

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Batuk**

Saluran pernapasan merupakan gerbang utama tempat mikroorganisme memasuki tubuh dan mengakibatkan infeksi. Salah satu akibat infeksi oleh mikroorganisme terhadap saluran pernapasan adalah batuk kronis, yaitu batuk yang berlangsung lebih dari tiga minggu (Azwar dan Salawati, 2012).

Kemampuan untuk batuk merupakan mekanisme yang penting untuk membersihkan saluran napas bagian bawah. Banyak orang dewasa normal yang batuk beberapa kali setelah bangun pagi hari untuk membersihkan trakea. Namun, batuk juga merupakan gejala terserang penyakit pernapasan. Segala jenis batuk yang berlangsung lebih dari tiga minggu harus diselidiki untuk memastikan penyebabnya. Akseptor dari batuk tersebar sangat luas, bukan saja disepanjang saluran pernapasan yakni laring, trakea, dan bronkus, akan tetapi juga pada faring, *sinus paranasalis*, *pericardium*, *diafragma*, dan mungkin pula pada alat-alat *visceral* lainnya (Warisman dan Janis, 2017).

Batuk merupakan suatu mekanisme refleks yang sangat penting untuk menjaga jalan napas agar tetap terbuka dengan cara menyingkirkan hasil sekresi lendir yang menumpuk, gumpalan darah dan benda asing pada jalan napas, selain itu batuk juga dapat disebabkan oleh iritasi jalan napas. Batuk karena iritasi pada mukosa bronkus disebabkan oleh peradangan, baik oleh bakteri, virus, dan jamur disertai dengan mukus yang banyak (Thristy dan Siregar, 2016).

Batuk dibagi atas 5 fase, yakni inspirasi, glotis tertutup, kontraksi otot-otot ekspirasi, glotis terbuka secara tiba-tiba, dan fase yang terakhir adalah udara

dikeluarkan secara tiba-tiba. Efektif tidaknya batuk tergantung kepada 3 hal, yakni kompresi udara yang dikeluarkan, partikel yang terdapat didalam udara batuk, dan kecepatan linier dari gas yang dikeluarkan (Warisman dan Janis, 2017).

## **B. Sputum**

Sputum adalah sekret yang dibatukkan dan berasal dari bronki, bukan bahan yang berasal dari tenggorokan, hidung, atau mulut. Pemeriksaan sputum sering dilakukan untuk menegakkan diagnosis beberapa penyakit yang berhubungan dengan saluran pernapasan, misalnya tuberkulosis paru yang disebabkan oleh bakteri atau penyakit yang disebabkan oleh infeksi jamur. Infeksi jamur pada paru – paru disebut dengan mikosis paru. Penyakit paru akibat jamur dapat dipengaruhi oleh penggunaan obat *kortikosteroid*, *imunosupresif*, dan *sitostatika*. Akibat dari penggunaan obat-obat tersebut tidak hanya jamur yang bersifat patogen yang bisa menjadi penyebab infeksi, tetapi jamur saprofit pun juga menjadi penyebab infeksi (Warisman dan Janis, 2017).

Menentukan etiologi dan menegakkan diagnosis pada penyakit paru akibat jamur bukanlah hal yang mudah. Untuk menegakkan diagnosis pasti mikosis paru, maka harus dilakukan isolasi dan identifikasi terhadap jaringan dan spesimen secara langsung menggunakan mikroskop dan dengan pemeriksaan kultur pada media biakan. Pemeriksaan jamur secara mikroskopis sering menggunakan spesimen sputum, tetapi ada juga yang menggunakan bilasan dari bronkus. Pemeriksaan spesimen jamur secara mikroskopis dapat dilakukan dengan menggunakan KOH, LCB atau *calcofluor white* (Warisman dan Janis, 2017).

Sampel sputum yang baik adalah sputum yang diletakkan pada pot transparan, volumenya 3,5 – 5 ml, kental dan warnanya hijau kekuningan

(*purulent*). Sputum yang kental dapat berubah menjadi encer karena penyimpanan yang tidak sesuai. Encernya sputum dapat disebabkan karena sputum disimpan pada suhu yang hangat. Suhu hangat dapat menyebabkan pecahnya granula – granula pada senyawa sputum sehingga cairan akan keluar dari granula sehingga sputum tampak lebih encer. Kondisi sputum encer dapat digunakan sebagai tanda bahwa kualitasnya sudah menurun. Sputum encer akan menyulitkan pada saat pembuatan sediaan. Bau sputum yang sudah tersimpan 24 jam pada suhu ruang akan berbau tajam atau menyengat, berbeda dengan bau sputum baru yang khas (Budiharjo dan Purjanto, 2016).

