

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Candida albicans*

##### 2.1.1 Taksonomi

Genus *Candida* merupakan sel ragi uniseluler yang termasuk ke dalam fungi penghasil spora atau *Ascomycota*, kelas *Saccharomycetes* yang memperbanyak diri dengan cara bertunas, famili *Saccharomycetaceae*. Genus ini terdiri lebih dari 80 spesies, yang paling patogen adalah *C. albicans* diikuti berturutan dengan *C. stellatoidea*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. kefyr*, *C. guilliermondii* dan *C. krusei*. Dan klasifikasi *Candida albicans* adalah sebagai berikut (Baker, 2012) :

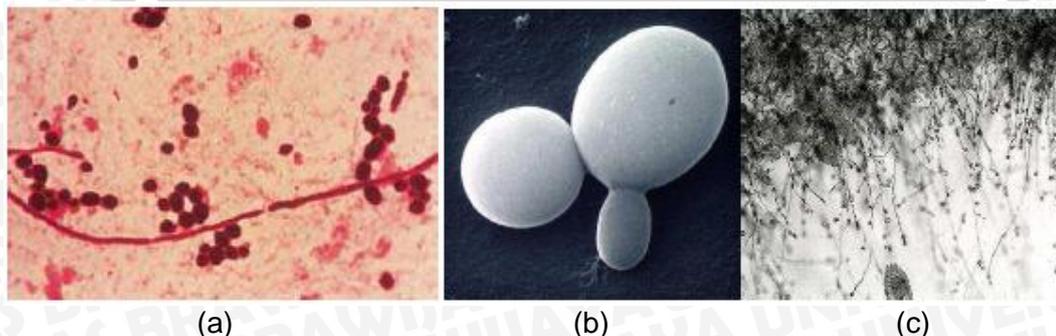
Kingdome	: Fungi (Jamur)
Filum	: Ascomycota (penghasil spora)
Subfilum	: Saccharomycotina
Kelas	: Saccharomycetes
Ordo	: Saccharomycetales
Famili	: Saccharomycetaceae
Genus	: <i>Candida</i>
Spesies	: <i>Candida albicans</i>

##### 2.1.2 Morfologi dan karakteristik

Kandida merupakan mikroorganisme yang hidup pada mukosa hewan dan manusia (Kayser *et al.*, 2003). Selain sebagai patogen yang berkoloni di hewan dan manusia, kandida ditemukan juga pada

lingkungan bebas, terutama pada daun, bunga, air dan tanah (Musrati, 2008). Kandida tersebar di dalam tubuh terutama di membran mukosa saluran pencernaan, sekitar 24 %, dan mukosa vagina, sekitar 5-11 % (Riskillah, 2010). Kandida merupakan genus jamur yang terdiri dari lebih dari 200 spesies, membuatnya menjadi genus yang bervariasi secara ekstrim, dengan persamaan, tidak adanya siklus seksual (Vazquez and Sobel, 2003). Jamur ini bersifat oportunistik dan dari semua spesiesnya, hanya 6 spesies Kandida yang sering ditemukan menyebabkan infeksi, yaitu *Candida tropicalis*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei*, *Candida lusitanae* dan terutama *Candida albicans*, yang menjadi penyebab lebih dari 70 % semua kasus infeksi jamur mukosa dan sistemik (Musrati, 2008; Kayser *et al.*, 2003; Vazquez and Sobel, 2003; Pfaller, 2001).

*Candida albicans* merupakan spesies Kandida yang paling khas (Vazquez and Sobel, 2003). Sebenarnya, *Candida albicans* bisa ditemukan dalam tiga bentuk, yaitu yeast, hifa, atau bentuk intermediet, pseudohifa (Gow *et al.*, 2004). Namun, beberapa praktisi, lebih sering menyebutnya sebagai *dimorphic*, dua bentuk, yaitu yeast dan hifa (Musrati, 2008).



