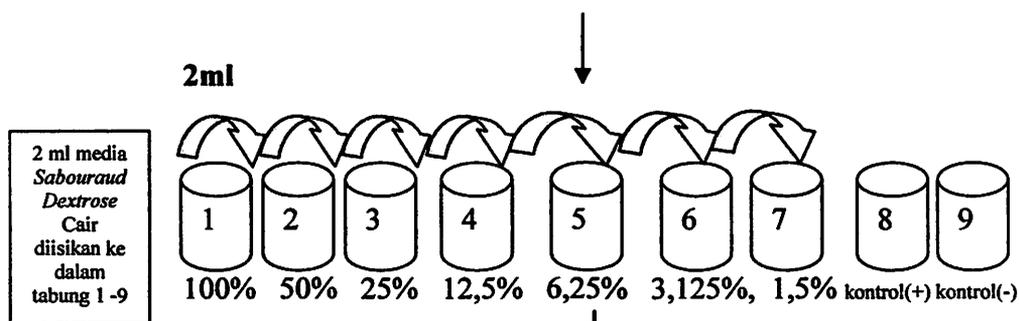
Disaring hingga didapat ekstrak cair



Dirotavapor untuk mendapat ekstrak kental



ditambahkan masing-masing sejumlah 2 ml ekstrak kental temulawak dengan konsentrasi pengenceran seri pada tabung 1-7



Tabung 1-8 diberi 0,1 ml kultur *Candida albicans*



Dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C



Pencatatan kekeruhan secara visual dimana ada / tidak ada hambatan pertumbuhan koloni *Candida albicans*



Ditanam pada media Sabouraud Dextrose padat pada cawan petri sebanyak 10 mikro dengan melakukan mikropipet



Dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C



Hasil Range konsentrasi PENELITIAN III

PENELITIAN III

Potongan temulawak dikeringkan dan dihaluskan



Di rendam ke dalam etanol 96 %



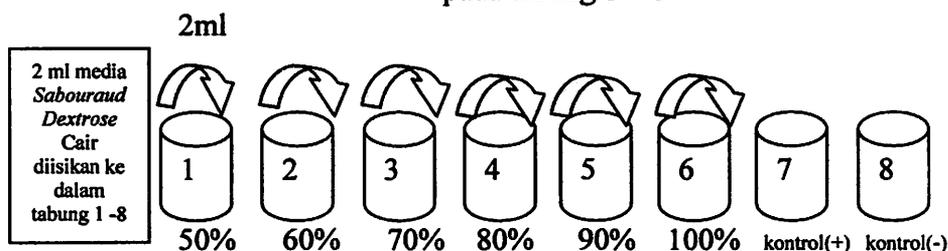
Disaring hingga didapat ekstrak cair



Dirotavapor untuk mendapat ekstrak kental



ditambahkan masing-masing 2 ml ekstrak kental temulawak dengan konsentrasi berbeda pada tabung 1 – 6



Tabung 1-7 diberi 0,1 ml kultur *Candida albicans*



Dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C



Pencatatan kekeruhan secara visual dimana ada / tidak ada hambatan pertumbuhan koloni *Candida albicans*



Ditanam pada media Sabouraud Dextrose padat pada cawan petri sebanyak 10 mikro dengan melakukan mikropipet



Dilakukan inkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C



Hasil



Analisis data menggunakan Uji Anova



Kesimpulan

BAB 5

HASIL PENELITIAN

BAB 5

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian daya hambat ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) terhadap pertumbuhan koloni *Candida albicans* pada penelitian ini diperoleh setelah melakukan penelitian sesuai prosedur yang telah dijelaskan pada alur penelitian. Pada penelitian ini dilakukan penelitian I dengan konsentrasi ekstrak 1%, 2%, 4%, dan 8%. Namun belum didapatkan daya hambat terhadap pertumbuhan koloni *C.albicans*, dimana jumlah koloni yang ada belum dapat dihitung karena terlalu besar. Kemudian dilakukan penelitian pendahuluan sebagai penelitian II dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,5% ekstrak temulawak yang didapatkan melalui pengenceran seri untuk menentukan *range* konsentrasi minimum yang dapat menghambat pertumbuhan *C.albicans*.