Perubahan bau sputum disebabkan karena tumbuhnya mikroba pembusuk dan kemungkinan adanya jamur, sehingga baunya menjadi menyengat. Sputum adalah sumber nutrisi juga bagi mikroba lain selain *mycobacterium tuberculosis*, sehingga sangat dimungkinkan bila dibiarkan pada suhu ruang dapat ditumbuhi oleh mikroba lain seperti jamur dan bakteri pembusuk lain. Bakteri pembusuk dan jamur lain yang tumbuh pada sputum inilah yang menyebabkan bau sputum lebih menyengat (Budiharjo dan Purjanto, 2016).

Menurut Budiharjo dan Purjanto (2016), timbulnya jamur dan mikroba lain sebagai akibat penyimpanan sampel sputum dapat mengganggu pemeriksaan mikroskopis terutama pada pembacaan hasil. Pembacaan yang terganggu dapat menyebabkan hasil pembacaan mikroskopis menjadi tidak jelas sehingga dapat menghasilkan positif palsu atau negatif palsu. Oleh sebab itu, maka sampel sputum harus disimpan pada tempat yang tepat sebelum dilakukan pemeriksaan pada sampel.

### C. Jamur

Jamur adalah kelompok mikroba *eukariotik heterotrofik* yang tersebar luas di alam, bersifat saprofit yaitu mendapatkan nutrient dari penguraian bahan organik sisa jasad hidup. Jamur berbeda dengan tumbuhan lain karena selnya tidak mempunyai klorofil (Ristiati, 2015). Setiap sel jamur setidaknya memiliki satu nukleus dan membran nukleus, retikulum endoplasma, mitokondria dan aparatus sekretorik. Kebanyakan jamur merupakan aerob obligat atau fakultatif (Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2012).

Jamur dapat membentuk filamen yang disebut hifa yang terdiri atas sel tunggal panjang. Hifa mengabsorpsi nutrisi dari lingkungannya serta berperan dalam reproduksi dengan membentuk hifa reproduktif yang mengandung spora. Hifa mempunyai dinding sel yang terdiri atas kitin, selulosa, dan polisakarida. Hifa mempunyai diameter antara 5 – 10 milimikron. Jamur yang tidak membentuk hifa disebut dengan khamir. Khamir memiliki sel tunggal, dan membentuk koloni seperti bakteri (Ristiati, 2015).

Berdasarkan ada atau tidaknya sekat pada hifa, ada 3 macam hifa yaitu :

1. *Aseptat* atau *senosit*: hifa seperti ini tidak mempunyai dinding sekat atau septum.
2. *Septat* dengan sel – sel uninukleat: sekat membagi hifa menjadi ruang atau sel yang berisi nukleus tunggal, terdapat pori pada setiap sekat sehingga memungkinkan hubungan antara sel yang satu dengan yang lain.
3. *Septat* dengan sel – sel multinukleat: sekat membagi hifa menjadi sel – sel dengan lebih dari satu nukleus (Ristiati, 2015).

Kumpulan hifa disebut dengan miselium. Miselium dapat menjadi vegetatif (somatik) dan reproduktif. Hifa dari miselium somatik menembus medium untuk mendapat zat makanan. Miselium reproduksi berperan dalam pembentukan spora dan tersebar meluas ke udara (Ristiati, 2015).

Jamur dapat lebih bertahan dalam keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan jika dibandingkan dengan mikroba lainnya. Sebagai contoh, khamir dan kapang dapat tumbuh dalam medium yang berisi konsentrasi gula yang menghambat pertumbuhan mikroba lain. Jamur dapat tumbuh dalam kisaran suhu yang luas dengan suhu optimum bagi spesies saprofitik 22° - 30°C sedangkan spesies patogenik suhu optimum antara 30° - 37°C. Beberapa jenis jamur bahkan dapat tumbuh pada suhu mendekati 0°C. Berbeda dengan bakteri, jamur tidak dapat menggunakan karbon anorganik seperti karbondioksida. Karbon harus berasal dari sumber organik misalnya glukosa. Beberapa spesies dapat menggunakan nitrogen, itulah sebabnya mengapa medium biakan untuk jamur biasanya berisi pepton (suatu produk protein yang terhidrolisis) (Ristiati, 2015).