Gambar 2.1 Karakteristik mikroskopis *Candida albicans*. (a) *Candida albicans* pengecatan gram (b) yeast (c) hifa. (Kayser *et al.*, 2005)

Sel yeast, uniseluler dan berbentuk oval atau bulat, dan biasanya membentuk koloni berbentuk kubah, putih dan lembut (Musrati, 2008). Yeast berkembang biak dengan pembelahan mitosis yang disebut *budding*, dimana sel anak lepas dari sel induk (Musrati, 2008). Beberapa kelas jamur, termasuk *Candida albicans* dilengkapi dengan kemampuan membentuk spora untuk meningkatkan kemampuan bertahan hidupnya, seperti *blastophore* dan *chlamyospore*, yang berbentuk bulat, permukaan lembut dan refraktilitasnya tinggi (mengkilat jika dilihat dibawah mikroskop) (Bruno *et al.*, 2003)

Pseudohifa, merupakan bentuk modifikasi yeast yang berlanjut dengan pertumbuhan polar tanpa adanya pemisahan antara sel induk dan sela anak di akhir siklus (Gow *et al.*, 2004). Pseudohifa memiliki ciri khas ketidaksamaan lebar dari proyeksi selulernya, dimana tengah lebih luas dari ujung (Merson-Davies and Odds, 1989).

Hifa merupakan tabung mikroskopis yang mengandung sel unit kompartemen yang dipisahkan dengan septa, Unit-unit ini merupakan perkembangan dari *blastospore* atau perkembangan dari hifa yang sudah ada (Thomas *et al.*, 1998). Saat berbentuk hifa, *Candida albicans* membentuk proyeksi filamen dengan dinding *paralelsided*, sehingga menjaga luas kompartemen tetap sama pada porsi cabangnya (Musrati, 2008).

Kemampuan *Candida albicans* untuk berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk yang lain, disebut *switching* (Whiteaway and Oberholzer, 2004). Ada perubahan bentuk lain yang terjadi selama *switching*, misalnya fase *opaque*, variasi dimana sel menjadi berbentuk

segiempat, alih-alih bentuk oval seperti yeast (Musrati, 2008). Jalur transduksi sinyal sel dan efek transkripsi yang bervariasi telah menunjukkan hubungan pada tatanan bentuk dan *switching Candida albicans* (Sharma *et al.*, 2003).

*Candida albicans* mampu membentuk biofilm pada bentuk yeast maupun hifa (Musrati, 2008). Karena kemampuannya ini, yeast *Candida albicans* diperhitungkan sebagai salah satu mikroorganisme yang paling sering ditemukan pada aliran darah pasien yang rawat inap di rumah sakit (Lopez-Ribot *et al.*, 1998; Crump and Collignon, 2000 dan Rodier *et al.*, 2004). Biofilm *Candida albicans* sudah ditemukan pada gigi palsu dan juga biomaterial lain, seperti *stent*, *shunts*, *endotracheal tube* dan kateter (Nett *et al.*, 2004 dan Taylor *et al.*, 2004).

Biofilm merupakan suatu kumpulan sel mikroba berlapis permukaan yang melekat pada permukaan dan diselubungi matriks polisakarida seperti *alginate*, *Psl* dan *pel-encoded polisakarida* (Donlan, 2002 dan Byrd *et al.*, 2007). Molekul yang bersifat virulen terhadap permukaan mukosa maupun epitel.

Untuk membentuk biofilm, *Candida albicans* harus menempel, berkolonisasi dan kemudian membentuk biofilm (Musrati, 2008). Pembentukan biofilm *Candida albicans* tergantung pada banyak faktor, seperti sifat permukaan peralatan, keberadaan *host-derived conditioning film* dan aliran cairan (Chandra *et al.*, 2002). Biofilm yang dibentuk oleh *Candida albicans* merupakan selapis sel yeast yang terletak paling bawah, melekat pada peralatan, diikuti lapisan sel filamen dalam bentuk

hifa, diselubungi matriks eksoplasmik yang luas (Baillie and Douglas, 1999)