Gambar 5.1 : Tabung berisi koloni *Candida albicans* dan ekstrak temulawak 100%, 50%, 25 %, 12,5 %, 6,25 %, 3,125%, dan 1,5% pada penelitian IIv

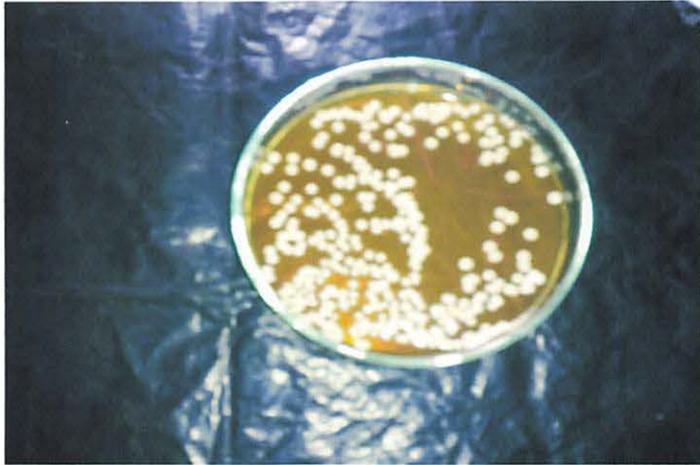


Gambar.5.2: Penanaman koloni *Candida albicans* pada media SDA pada penelitian II

Dari hasil pengamatan adanya kekeruhan seperti pada gambar 5.1, dilakukan penanaman kembali pada media *Saboraud Dextrose* padat pada cawan petri yang diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, kemudian dibandingkan dengan kontrol (+) dan kontrol (-). jumlah pertumbuhan koloni *Candida albicans* yang sudah dapat dihitung sesuai metode *plate count* ada pada konsentrasi 50% sampai 100%. Kemudian dilakukan pengulangan prosedur pendahuluan kembali diantara *range* konsentrasi tersebut, yaitu 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% untuk mendapatkan konsentrasi yang efektif sebagai daya hambat minimum pada penelitian III.



Gambar 5.3: Pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 50 % pada penelitian III



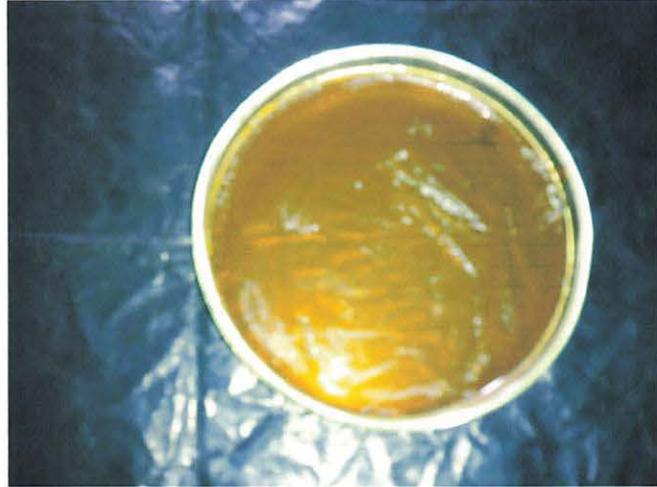
Gambar.5.4: Pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 60 % pada penelitian III



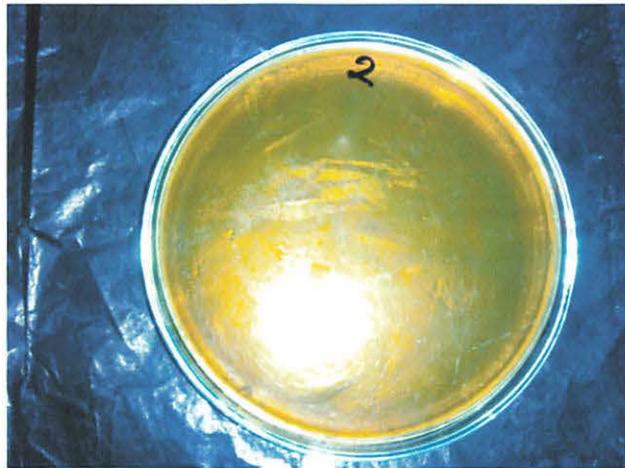
Gambar 5.5: Pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 70 % pada penelitian III



Gambar 5.6 : Pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 80 % pada penelitian III



Gambar 5.7 : Pertumbuhan *Candida albicans* pada konsentrasi 90 % pada penelitian III



Gambar 5.8: Media *sabouraud dextrose agar* steril pada kontrol (-) penelitian III

Penelitian ini menggunakan metode dilusi karena bertujuan untuk mengetahui daya hambat minimum ekstrak temulawak terhadap pertumbuhan koloni *C.albicans*. Pada penelitian kali ini dilakukan replikasi sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 6 sampel pada konsentrasi sebesar 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% ekstrak temulawak dalam etanol 96%, dan sebagai kontrolnya digunakan media cair *saboraud dextrose* steril.