#### **D. Jenis Jamur yang Dapat Menyebabkan Infeksi pada Manusia**

Menurut Elliott dkk., (2013) terdapat empat kelompok jamur yang menyebabkan penyakit pada manusia, yaitu :

##### **1. Kelompok ragi (*yeast* / khamir)**

Karakteristik *yeast* (khamir) yaitu uniseluler, *non filamentus*, membentuk *pseudohifa*, berbentuk oval atau *spheris*, umumnya *non motil*, reproduksi aseksual (pembelahan) dan seksual, bersifat anaerob fakultatif yang artinya mereka dapat hidup baik dalam keadaan aerob maupun anaerob. Jika terdapat oksigen maka jamur ini akan melakukan respirasi aerob atau metabolisme karbohidrat menjadi

karbon dioksida dan air namun jika tidak terdapat oksigen maka jamur ini akan melakukan fermentasi karbohidrat yang menghasilkan etanol dan karbondioksida (Hartati, 2012).

Contoh jamur kelompok ragi (*yeast*) yaitu *Cryptococcus neoformans*. *Cryptococcus neoformans* adalah ragi berkapsul yang dapat ditemui di seluruh dunia. Habitat alaminya adalah tanah, khususnya tanah yang tercemar oleh kotoran burung. Jamur ini dapat diisolasi dari sputum, cairan *bronchoalveolar lavage* serta biopsi jaringan. Infeksi dapat terjadi melalui inhalasi jamur. Infeksi pada manusia jarang terjadi, sebagian besar ditemukan pada orang dengan gangguan imunitas seperti pada penderita HIV. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit meningitis (Elliott dkk., 2013).

## **2. Kelompok *yeast-like* fungi**

Kelompok ini tumbuh terutama sebagai ragi yang membentuk tunas, juga dapat membentuk rantai sel filamentosa memanjang yang disebut *pseudohifa*. Contohnya yaitu *Candida albicans* (Elliott dkk., 2013).

Genus *Candida* memiliki sejumlah spesies, seperti *Candida albicans* (patogen yang paling sering diisolasi), *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis* dan *Candida dubliniensis*. *Candida albicans* adalah flora komensal mulut dan *tractus gastrointestinal*. Infeksi candida superfisial adalah infeksi yang sering terjadi, berupa kandidiasis vagina dan oral (*thrush*), infeksi kulit dan kuku yang mungkin ditimbulkan akibat tangan yang terendam dalam air untuk waktu yang lama, atau sebagai komplikasi terapi antibiotik yang dapat mengurangi flora bakteri untuk sementara. Infeksi *candida invasive* dapat mengenai *tractus gastrointestinal* (misal : esofagus), paru – paru dan *tractus urinarius*. Kandidemia

dapat menyebabkan pembentukan abses di berbagai organ (misalnya otak dan hepar) infeksi ini terutama terjadi pada pasien dengan gangguan imunitas (Elliott dkk., 2013).

### **3. Kelompok jamur filamentosa (*molds* / kapang)**

Karakteristik kapang (*molds*) yaitu multiseluler, reproduksi secara seksual atau aseksual dan memiliki sifat aerob obligat yang artinya memerlukan oksigen dalam melakukan respirasi (Hartati, 2012). Jamur kelompok ini tumbuh sebagai filamen (hifa) dan menghasilkan anyaman yang disebut miselium, menghasilkan spora aseksual (konidia), yang mungkin bersel tunggal atau bersel banyak. Konidia dihasilkan di rantai panjang hifa aerial (konidiofor). Contoh jamur dari kelompok ini yaitu *Aspergillus*, *Trichophyton* dan *Zygomycetes* (seperti *Mucor*) (Elliott dkk., 2013).

Genus *Aspergillus* memiliki beberapa spesies, seperti *Aspergillus fumigatus* (patogen paling sering pada manusia) dan *Aspergillus niger*. Jamur ini merupakan saprofit yang umum dan dapat dijumpai di seluruh dunia, sering ditemukan pada tanah dan pada debu. *Aspergillus niger* sering menyebabkan infeksi telinga, sementara *Aspergillus fumigatus* dapat menyebabkan infeksi paru yang terjadi melalui inhalasi spora (konidia). Infeksi *Aspergillus* paling sering terjadi pada pasien dengan gangguan imunitas, misalnya pada pasien dengan leukemia, penerima transplantasi dan pasien HIV/AIDS (Elliott dkk., 2013).

Habitat alami jamur *Trichophyton* adalah manusia, hewan atau tanah. Infeksi pada manusia dapat terjadi akibat penyebaran dari salah satu reservoir ini. Jamur ini dapat menyebabkan infeksi pada rambut dan kulit (Elliott dkk., 2013).