### 2.1.3 Media Perkembangbiakan

Pada dasarnya, jamur bisa ditanam pada tiga medium kultur, yaitu alami, *dehydrated* dan buatan (Musrati, 2008). *Candida albicans* bisa tumbuh pada banyak medium nutrient standard, khususnya pada medium Sabouraud agar dan tabung kultur darah (Kayser *et al.*, 2003; Vazques and Sobel, 2003). Medium yang paling sering digunakan untuk kultur *Candida albicans* adalah SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) yang merupakan media *dehydrated* (Musrati, 2008). Pada dasarnya, media ini mengandung dekstrosa dan ekstrak daging sapi, dan berguna pada aplikasi klinis karena hanya bisa ditumbuhi candida, dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, seperti fungi (Musrati, 2008). Pada mayoritas situasi, *Candida albicans* tidak membutuhkan kondisi khusus untuk pertumbuhannya (Vazquez and Sobel, 2003). Dan setelah masa inkubasi selama 48 jam, akan terbentuk lapisan koloni yang lembut, dengan permukaan kasar, berbentuk bulat, berwarna krem keputihan, dan mengkilap (Kayser *et al.*, 2003; Vazques and Sobel, 2003).



Gambar 2.2 Hasil Kultur *Candida albicans* pada medium SDA (Kurtaran, 2014)

## 2.1.4 Identifikasi *Candida albicans*

### 2.1.4.1 Karakteristik

Beberapa spesies *Candida*, seperti *Candida albicans*, bisa diidentifikasi dengan mudah, dengan mengamati karakteristik dasar pertumbuhannya, karakteristik morfologi, bukti metabolit dan biokimianya dan dengan kit komersial yang bisa mengevaluasi asimilasi karbohidrat dan reaksi fermentasi dan mampu menentukan identifikasi spesies candida yang diisolasi dalam waktu 2–4 hari (Kayser *et al.*, 2003; Vazquez and Sobel, 2003).

### 2.1.4.2 Pewarnaan Gram

Pada pemeriksaan mikroskopis dengan pengecatan gram, ditemukan gambaran candida albicans, sebagai berikut, yeast, berbentuk oval dengan ukuran 4-6  $\mu\text{m}$ , dan berdinding sel tipis (Kayser *et al.*, 2003; Vazquez *and* Sobel, 2003). Sering ditemukan pseudohifa gram positif dan kadang *mycelia* bersepta (Kayser *et al.*, 2003).

### 2.1.4.3 Uji produksi *Germ Tube*

*Germ tube* merupakan istilah untuk menyebut proyeksi hifa pada awal siklus sel sebelum septasi (Suzuki *et al.*, 2000). Cara cepat identifikasi *Candida albicans* bisa dilakukan dengan uji produksi germ tube, walaupun tidak spesifik (Vazquez *and* Sobel, 2003). Uji ini dilakukan dengan cara, menumbuhkan jamur dalam serum pada suhu 37° C dan mengamati pertumbuhan proyeksi kecil dinding sel yang berkembang setelah masa inkubasi, sekitar 60-90 menit (Odds, 1988). Ketidak spesifikan uji ini adalah karena ada dua spesies candida lainnya, yang

juga memproduksi *germ tube*, sehingga bisa menghasilkan hasil positif palsu, yaitu *Candida stellatoidea* dan *Candida dubliniensis* (Sullivan 1995).

Tabel 2.1 Kriteria morfologi yang membedakan *Candida albican* dengan kandida lainnya (William and Lewis, 2000)

Candida species	Morphology		
	Germ tube	Pseudohyphae	Chlamydsopores
<i>C. albicans</i>	+	+	+
<i>C. tropicalis</i>	some	+	some
<i>C. stellatoidea</i>	+	+	some
<i>C. parapsilosis</i>	-	+	-
<i>C. krusei</i>	-	+	-
<i>C. guilliermondii</i>	-	+	-
<i>C. glabrata</i>	-	-	-
<i>C. kefyr</i>	-	+	-

## 2. 2 Kandidiasis

### 2. 2. 1 Introduksi

Dalam beberapa dekade terakhir, spesies *Candida* telah mengalami perkembangan dari patogen yang dianggap jarang menimbulkan gangguan menjadi patogen yang penting dan umum menyerang manusia dan menyebabkan penyakit infeksi spektrum luas, baik superfisial maupun pada organ dalam (Vazquez and Sobel, 2003). Sumber infeksi superfisial seringkali didapat dari komunitas dan merupakan penyebab kematian yang tinggi (Vazquez and Sobel, 2003).