Berdasarkan hasil pengamatan dan penghitungan daya hambat koloni *Candida albicans* terhadap penggunaan ekstrak temulawak, yang terbagi

atas, kelompok konsentrasi 50%, 60%, 70%, 80%,90%, dan 100%, dengan masing-masing terdapat 6 sampel, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1. Rerata dan standar deviasi jumlah koloni pada kelompok penelitian III.

| Kelompok | N | Rerata | Standar Deviasi |
|-----------------|----------|---------------|------------------------|
| 50% | 6 | 133.6667 | 5.12510 |
| 60% | 6 | 56.8333 | 4.62241 |
| 70% | 6 | 25.3333 | 2.42212 |
| 80% | 6 | 9.1667 | 1.72240 |
| 90% | 6 | 0 | 0 |
| 100% | 6 | 0 | 0 |

Dari tabel 5.1 terlihat adanya rerata jumlah koloni *Candida albicans* yang lebih rendah pada penggunaan konsentrasi yang tinggi dibandingkan dengan kelompok konsentrasi yang rendah, sedangkan pada konsentrasi 90% dan 100%, didapatkan jumlah koloni 0 (nol), sehingga kemudian pada penghitungan analisis uji beda selanjutnya, kelompok konsentrasi 90% dan 100% tidak disertakan, karena sudah dipastikan berbeda mutlak dengan empat kelompok lain. Semakin besar konsentrasi ekstrak maka semakin rendah jumlah koloni jamur *C.albicans* yang tumbuh.

Tabel 5.2. Nilai signifikansi hasil uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* pada kelompok penelitian III

| KELOMPOK | <i>Kolmogorov Smirnov</i> |
|----------|---------------------------|
| 50% | p=0,723 |
| 60% | p=0,999 |
| 70% | p=0,935 |
| 80% | p=0,456 |
| 90% | p=- |
| 100% | p=- |

Sebelum dilakukan uji dan analisis antar kelompok penelitian III, pada tabel 5.2 dilakukan uji normalitas pada masing-masing kelompok dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*, hasilnya seluruh kelompok penelitian III mempunyai nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) yang berarti data pada kelompok penelitian tersebut berdistribusi normal, dilanjutkan uji homogenitas dengan signifikansi dibawah 0,05 ($p = 0,023$ atau $p < 0,05$), sehingga data tidak memenuhi syarat homogenitas, dan analisis data tidak dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik *One-Way ANOVA*. Untuk melihat signifikansi perbedaan nilai uji beda pada perbandingan antar konsentrasi kemudian digunakan uji *Independent T-test*.

Tabel 5.3. Hasil uji beda nilai kekerasan permukaan antara masing-masing kelompok konsentrasi dengan uji *Independent T-test* pada penelitian III.

| PERBANDINGAN ANTAR KONSENTRASI | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|
| 50% | - | 0,000* | 0,000* | 0,000* | Berbeda mutlak | Berbeda mutlak |
| 60% | | - | 0,000* | 0,000* | Berbeda mutlak | Berbeda mutlak |
| 70% | | | - | 0,000* | Berbeda mutlak | Berbeda mutlak |
| 80% | | | | - | Berbeda mutlak | Berbeda mutlak |
| 90% | | | | | - | - |
| 100% | | | | | | - |

* = ada beda bermakna ($p < 0,05$)

Pada tabel 5.3 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada masing-masing kelompok penelitian dengan menggunakan uji *Independent T-test*. Pada perbandingan antar masing-masing kelompok konsentrasi 50% sampai 80 %, didapatkan perbedaan jumlah koloni yang bermakna pada masing-masing perbandingan kelompok konsentrasi, dengan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$) Sedangkan pada perbandingan dengan konsentrasi 90% dan 100% didapatkan perbedaan mutlak (karena kedua konsentrasi mempunyai jumlah

koloni 0 (nol)). Perbandingan dengan konsentrasi 90% dan 100% tidak perlu dilakukan karena sudah pasti berbeda mutlak.

yang didapatkan tidak sesuai dengan acuan yang ada, dimana pertumbuhan koloni *C.albicans* belum terhambat secara bermakna pada konsentrasi tersebut.