*Zygomycetes* memiliki spesies yang penting secara klinis, yaitu *Rhizopus arrhizus* dan *Absidia corymbifera*. *Zygomycetes* dapat ditemukan di seluruh dunia yaitu di tanah dan bahan organik yang membusuk. Jamur ini dapat menyebabkan infeksi paru, infeksi *rinocerebral* (infeksi *sinus nasal* yang dapat dengan cepat menyebar ke wajah, *orbita* dan otak) dan infeksi jaringan *necrotic*. Infeksi dapat terjadi pada orang dengan gangguan imunitas (Elliott dkk., 2013).

#### **4. Kelompok jamur dimorfik**

Fenomena dimorfisme merupakan hal yang menarik karena jamur tertentu dapat memiliki dua bentuk yang berbeda tergantung kepada kondisi lingkungan tempat reproduksinya. Artinya mereka dapat ada dalam bentuk uniseluler seperti halnya khamir ataupun dalam bentuk benang (filamen) seperti halnya kapang. Fase khamir tumbuh apabila hidupnya sebagai parasit atau patogen dalam jaringan, sedangkan bentuk kapang terjadi apabila menjadi saprofit dalam tanah atau dalam medium laboratorium (Ristiati, 2015).

Jamur kelompok ini memiliki dua bentuk pertumbuhan yaitu filamentosa pada suhu 22°C (fase saprofit) dan seperti ragi pada suhu 37°C (fase parasit). Contoh jamur dari kelompok ini yaitu *Blastomyces*, *Coccidioides*, dan *Histoplasma capsulatum*. Ketiga jenis jamur ini dapat menyebabkan infeksi pada paru – paru (Elliott dkk., 2013).

Dimorfisme dapat dibuat dengan mengubah lingkungan dan nutrisi. Contohnya yaitu, *Histoplasma Capsulatum* bila ditumbuhkan pada temperatur kamar pada medium *Sabouraud Glukosa* akan membentuk miselium. Akan tetapi bila ditumbuhkan pada agar darah pada 37°C, akan terbentuk sel tunggal seperti khamir. Demikian juga *Candida Albicans* yang apabila ditumbuhkan pada



temperatur kamar akan tumbuh sebagai khamir tetapi bila diinokulasikan atau ditumbuhkan pada medium yang mempunyai redoks potensial rendah akan membentuk pseudomiselium. Identifikasi di laboratorium untuk jamur patogenik seringkali tergantung kepada ada atau tidaknya dimorfisme (Ristiati, 2015).

*Blastomyces dermatitidis* adalah jamur dimorfik yang dapat ditemukan pada tanah di Amerika Utara, Amerika Utara dan Afrika. Jamur ini dapat menyebabkan infeksi paru. Infeksi pada manusia kemungkinan besar terjadi melalui inhalasi. Infeksi paru primer dapat disertai dengan komplikasi berupa penyebaran *hematogen* ke kulit, tulang, sendi, otak dan organ lainnya (Elliott dkk., 2013).

*Coccidioides immitis* adalah jamur dimorfik yang dapat ditemukan pada tanah di daerah panas dan kering di Amerika Serikat Barat Daya serta Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Infeksi dapat terjadi setelah inhalasi *artrospora* dan sering bersifat subklinis. Pada sebagian pasien terjadi pneumonia ringan swasirna (dapat sembuh dengan sendirinya) yang sering disertai dengan ruam *makulopapular*, dapat juga terjadi penyakit meningitis dan *osteomyelitis* terutama pada pasien dengan gangguan imunitas (Elliott dkk., 2013).

*Histoplasma capsulatum* adalah jamur dimorfik yang ditemukan di seluruh dunia, tetapi infeksi paling sering terjadi di Amerika Utara, Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Habitat alami jamur ini adalah tanah, terutama di tempat – tempat yang banyak mengandung tinja kelelawar. Infeksi dapat terjadi melalui inhalasi mikrokonidia yang berkembang di paru – paru dan menghasilkan sel ragi bertunas. Infeksi paru biasanya swasirna (dapat sembuh dengan sendirinya), tetapi dapat terjadi penyakit paru kronis (Elliott dkk., 2013).

## **E. Diagnosis Laboratorium Jamur**

### **1. Pemeriksaan mikroskopis**

Pemeriksaan mikroskopis dapat dilakukan langsung dari bahan klinis seperti kerokan kulit dan sputum. Bahan tersebut akan dijadikan sediaan kemudian diamati di bawah mikroskop. Morfologi jamur yang khas dapat mempermudah identifikasi jamur pada sampel yang diperiksa (Elliott dkk., 2013).