### 2. 2. 2 Patogenesis dan patologi

Infeksi candida berkaitan dengan perubahan bentuk sel-sel candida dari bentuk yeast menjadi bentuk *mycelium* (Riskillah, 2010).

*Mycelium* berbentuk panjang dengan struktur seperti akar yang disebut rhizoid. Rhizoid dapat menembus mukosa yang terdapat pada mulut dan vagina, dan dapat juga masuk melalui sel-sel epitel di saluran cerna. Invasi ini dapat berlanjut hingga ke pembuluh darah dan dapat menyebabkan septisemia (Riskillah, 2010). Selain itu, penggunaan kortikosteroid dan antibiotik spektrum luas dalam jangka waktu yang lama, juga mempermudah terjadinya infeksi oleh jamur ini (Narins *et al.*, 2003; Kayser *et al.*, 2003).

2.2.2.1 Mekanisme infeksi candida adalah sebagai berikut, (Riskillah, 2010)

a. Perlekatan pada sel-sel epitel

Kemampuan adesif *Candida albicans* dipengaruhi berapa hal (Vazquez *and* Sobel, 2003). Yang pertama, adanya beberapa gen yang memproduksi protein yang berperan pada adesi sel, termasuk ALS (*Adhesion Like Sequence*) yang mengkode protein HWP-1, protein adesi yang melekat pada sel epitel bukal (Staab *et al.*, 1999).

Yang kedua, frekuensi paparan, semakin sering patogen tersebut terpapar dengan sel epitel, semakin kuat daya adesinya (Vazquez *and* Sobel, 1999)

b. Kemampuan membentuk koloni,

Kemampuan membentuk koloni tergantung pada kemampuan perlekatan mikroorganisme pada sel epitel dan protein, yang membuatnya mampu bertahan melawan gaya cairan yang berfungsi melepaskan partikel asing (Sundstrom, 1999)

c. Penetrasi sel-sel epitel

Invasi sel inang dimulai dengan penetrasi dan merusak *outer cell envelope* (Vazquez and Sobel, 1999). Transmigrasi di mediasi oleh proses fisik maupun enzimatik (Vazquez and Sobel, 2003). *Candida* memiliki tiga gen yang mengkode pembentukan fosfolipase dan aktivitas proteolitik ini berhubungan dengan patogenitasnya (Staib, 1969). Fosfolipase ini dikonsentrasikan pada ujung pertumbuhan hifa, untuk memecah fosfolipid dan protein pada membran sel inang dan menginduksi lisis sel dan membantu invasi sel (Vazquez and Sobel, 2003).

d. Invasi vaskular, diikuti penyebaran

e. Perlekatan dengan sel-sel endotel

f. Penetrasi ke jaringan

#### 2.2.2.2 Faktor Virulensi

1. Perubahan fenotip

Faktor biologis yang berkontribusi pada kemampuan *Candida albicans* untuk menyebabkan penyakit, sebelumnya sudah ditetapkan dengan fenotip nya (Vazquez and Sobel, 2003). Deret total genom *Candida albicans* telah menunjukkan efek gen pada virulensi *Candida albicans* pada hewan coba (Vazquez and Sobel, 2003).

2. Bentuk dan susunan hifa

*Candida albicans* mengalami perubahan morfologis yang *reversible* antara *budding* pseudohifa dan bentuk pertumbuhan

hifa (Brown and Gow, 1999). Semua bentuk ada pada spesimen jaringan penyakit klinis (Vazquez and Sobel, 2003). Sel jamur dapat berkembang lebih efektif, sementara hifa membantu invasi jaringan epitel dan endotel serta membantu menghindari serangan makrofag (Gow *et al.*, 1992).