Untuk mendapatkan *range* konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam mencapai daya hambat minimum pertumbuhan *C.albicans*, dilanjutkan dengan melakukan *trial experimental* sebagai penelitian ke II menggunakan konsentrasi ekstrak 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, dan 1,5%, dengan metode pengenceran seri. Pada metode ini ditentukan konsentrasi tertentu dari bahan yang digunakan pada tabung pertama. Tabung ke-2 dilakukan pengenceran $\frac{1}{2}$ dari tabung ke-1, demikian seterusnya, baru kemudian ditambahkan inokulum standar koloni *C.albicans*. Berdasar hasil penelitian II tersebut, koloni *C.albicans* baru dapat dihitung sesuai dengan persyaratan statistik untuk metode *plate count*, yaitu sebatas 30-300 koloni, pada *range* konsentrasi 50% sampai 100%. (Rahardjo et al, 2006).

Hasil penelitian kali ini menggunakan konsentrasi minimum ekstrak temulawak untuk menghambat pertumbuhan koloni *C.albicans* sebesar 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%. Berdasarkan tabel rerata penelitian kelompok konsentrasi ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) tersebut, didapatkan daya hambat minimum pada konsentrasi 80% . Sedangkan pada konsentrasi 90%, koloni *Candida albicans* sudah tidak dapat tumbuh sama sekali. Daya hambat minimum yang baru diperoleh setelah penelitian III tersebut disebabkan pada proses penelitian, pengolahan bahan ekstrak membutuhkan waktu lama, karena tidak diperoleh rendemen (ekstrak kental) yang stabil, sedangkan sifat dari kandungan efektif temulawak berupa *xanthorrhizol* yang terdapat dalam minyak atsiri yang dihasilkan selama proses ekstraksi mudah menguap. Sifat dari minyak

atsiri tersebut yang mudah menguap dapat menyebabkan efektivitasnya sebagai *anticandida* berkurang. Selain itu, kualitas kandungan minyak atsiri ditentukan oleh usia rimpang temulawak yang digunakan. Kandungan tertinggi diperoleh pada usia rimpang 12 bulan. Pada penelitian I digunakan rimpang temulawak yang berusia 8 bulan, karena penelitian dilakukan sebelum masa panen, yaitu ketika rimpang belum berusia 12 bulan.

Dari segi metode pembuatan ekstrak, digunakan metode pembuatan ekstraksi dengan cara sokhlet, dimana ekstrak dipekatkan dengan penguap putar (rotavapor) dan ditimbang untuk mendapatkan ekstrak kental. Ketika proses evaporator pada penelitian I, tidak didapatkan kepekatan ekstrak kental yang stabil, sehingga membutuhkan pengulangan proses rotavapor. Hal ini mempengaruhi kandungan *xanthorrhizol* yang ada karena penguapan yang terjadi berulang kali.

Proses penyimpanan temulawak sebelum digunakan juga mempengaruhi efektivitas kandungan yang ada didalamnya. Menurut penelitian yang pernah ada sebelumnya, batas toleransi penyimpanan temulawak sebelum digunakan adalah 2 minggu dimana kadar minyak atsiri masih dalam batas 8-10% dan kadar minyak atsiri pada rimpang temulawak setelah dipanen sampai penyimpanan 6 minggu mengalami penurunan yang cukup signifikan. Menurunnya kadar minyak atsiri pada rimpang temulawak selama penyimpanan disebabkan karena minyak atsiri mempunyai sifat dapat menguap (bersifat *volatile*) pada suhu kamar dan penguapan akan semakin besar dengan kenaikan suhu dan kelembaban relatif yang rendah. Keseluruhan proses penelitian yang memiliki 3 tahap dalam

mencapai daya hambat minimum tersebut membutuhkan waktu ± 3 minggu, sehingga mempengaruhi kadar minyak atsiri. (Kiswanto, 2005)

. Selain itu, dalam metode penanaman kembali pada cawan petri, dilakukan *spread plate count* dimana metode ini memiliki resiko kemungkinan kesalahannya adalah sel tidak tersebar merata (tidak tersapu oleh batang L), karena volume pelarut kurang akibat tidak tercampur secara homogen dengan ekstrak, walaupun dengan pengenceran yang tepat. Semakin kecil volume maka semakin sedikit yang terambil oleh pipet, yang menunjukkan bahwa kesalahan teknis pemipetan semakin tinggi dan kesempatan sel yang tersebar secara acak dalam pelarut untuk terambil oleh pipet semakin tidak seragam. Selain itu, adanya sedikit volume yang masih menempel dan tersisa (tidak ikut tertekan keluar pipet) sangat besar pengaruhnya pada hasil jumlah koloni yang tumbuh.