Metode pemeriksaan mikroskopis langsung umumnya paling banyak digunakan karena merupakan cara yang cepat dan hemat biaya untuk mendiagnosis infeksi jamur. Deteksi ragi atau struktur hifa secara mikroskopis dalam jaringan dapat dicapai dalam waktu kurang dari satu jam, sedangkan hasil pemeriksaan dengan menggunakan metode kultur mungkin akan memerlukan waktu selama sehari-hari atau bahkan berminggu-minggu. Namun, metode ini kurang sensitif jika dibandingkan dengan metode kultur. Pada pemeriksaan mikroskopis ini terdapat beberapa jenis larutan yang biasanya digunakan untuk mempermudah pengamatan yaitu: LCB, KOH, pewarna gram atau *calcoflour white* (Murray, Rosenthal dan Pfaller, 2016).

### **2. Biakan (kultur)**

Jamur dapat ditumbuhkan pada sebagian besar medium, tetapi hal ini akan memerlukan masa inkubasi yang lebih lama sehingga hasil identifikasi jamur pada sampel juga memerlukan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan metode pemeriksaan mikroskopis secara langsung. Pada metode ini, medium selektif yang mengandung antibiotik (misal : *Saboraud Dextrose Agar*), yang menghambat pertumbuhan bakteri sering digunakan (Elliott dkk., 2013).

### 3. Serologi

Serologi adalah ilmu yang mempelajari prosedur-prosedur diagnostik dan eksperimental yang berhubungan dengan imunologi dan menyangkut reaksi serum. Uji serologi ini memanfaatkan antibodi di dalam serum dan dapat mendeteksi mikroorganisme tertentu (Dalimunthe, dkk., 2017). Tes serologi tersedia untuk mendiagnosis sebagian infeksi jamur (misalnya : *Candidiasis* dan *aspergillosis*) tetapi tes ini kurang spesifik dan kurang sensitif (Elliott dkk., 2013).

### 4. PCR

*Polymerase Chain Reaction* (PCR) adalah suatu metode enzimatik untuk amplifikasi DNA dengan cara *in vitro*. Pada proses PCR diperlukan beberapa komponen utama, yaitu DNA cetakan, *Oligonukleotida primer*, *Deoksiribonukleotida trifosfat* (dNTP), Enzim DNA *Polimerase*, dan Komponen pendukung lain adalah senyawa *buffer*. Pada proses PCR menggunakan menggunakan alat termosiklus (sebuah mesin yang memiliki kemampuan untuk memanaskan sekaligus mendinginkan tabung reaksi dan mengatur temperatur untuk tiap tahapan reaksi). Produk PCR dapat diidentifikasi melalui ukurannya dengan menggunakan *elektroforesis gel agarosa* (Yusuf, 2010).

Penggunaan PCR menjadi standar dan juga valid dalam pemeriksaan laboratorium untuk menegakkan diagnosis jamur secara cepat. Penggunaan PCR untuk mendeteksi asam nukleat jamur mungkin merupakan diagnostik yang optimal karena memiliki potensial lebih sensitif daripada metode kultur pada berbagai spesimen (Thirsty dan Siregar, 2016).

## **F. Identifikasi Jamur pada Sputum Secara Makroskopis dan Mikroskopis**

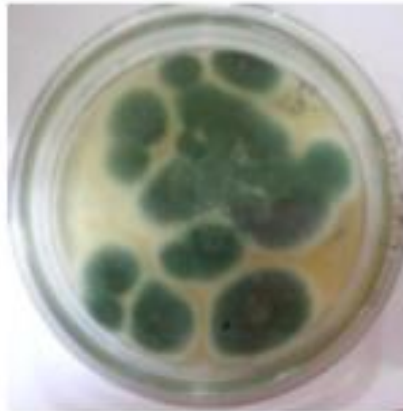
Berdasarkan penelitian – penelitian sebelumnya, terdapat beberapa jenis jamur yang dapat ditemukan pada sputum manusia, yaitu jamur *Aspergillus* yang dapat menyebabkan penyakit *Aspergillosis*, jamur *Candida* yang dapat menyebabkan penyakit *Candidiasis*, *Coccidioides* yang dapat menyebabkan penyakit *Coccidioidomycosis*, *Histoplasma capsulatum* yang dapat menyebabkan penyakit *Histoplasmosis*, *Blastomyces* yang dapat menyebabkan penyakit *Blastomycosis*, *Rhizopus arrhizus*, dan *Absidia corymbifera* yang dapat menyebabkan penyakit *Zygomycosis (Mucormycosis)*. Beberapa jenis jamur ini dapat menyebabkan mikosis paru pada manusia.