*Double mutan Candida* (chp1/chp1, efg1/efg1) yang terkunci pada bentuk yeast, terbukti avirulen pada model hewan coba tikus (Lo *et al.*, 1997). Kemampuan untuk berubah bentuk dari satu bentuk ke yang lain, memberikan pengaruh langsung pada kapasitas candida untuk menyebabkan penyakit (Vazquez *and* Sobel, 2003). Obat yang hanya menghambat transformasi yeast-hifa tanpa aktivitas fungisidal, terbukti mampu berperan dalam menekan gejala klinis (Vazquez *and* Sobel, 2003).

### 2. 2. 3 Faktor Predisposisi

Infeksi candida hampir bisa dipastikan hanya terjadi, bila ada faktor endogen yang ikut berperan. Kandidosis biasanya berkembang pada pasien yang mengalami imunokompromis, mayoritas paling sering, adanya gangguan imunitas seluler. Yang paling sering terinfeksi adalah mukosa, selanjutnya kulit luar dan organ dalam (kandidiasis *deep seated*) (Kayser *et al.*, 2003).

#### 2.2.3.1 Faktor Endogen

##### 1. Perubahan fisiologik

###### a. Kehamilan

adanya perubahan pH pada vagina

- b. Kegemukan, karena banyak keringat
- c. Debilitas
- d. Iatrogenik
- e. Endokrinopati, misal pada penderita diabetes yang mengalami gangguan gula darah, sehingga mempengaruhi kondisi kulit
- f. Penyakit kronis dengan keadaan umum yang buruk

## 2. Umur.

Orangtua dan anak-anak lebih mudah terinfeksi. Karena status imunologis anak-anak belum sempurna dan pada orangtua sudah menurun.

## 3. Imonologik (imunodefisiensi)

(Riskillah, 2010)

### 2. 2. 3. 2 Faktor Eksogen

#### 1. Iklim,

Panas dan kelembaban menyebabkan perspirasi meningkat

#### 2. Kebersihan kulit

#### 3. Kebiasaan

Misal, kebiasaan merendam kaki yang terlalu lama dapat menimbulkan maserasi dan memudahkan masuknya jamur

(Riskillah, 2010)

### 2.2.4 Diagnosis

Dengan pemeriksaan mikroskopis dari sampel preparat, menggunakan pengecatan Gram (Kayser *et al.*, 2003). Diagnosis dilakukan dengan pemeriksaan mikroskopis pada kerokan kulit atau

usapan mukokutan (Kayser *et al.*, 2003). Diperiksa dengan larutan KOH 10% atau dengan pewarnaan Gram. Selain itu dapat juga dilakukan kultur pada agar Saboroud, baik yang telah ditambahkan antibiotik maupun yang tidak (Riskillah, 2010). Perbenihan disimpan dalam suhu 37° selama 24-48 jam, terlihat *yeast like colony*. Identifikasi *Candida albicans* dapat dilakukan dengan menggunakan *corn meal agar* (Arenas, 2001; Kayser *et al.*, 2005; Kuswadji, 2005). Tes serologi seperti imunodifusi, aglutinasi *latex*, fiksasi komplemen, ELISA atau antibodi *fluorescent* dapat digunakan dan cukup membantu dalam identifikasi pada infeksi sistemik (Arenas, 2001; Kayser *et al.*, 2005).

## 2.2.5 Terapi

Tindakan pertama yang perlu dilakukan adalah menghilangkan atau mengurangi faktor-faktor predisposisi yang memicu timbulnya infeksi (Riskillah, 2010). Pengobatan medikamentosa diberikan sesuai dengan lokasi infeksi (Riskillah, 2010). Ketokonazol merupakan salah satu obat yang sering digunakan untuk pengobatan candidiasis, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Orhon dkk, bahwa sebanyak 91,4% *C. albicans* yang diisolasi dari pasien-pasien infeksi oleh karena penggunaan kateter, vaginitis dan infeksi oral masih sensitif terhadap ketokonazol (Orhon *et al.*, 1999; Arenas, 2001; Narins *et al.*, 2003; Brooks *et al.*, 2004; Kayser *et al.*, 2005; Kuswadji, 2005).