Dari hasil penelitian III dibuktikan adanya efektivitas daya hambat yang dimiliki ekstrak temulawak terhadap pertumbuhan koloni *C.albicans* sebesar 80% pada kondisi penyimpanan dan usia rimpang tertentu. *Xanthorrhizol* pada temulawak memicu denaturasi protein pada dinding sel *C.albicans* yang dapat memaksa protein itu keluar sel. Berikutnya dinding sel akan mengkerut dan mati sehingga aktivitas kolonisasi terhambat. (Trubusid, 2008)

Denaturasi yang terjadi merupakan proses dimana protein dan asam nukleat kehilangan struktur tersier dan sekunder sehingga aktivitas dinding sel *C.albicans* terganggu dan sel mengalami kematian. Dengan mekanisme dari denaturasi protein dinding sel yang dipicu *xanthorrhizol* tersebut, maka ekstrak temulawak memiliki efektivitas untuk menghambat pertumbuhan dari koloni *C.albicans*.

BAB 6
PEMBAHASAN

BAB 6

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya hambat ekstrak temulawak terhadap pertumbuhan koloni *Candida albicans*, sehingga dilakukan dengan metode dilusi. Metode dilusi pada bahan antifungi dilakukan dengan prinsip sejumlah bahan antifungi tertentu dicampur homogen dengan media cair atau padat. Fungi ditanam pada media yang telah mengandung obat tersebut. Kadar hambat minimal ditentukan dengan cara mencari konsentrasi yang masih mampu menghambat pertumbuhan fungi. Prinsip metode dilusi adalah ekstrak diencerkan hingga diperoleh beberapa seri konsentrasi yang diinginkan. Metode ini dipilih karena kegunaannya untuk mencari kadar hambat minimal (KHM) yaitu kadar terendah yang dapat menghambat pertumbuhan koloni. (Jawetz et al, 2005)

Kandungan efektif temulawak sebagai antifungi diperoleh pada *xanthorrhizol*. Digunakan temulawak dalam bentuk ekstrak karena untuk mendapatkan *xanthorrhizol* murni harus dilakukan penelitian secara biomolekular. Dalam bentuk ekstrak etanol, temulawak dapat mengaktifkan kandungan *xanthorrhizol*. (Rukayadi et al, 2006)

Mengacu pada minyak atsiri yang mengandung *xanthorrhizol* sebesar 3%-12% didalam rimpang temulawak dan berikatan dengan kurkuminoid sejumlah 1-2%, serta adanya penelitian mengenai temulawak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia coli* sebelumnya yang memberikan efektivitas daya anti bakteri pada konsentrasi 8%, awal mulanya konsentrasi temulawak yang digunakan adalah mulai dari 1%, 2%, 4%, dan 8% sebagai penelitian I. Hasil

BAB 7

PENUTUP

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

- Ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*) memiliki efektivitas dalam menghambat pertumbuhan koloni *Candida albicans* pada konsentrasi minimum ekstrak sebesar 80% pada usia rimpang 8 bulan dan masa penyimpanan 3 minggu.
- Tingginya angka konsentrasi ekstrak temulawak minimal yang menghambat pertumbuhan koloni *Candida albicans* disebabkan belum adanya metode yang tepat dan efisien sesuai kondisi dan sifat temulawak yang terjadi selama proses penelitian berlangsung.

7.2 Saran

- Adanya penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat ekstrak temulawak terhadap koloni *Candida albicans* dengan menemukan metode pembuatan ekstrak yang mampu menghasilkan ekstrak secara efisien sesuai dengan usia rimpang serta masa penyimpanannya tidak lebih dari 2 minggu selama proses penelitian.
- Adanya penelitian lebih lanjut mengenai daya hambat ekstrak temulawak terhadap koloni jamur jenis lainnya yang berpengaruh di dalam rongga mulut.
- Adanya penelitian lebih lanjut dalam bidang farmasi untuk menghasilkan kandungan *xanthorrhizol* pada temulawak sebagai bahan aplikatif pada rongga mulut yang mengalami *oral candidiasis* (OC).