Pengamatan makroskopis dapat dilakukan dengan melihat pertumbuhan biakkan di medium dengan mengamati bau, warna, bentuk dan permukaan koloni (Indrayati dan Sari, 2018). Sementara pemeriksaan dengan cara mikroskopis dilakukan dengan melihat struktur atau susunan dari hifa dan spora jamur (Indrawati dan Fakhrudin, 2016).

### **1. *Aspergillus***

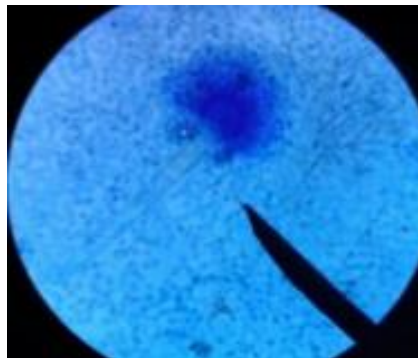
*Aspergillus* berada pada jaringan paru yang rusak dan biasanya infeksi terjadi karena sebelumnya terdapat proses penyakit (paling sering tuberkulosis paru). Pasien dengan *aspergillosis* sering mengalami penurunan fungsi paru (Soedarsono dan Widoretno, 2017).

Spora *Aspergillus* berukuran 3–5  $\mu\text{m}$  sehingga mudah mencapai saluran napas distal jika spora atau miselia ataupun antigen *Aspergillus* tersebut terhirup. Konidia dapat melakukan interaksi dengan leukosit dan sel epitel saluran pernapasan, melakukan invasi hifa pada jaringan serta berinteraksi dengan sel endotel (Soedarsono dan Widoretno, 2017).



Gambar 1 Koloni Jamur *Aspergillus* (Sumber : Fusvita, Firdayanti, dan Vinola, 2019)

Apabila diamati secara makroskopis, *Aspergillus fumigatus* akan menunjukkan pertumbuhan filamen putih yang kemudian akan memproduksi spora seperti beludru dengan warna putih yang akan menjadi keabu – abuan seiring dengan lamanya waktu inkubasi (Fusvita, Firdayanti, dan Vinola, 2019).



Gambar 2 Jamur *Aspergillus* di bawah mikroskop pada pembesaran 400 $\times$  (Sumber : Praja dan Yudhana, 2017)

Pada pemeriksaan mikroskopis menggunakan mikroskop *Aspergillus* akan menunjukkan ciri-ciri antara lain memiliki hifa hialin berseptat (konidiospora) dan membentuk konidia (spora). Kepala konidia berbentuk bulat hingga oval (Fusvita, Firdayanti, dan Vinola, 2019).

## 2. *Candida*



Gambar 3 Koloni Jamur *Candida albicans* (Sumber : Basarang dan Rianto, 2018)

*Candida albicans* secara makroskopis berbentuk bulat, lonjong atau bulat lonjong. Koloninya pada medium padat sedikit menimbul dari permukaan medium, dengan permukaan halus, licin atau berlipat–lipat, berwarna putih kekuningan dan berbau ragi. Besar koloni tergantung pada umurnya. Pada tepi koloni dapat dilihat hifa semu sebagai benang – benang halus yang masuk ke dalam medium. Pada medium cair jamur biasanya tumbuh pada dasar tabung (Indrayati dan Sari, 2018).

*Candida sp.* merupakan flora normal yang dijumpai pada mukosa rongga mulut, saluran pencernaan dan vagina. Pada orang yang sehat, *Candida sp* bersifat komensal, tetapi pada orang yang sistem imunnya tertekan, *Candida sp* dapat tumbuh berlebihan di daerah *mukokutaneus* bahkan masuk ke aliran darah dan menyebabkan infeksi sitemik yang sering mengancam jiwa (Nirwati, Praseno, dan Mustofa, 2013).