## 2. 2.6 Penyulit

### 2. 2.6.1 Resistensi dan mekanisme resistensi *Candida albicans*

Pembentukan biofilm, pada hubungannya dengan banyak infeksi nosokomial yang didapat dari rumah sakit (Potera, 1999), membuat

*Candida albicans* menjadi resisten terhadap ancaman dari luar, seperti obat-obatan antifungal (Baillie and Douglas, 2000; Mah and O'Toole, 2001, dan Chandra *et al.*, 2003). Pembentukan biofilm pada *Candida albicans* membuatnya mampu bertahan ratusan kali lipat pada antifungal flukonazole dan 20-30 kali lebih resisten pada amphotericin B daripada sel planktonik (Kumamoto, 2002).

### 2. 2. 7 Manifestasi Klinis

Berdasarkan jenis sel dan lokasi infesinya, kandidiasis akibat *Candida albicans* dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu (Riskillah, 2010):

#### a. Kandidiasis mukosa

##### 1. Kandidiasis oral (*thrush*)

Pada kandidiasis oral terlihat mukosa yang berwarna merah yang diselubungi bercak-bercak putih. Biasanya bersifat *asymptomatic*, tetapi dapat juga diikuti dengan perasaan terbakar (*burning sensation*). Lesi dapat berbentuk difus maupun lokal, bersifat erosif, dan berbentuk seperti pseudomembran (Riskillah, 2010).



Gambar 2.3 Kandidiasis oral, infeksi di permukaan lidah, mukosa pipi dan palatum mole pada pasien AIDS (Kayser *et al.*, 2005)

##### 2. Perleche

Lesi berupa fisur pada sudut mulut, lesi ini mengalami maserasi, erosi basah dan dasarnya eritematosa (Simatupang, 2009). Faktor predisposisinya ialah defisiensi riboflavin (Kuswadi, 1999)

### 3. Vulvovaginitis

Penyebab umumnya adalah *Candida albican* (Tortora *et al.*, 2004). Factor predisposisinya adalah hilangnya pH asam (Simatupang, 2009). Predisposisi lainnya adalah diabetes, kehamilan dan kehamilan (Brooks *et al.*, 2007). Biasanya diderita oleh pasien diabetes mellitus dan wanita hamil (Kuswadi, 1999). Pada vaginitis dapat ditemukan peradangan yang diikuti dengan *leucorrhea* dan gatal-gatal, dapat juga ditemukan *dyspareunia* apabila lesi telah mencapai vulva dan perineum (Riskillah, 2010). Pada yang berat, terdapat rasa panas dan nyeri sesudah miksi dan dispareunia (Simatupang, 2009). Fluor albus nya berwarna kekuningan. Tanda yang khas adalah gumpalan kepala susu berwarna putih kekuningan (Simatupang, 2009). Gumpalan tersebut berasal dari massa yang terlepas dari dinding vulva atau vagina terdiri atas bahan nekrotik, sel sepiel dan jamur (Kuswadi, 1999).

### 4. Balanitis atau balanopostitis

Penderita mendapat infeksi karena kontak seksual dengan wanita yang menderita vulvovaginitis (simatupang, 2009). Lesi berupa erosi, pustul dengan dinding tipis pada glans penis dan sulkus koronarius glandis (Kuswadi, 1999).

### 5. Kandidiasis mukokutan kronis

*Candidiasis* mukokutan kronik timbul karena adanya defek fungsional pada limfosit dan leukosit atau sistem hormonal. Penyakit ini dapat juga berhubungan dengan adanya keganasan. Lesi timbul pada kuku, kulit, mukosa, atau dapat juga timbul di daerah yang lebih dalam dan menimbulkan *candida granuloma* (Arenas, 2001; Kayser *et al*, 2005; Kuswadji, 2005).