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, E. 2008. *Khasiat dan Manfaat Temulawak Rimpang Penyembuh Aneka Penyakit*. Jakarta : Agromedia Pustaka. pp.1-68.
- Afrida. 2003. *Uji Aktivitas Antibakteri dan Antifungi Minyak Atsiri Empat Jenis Tanaman Sulku Zingiberaceae*. Available from : <http://bahan-alam.fa.itb.ac.id>.
Accessed on : November, 20, 2009.
- Anggah, Oktodianto. 2006. *Daya Hambat Pemberian Xylitol terhadap Pertumbuhan Candida Albicans secara In Vitro*. Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Farmakope Indonesia Edisi IV*. 1995. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia. pp.55-57.
- Bisset, N.G. 2001. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*, London : CRC Press. p.177.
- Brooks G.F., Buffed S, Ornton L.N. 1996. *Medical Microbiology 20th Edition*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC. pp. 627-629.
- Brown R.G., Burns,T. 2005. *Infeksi Jamur, Dalam : Lecture Notes Dermatologi Edisi 8*. Jakarta : Erlangga. pp. 38-40.
- Cawson R.A and E.W. Odell. 2002. *Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine: Eight Edition*. Churchill Livingstone Elsevier. pp.192-195
- Daniel, W.W. 1991. *Biostatistic Formulation for Analysis in The Health Sciences 5th Edition*. New York. : John Willey and Sons. p.155
- Depkes R.I. 2000. *Penelitian Tanaman Obat di Beberapa Perguruan Tinggi di Indonesia*. Jakarta : Depkes R.I. p.294.

- Djuanda A., Hamzah M., dan Aisah S . 2005. *Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin*. Jakarta : FKUI. pp.103 – 109.
- Field A and Longman L. 2003. *Tylesdey's Oral Medicine, Fifth Edition*. New York : Oxford University Press. pp. 35-40.
- Harbone J.B., Herbert Baxter, Gerard P. Moss. 1999. *Phytochemical Dictionary, A Handbook of Bioactive compounds from Plants Second Edition*. London : Taylor & Francis Ltd. p.525
- Hidayah, M. 2009. *Uji Aktivitas Antimikroba Perasan Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza roxb.) untuk Pemulihan Ikan Lele (Clarias gariepinus) Terinfeksi Aeromonas hydrophila*. Skripsi Program Studi Sarjana Biologi SITH ITB.
- Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. 2005. *Review of Medicinal Microbiology*, terjemahan Gerald Bonang 24th Edition. Jakarta : Penerbit Salemba Medika. pp.130-131
- Ketaren, S. 1990. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak*. Jakarta : UI Press. pp..239-259
- Kiswanto, Y. 2005. *Perubahan Kadar Senyawa Bioaktif Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.) dalam Penyimpanan*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Yogyakarta.
- Laksmi, M. 2007. *Curcuma xanthorrhiza (Temulawak) Morfologi, Anatomi dan Fisiologi*. Available from : [http://toiusd.multiply.com/journal/item/240/Curcuma_xanthorrhiza_Temulawak - Morfologi Anatomi dan Fisiologi](http://toiusd.multiply.com/journal/item/240/Curcuma_xanthorrhiza_Temulawak_-_Morfologi_Anatomi_dan_Fisiologi). Accesed on : November, 20, 2009.
- Lynch M., Brigham V.J., Greenberg. 2008. *Burket's Oral Medicine Diagnosis and Treatment Ninth Edition*. Philadelphia : Lippincott-Raven Publishers. pp. 570-584, 706-710.

- Marsh P and Martin V.W. 1999. *Oral Microbiology 4th*. Great Britain : MBG Books Ldt. pp.250-255
- McGinnis, M. 2000. *Candida albicans*. Available from: http://www.doctorfungus.org/thefungi/Candida_albicans.php. Accessed on : December, 21, 2011.
- Neville,B.W., Douglass D., Carl M.A., Jerry E.B. 2002. *Oral & Maxillofacial Pathology*, Second Edition. Pennsylvania : Saunders. pp.189-201.
- Prasetyo, W.S. 2008, *Candidiasis*. Available from : http://fkuii.org/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=1046&page=Wicaksono%20Sigit%20Prasetyo. Accessed on : November, 20, 2009.
- Purnomowati, S. 2009. *Temulawak, Obat Alternatif Berkualitas Tinggi*. Available from : <http://www.pandaisikek.net>. Accessed on : November, 20, 2009.
- Rahardjo,B.M., Tuti K., Sidarningsih., Indah L., Rini D., M.Luthfi. 2006. *Buku Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Semester III Tahun 2006/2007 Edisi Revisi 2*. Surabaya : Laboratorium Mikrobiologi Universitas Airlangga. pp.12, 52-53, 62.
- Regezi, J.A., James J. Sciubba., Richard C.K. 2003. *Oral Pathology*. USA : Elsevier Science. p.100
- Rukayadi Y., Youg D., Hwang.J. 2006. *In Vitro Anticandidal Activity of Xanthorrhizol Isolated from Curcuma xanthorrhiza Roxb*. Journal of Antimicrobial Chemotherapy Vol 57 No.6. Oxford : Oxford University Press. pp.1231-1234.
- Scully, C. 2004. *Oral and Maxillofacial Medicine*. Philadelphia : Elsevier Science Limited. pp. 252-268.
- Sherperd, M.G. 1990. *Biology of Candida Spesies*. England : Butterworth & Co.Ltd. pp.10-16.
- Soenartyo, H. 2000. *Denture Stomatitis : Penyebab dan pengelolaannya*. Majalah Kedokteran Gigi Edisi Oktober Vol 33 No.4. Jakarta. pp.148-151.