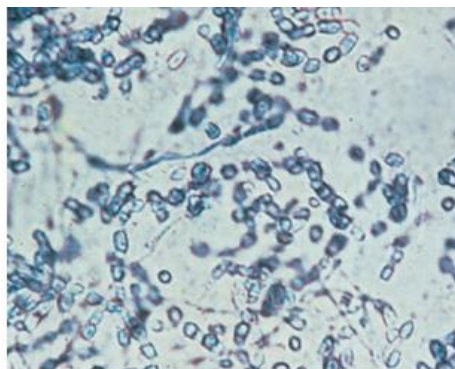
Apabila *Candida Albicans* ditumbuhkan pada temperatur kamar maka akan tumbuh sebagai khamir, sementara jika ditumbuhkan pada medium yang mempunyai redoks potensial rendah akan membentuk pseudomiselium (Ristiati, 2015).



Gambar 4 Jamur *Candida albicans* di bawah mikroskop pada pembesaran 400×  
(Sumber : Erina, Roslizawaty, dan Wahyuli, 2019)

Menurut Farizal (2017), hasil pengamatan jamur *Candida* secara mikroskopis akan menunjukkan adanya *blastospora* dan *pseudohifa*. *Blastospora* adalah spora yang dibentuk dengan pembentukan tunas (peleburan nucleus dari dua sel induknya). Sementara *pseudohifa* adalah sel benang yang terjadi dari pembentukan *blastokonidia*, tanpa hubungan sitoplasmik hifa sejati (hifa semu) (Farizal dan Dewa, 2017).

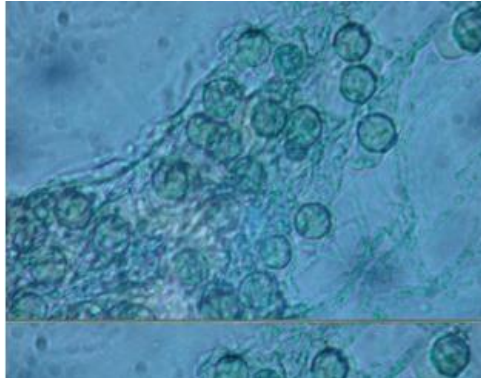
### 3. *Coccidioides*



Gambar 5 Jamur *Coccidioides* di bawah mikroskop pada pembesaran 400×  
(Sumber : Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013)

Pada sebagian besar media laboratorium, *Coccidioides* menghasilkan warna putih dan koloni seperti kapas. Hifa *Coccidioides* dapat membentuk rantai *arthroconidia* (*arthrospores*), yang sering berkembang dalam sel-sel alternatif dari suatu hifa. Rantai ini terfragmentasi menjadi individu *arthroconidia*, yang siap mengudara dan sangat resisten terhadapnya kondisi lingkungan yang merugikan. Ini *arthroconidia* berukuran kecil ( $3 \times 6 \mu\text{m}$ ) dan dapat tetap bertahan selama bertahun-tahun dan. Setelah terhirup, *arthroconidia* menjadi bulat dan membesar, membentuk bulatan yang mengandung endospora. Pada pengamatan mikroskopis *Coccidioides* yang sudah dikultur pada suhu kamar akan menghasilkan hialin, hifa yang berseptat, dan artrokonidia (Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013).

#### 4. *Histoplasma capsulatum*



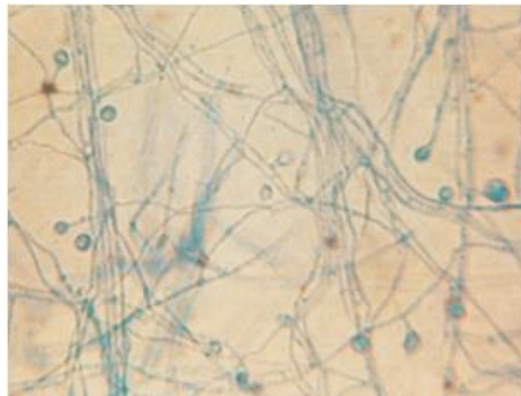
Gambar 6 Jamur *Histoplasma capsulatum* di bawah mikroskop pada pembesaran  $400\times$  (Sumber : Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013)

Apabila dilakukan kultur pada media pertumbuhan dengan inkubasi pada suhu di bawah  $37^{\circ}\text{C}$ , secara makroskopis *Histoplasma capsulatum* sering menunjukkan koloni jamur berwarna coklat, tetapi bentuknya bervariasi. Sementara apabila diamati secara mikroskopis, pada *Histoplasma capsulatum* akan terlihat adanya hialin, hifa berseptat, serta mikrokonidia berukuran  $2-5 \mu\text{m}$  dan makrokonidia yang berbentuk bulat, berdinding tebal yang berukuran  $8-16 \mu\text{m}$ .