Gambar 2.4 Kandidiasis mukokutan kronik pada anak dengan sindrom imunodefisiensi selular (Kayser *et al*, 2005)

#### 6. Kandidiasis bronkopulmoner dan paru

##### b. Kandidiasis kutis

Merupakan bentuk yang paling sering dari kandidiasis (Simatupang, 2009). Pada kebanyakan kasus, tidak bersifat invasif atau mengancam nyawa (Anaissie, 2007). Infeksi kulit terutama pada bagian tubuh yang basah, hangat, seperti ketiak lipat paha, skrotum, atau lipatan payudara (Simatupang, 2009). Infeksi paling sering pada orang gemuk dan diabetes (Simatupang, 2009). Lesinya berupa

kemerahan dan mengeluarkan cairan dan dapat membentuk vesikel (Simatupang, 2009). Pada kulit di sela jari tangan paling sering terjadi, jika tangan direndam air cukup lama, seperti pada pembantu rumah tangga, tukang masak, pengurus sayur dan ikan (Jawetz, 1996).

Jenis kandidosis kutis : (Kuswadi, 1999)

1. Kandidosis intertriginosa
  2. Kandidosis perianal
  3. Kandidosis kutis generalisata
  4. Kandidosis kutis granulomatosa
  5. Diaper rash
- c. Kandidiasis sistemik

*Candidiasis* yang telah masuk ke dalam aliran darah dapat menyebar ke berbagai organ seperti ginjal, limpa, jantung, otak, dan menimbulkan berbagai penyakit seperti endokarditis, meningitis, *endophthalmitis* dan pielonefritis (Arenas, 2001; Narins *et al*, 2003; Brooks *et al*, 2004; Kayser *et al*, 2005; Kuswadji, 2005).

- d. Reaksi id (candidid)

Reaksi id (*candidid*) terjadi karena adanya metabolit *Candida*. Gejala klinisnya berupa vesikel-vesikel yang bergerombol mirip dengan dematofitid. Pada daerah tersebut tidak ditemukan adanya jamur. *Candidid* akan sembuh sendiri bila kandidiasis diobati (Kuswadji, 2005).

## 2.3 Anting-anting (*Acalypha indica L.*)

### 2.3.1 Taksonomi dan Determinasi dan Deskripsi Morfologi

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan Berbunga)
Subdivisi	: Angiospermae (Tumbuhan Berbiji Tertutup)
Kelas	: Magnoliopsida/Dicotyledoneae (Berkeping dua/dikotil)
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales / Malpighiales
Famili	: Euphorbiaceae
Subfamili	: Euphorbiadeae
Genus	: <i>Acalypha</i>
Spesies	: <i>Acalypha indica</i>
Nama Umum	: Anting – anting, copperleaf herb (Inggris), tie xian (China) (Harahap, 2006)



Gambar 2.5 Tumbuhan Anting-anting (*Acalypha indica*) (Sumber : Govindarajan, 2008)

### 2.3.2 Kandungan Kimia *Acalypha indica*

Pada tabel dibawah ini, merupakan hasil fitokimia ekstrak daun anting-anting, dengan pelarut air dan etanol. Hasilnya menunjukkan, bahwa ekstraksi dengan pelarut etanol, lebih banyak mengandung bahan aktif.

Tabel 2.2 Kandungan Bahan aktif ekstrak daun anting-anting (Selvan *et al.*, 2012)

S.No.	Phytochemical Constituents	Aqueous extract	Ethanolic extract
1	Tannins		+
2	Phlobatannins		-
3	Saponins	+	+
4	Flavonoids	+	+
5	Terpenoids	+	+
6	Cardiac glycosides	+	+
7	Steroids		+

(+) Present ; (-) Absent

### 2.3 Aktivitas Antifungi

Pada tabel berikut, diterangkan kelas-kelas dari bahan aktif yang berfungsi sebagai antifungal dan mekanisme kerjanya.