- Sidik. 2006. *Gerakan Nasional Minum Temulawak*. Majalah Farmacia Edisi Desember. Jakarta. p. 72
- Sirait M, H. Rimpler, R. Hansel. 1993. *Penapisan Farmakologi dan Pengujian Fitokimia*. Jakarta.
- Sjamsuhidajat, S.S. 1992. *Penelitian Tanaman Obat di Beberapa Perguruan Tinggi di Indonesia Edisi IV*. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Soames J.V and Southam J.C. 1998. *Oral Pathology*. Third Edition, Oxford : Oxford University Press. pp.193-203.
- Suprihatin, S. 2009. *Candidiasis Usus*. Available from: http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/cdk_029_masalah_saluran_cerna.pdf. Accessed on : November, 20, 2009.
- Tjampakasari, C.R. 2006. *Karakteristik Biologik Candida Albicans*. Available from: http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files/13_151_KarakteristikBiologikCandidaAlbicans.pdf/13_151_KarakteristikBiologikCandidaAlbicans.html. Accessed on : November, 20, 2009.
- Trubusid, 2008. *Riset Ampuhnya Temulawak*, Majalah Pertanian Trubus Edisi 15 Agustus 2008. Jakarta. Available from : <http://www.trubus-online.co.id/members/ma/mod.php?mod=publisher&op=viewarticle&cid=4&artid=1400>. Accessed on : November, 20, 2009.
- Winasa, IG. 1994. *Virulensi Spesies Candida pada Rongga Mulut*, Majalah Kesehatan Gigi Indonesia Vol I No.2 Jakarta. h.5-8
- Wiyono, H. 2008. *Candida Albicans*. Available from: <http://www.jawapos.co.id/halaman/index.php?act=detail&nid=37963>. Accessed on : November, 20, 2009.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Jumlah koloni *Candida albicans* dalam ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*)

| No. | Jumlah koloni pada tiap konsentrasi ekstrak | | | | | | |
|------------|--|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% | Kontrol (+) |
| 1. | 141 | 58 | 27 | 9 | 0 | 0 | 295 |
| 2. | 137 | 62 | 29 | 12 | 0 | 0 | 267 |
| 3. | 129 | 53 | 24 | 8 | 0 | 0 | 280 |
| 4. | 131 | 57 | 23 | 7 | 0 | 0 | 225 |
| 5. | 136 | 61 | 26 | 10 | 0 | 0 | 288 |
| 6. | 128 | 50 | 23 | 9 | 0 | 0 | 278 |

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | 50% | 60% | 70% | 80% |
|--|-----------------------|----------|---------|---------|---------|
| N | | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Normal Parameters^{a,b} | Mean | 133.6667 | 56.8333 | 25.3333 | 9.1667 |
| | Std. Deviation | 5.12510 | 4.62241 | 2.42212 | 1.72240 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .199 | .181 | .209 | .205 |
| | Positive | .199 | .132 | .209 | .205 |
| | Negative | -.176 | -.181 | -.168 | -.128 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | .486 | .443 | .512 | .503 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .972 | .989 | .956 | .962 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|---------------------------|---|---------|---------|----------|----------------|
| 50% | 6 | 128.00 | 141.00 | 133.6667 | 5.12510 |
| 60% | 6 | 50.00 | 62.00 | 56.8333 | 4.62241 |
| 70% | 6 | 23.00 | 29.00 | 25.3333 | 2.42212 |
| 80% | 6 | 7.00 | 12.00 | 9.1667 | 1.72240 |
| 90% | 6 | .00 | .00 | .0000 | .00000 |
| 100% | 6 | .00 | .00 | .0000 | .00000 |
| Valid N (listwise) | 6 | | | | |

Descriptives

Jumlah Koloni

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|----------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| 50% | 6 | 133.6667 | 5.12510 | 2.09231 | 128.2882 | 139.0451 | 128.00 | 141.00 |
| 60% | 6 | 56.8333 | 4.62241 | 1.88709 | 51.9824 | 61.6843 | 50.00 | 62.00 |
| 70% | 6 | 25.3333 | 2.42212 | .98883 | 22.7915 | 27.8752 | 23.00 | 29.00 |
| 80% | 6 | 9.1667 | 1.72240 | .70317 | 7.3591 | 10.9742 | 7.00 | 12.00 |
| Total | 24 | 56.2500 | 49.02550 | 10.00729 | 35.5483 | 76.9517 | 7.00 | 141.00 |

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah Koloni

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3.976 | 3 | 20 | .023 |

Group Statistics

| Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------------------|---|----------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni 50% | 6 | 133.6667 | 5.12510 | 2.09231 |
| 60% | 6 | 56.8333 | 4.62241 | 1.88709 |

Independent Samples Test

| | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | | |
|---------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|----------|
| | | | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | F | Sig. | T | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper | |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | .366 | .559 | 27.269 | 10 | .000 | 76.83333 | 2.81760 | 70.55532 | 83.11134 |
| | Equal variances not assumed | | | 27.269 | 9.895 | .000 | 76.83333 | 2.81760 | 70.54631 | 83.12036 |

Group Statistics

| | Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----------|---|----------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni | 50% | 6 | 133.6667 | 5.12510 | 2.09231 |
| | 70% | 6 | 25.3333 | 2.42212 | .98883 |

Independent Samples Test

| | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | | |
|---------------|---|-------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-----------|-----------|
| | | | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper | |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | 6.806 | .026 | 46.812 | 10 | .000 | 108.33333 | 2.31421 | 103.17696 | 113.48971 |
| | Equal variances not assumed | | | 46.812 | 7.127 | .000 | 108.33333 | 2.31421 | 102.88087 | 113.78580 |

Group Statistics

| Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------------------|---|----------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni 50% | 6 | 133.6667 | 5.12510 | 2.09231 |
| 80% | 6 | 9.1667 | 1.72240 | .70317 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|---------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|---|-----------|-----------|
| | | | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | | F | Sig. | T | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | 11.834 | .006 | 56.403 | 10 | .000 | 124.50000 | 2.20731 | 119.58180 | 129.41820 |
| | Equal variances not assumed | | | 56.403 | 6.115 | .000 | 124.50000 | 2.20731 | 119.12348 | 129.87652 |

Group Statistics

| | Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----------|---|---------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni | 60% | 6 | 56.8333 | 4.62241 | 1.88709 |
| | 70% | 6 | 25.3333 | 2.42212 | .98883 |

Independent Samples Test

| | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------------|---|-------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------|---|----------|
| | F | Sig. | T | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper | |
| | | | | | | | | | | |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | 1.999 | .188 | 14.785 | 10 | .000 | 31.50000 | 2.13047 | 26.75302 | 36.24698 |
| | Equal variances not assumed | | | 14.785 | 7.553 | .000 | 31.50000 | 2.13047 | 26.53609 | 36.46391 |

Group Statistics

| | Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----------|---|---------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni | 60% | 6 | 56.8333 | 4.62241 | 1.88709 |
| | 80% | 6 | 9.1667 | 1.72240 | .70317 |

Independent Samples Test

| | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | | |
|---------------|---|-------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|----------|
| | | | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | F | Sig. | T | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper | |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | 4.432 | .062 | 23.670 | 10 | .000 | 47.66667 | 2.01384 | 43.17955 | 52.15378 |
| | Equal variances not assumed | | | 23.670 | 6.362 | .000 | 47.66667 | 2.01384 | 42.80618 | 52.52715 |

Group Statistics

| | Kelompok | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----------|---|---------|----------------|-----------------|
| Jumlah Koloni | 70% | 6 | 25.3333 | 2.42212 | .98883 |
| | 80% | 6 | 9.1667 | 1.72240 | .70317 |

Independent Samples Test

| | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | | |
|---------------|---|-------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|----------|
| | | | | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | F | Sig. | T | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper | |
| Jumlah Koloni | Equal variances assumed | 1.620 | .232 | 13.324 | 10 | .000 | 16.16667 | 1.21335 | 13.46315 | 18.87018 |
| | Equal variances not assumed | | | 13.324 | 9.027 | .000 | 16.16667 | 1.21335 | 13.42313 | 18.91021 |