Tabel 2.3 mekanisme kerja bahan aktif sebagai antifungal (Fadhila, 2010)

Kelas	Subkelas	Contoh	Mekanisme
Fenolik	Fenolik sederhana	Catechol	Mengikat substrat merusak membran sel
		Epicatechin	
Asam fenolik	Quinon	Asam cinnamic	Mengikat adhesin kompleks pada dinding sel, inaktif enzim
		Hypericin	Mengikat adhesin kompleks pada dinding sel
Flavonoid	Flavon	Chrysin	Inaktif enzim
		Abyssinone	Menghambat enzim reverse transkriptase
Flavonol	Tanin	Totarol	Mengikat protein
		Ellagitannin	Mengikat pada adhesin Menghambat enzim Mengikat substrat Menggangu kompleks dinding sel Merusak membran sel Metal ion complexation

Ekstrak daun anting-anting memiliki 3 kandungan zat aktif yang berfungsi sebagai antifungal, yaitu saponin, tanin, dan flavonoid. Yang pertama adalah saponin, saponin merupakan glukosida yang larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter. Saponin paling tepat diekstraksi dari tanaman dengan pelarut etanol 70-96% atau metanol (Suharto *dkk.*, 2011). Saponin bekerja

sebagai antifungi dengan menurunkan tegangan permukaan sehingga permeabilitas dinding sel naik dan membran sel menjadi rusak dan menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel fungi yaitu protein, asam nukleat dan nukleotida (Darsana dkk, 2012). Saponin juga dapat bekerja dengan menghambat DNA *polymerase* sehingga terjadi gangguan pada sintesa asam nukleat fungi (Lingga dkk, 2005).

Selanjutnya adalah tannin, Senyawa tannin adalah senyawa astringent yang memiliki rasa pahit dari gugus polifenolnya yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Mekanisme kerja tanin sebagai antifungi berhubungan dengan kemampuan tanin dalam menginaktivasi adesi fungi. Polipeptida dinding sel, yang menjadi target kerja tannin, akan mengalami kerusakan, karena tanin merupakan senyawa fenol (Naim, 2004). Terjadinya kerusakan pada dinding sel fungi menyebabkan kerusakan membran sel yaitu hilangnya sifat permeabilitas membran sel sehingga keluar masuknya zat-zat antara lain air, nutrisi, enzim-enzim tidak terseleksi. Apabila enzim keluar dari dalam sel, maka akan terjadi hambatan metabolisme sel dan selanjutnya akan mengakibatkan terhambatnya pembentukan ATP yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan sel. Bila hal ini terjadi, maka akan terjadi kematian fungi (Hayati dkk, 2009). Selain itu, tannin bertindak seperti asam ringan berdasarkan banyak gugus-OH fenolik. Asam *tannic* adalah bentuk yang paling sederhana hydrolysable tannin. Tannin kualitas tinggi mengandung 65-76% asam *tannic*. Salah satu sifat yang paling penting dari tannin dan asam *tannic* adalah kemampuannya untuk membentuk kompleks *chelate* dengan ion logam (Ismarani, 2012).

Yang terakhir adalah flavonoid, flavonoid merupakan sebuah senyawa polar yang pada umumnya mudah larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol dan aseton. Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol. Senyawa fenol mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus dan fungi. Senyawa-senyawa flavonoid umumnya bersifat antioksidan dan banyak yang telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat-obatan. Senyawa flavonoid dan turunannya memiliki dua fungsi fisiologi tertentu, yaitu sebagai bahan kimia untuk mengatasi serangan penyakit (sebagai antifungi) dan antivirus bagi tanaman. Para peneliti lain juga menyatakan pendapat sehubungan dengan mekanisme kerja dari flavonoid dalam menghambat pertumbuhan fungi, antara lain bahwa flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel fungi. Selain itu flavonoid juga mampu menghambat motilitas fungi (Darsana *dkk*, 2012).