Pada jaringan atau pada medium pertumbuhan yang diinkubasi pada suhu 37°C, hifa dan konidia menjadi kecil, serta terdapat sel ragi berbentuk oval berukuran 2 × 4 µm. Dalam jaringan, ragi biasanya terlihat di dalam makrofag karena *Histoplasma capsulatum* adalah parasit intraseluler fakultatif (Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013).

#### 5. *Blastomyces*

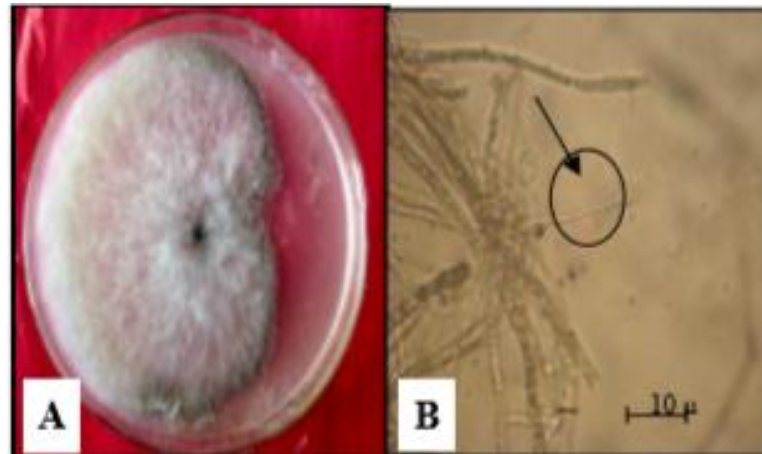


Gambar 7 Jamur *Blastomyces* di bawah mikroskop pada pembesaran 400×  
(Sumber : Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013)

*Blastomyces* merupakan jamur dimorfik yang tumbuh sebagai kapang di dalam media pertumbuhan laboratorium (kultur), dapat menghasilkan hifa hialin berseptat dan bercabang serta konidia. Jika *Blastomyces* ditumbuhkan pada agar *Saboraud* di suhu ruang, akan muncul koloni berwarna putih atau kecoklatan, disertai hifa bercabang yang membawa konidia bulat, bulat telur, atau *piriformis* dengan diameter 3 – 5 µm di bagian ujung atau lateral konidiafora yang melengkung. Di dalam jaringan atau apabila dikultur pada suhu 37°C, *Blastomyces* akan tumbuh sebagai ragi yang berbentuk bulat berukuran 7 – 18 µm, berdinding tebal dan berinti banyak dan biasanya menghasilkan satu tunas. Tunas dan ragi induknya melekat pada suatu dasar yang lebar dan tunasnya sering

membesar hingga berukuran sama dengan ragi induk sebelum akhirnya kemudian lepas (Jawetz, Melnick dan Adelberg, 2013).

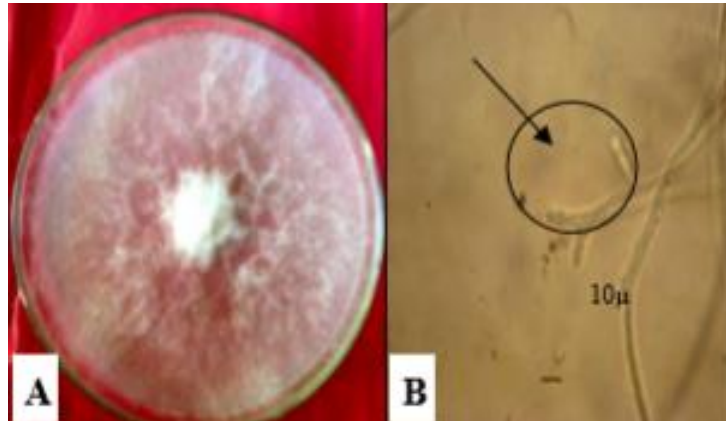
#### 6. *Rhizopus arrhizus*



Gambar 8 Jamur *Rhizopus arrhizus* (A) pada media SDA, (B) di bawah mikroskop pada pembesaran 400× (Sumber : Darmuh, Arif dan Taskirawati, 2018)

Menurut Darmuh, Arif dan Taskirawati (2018), secara makroskopis perkembangan miselia pada biakan kultur *Rhizopus arrhizus* dapat mencapai 7 cm dalam lima hari pembiakan. Secara makroskopis, pada awal pertumbuhan, koloni berwarna putih dengan tekstur halus. Setelah dua hari pembiakan, warna koloni berubah menjadi hijau kecoklatan. Pada pengamatan mikroskopis hifa yang tumbuh memiliki dinding yang tebal, sporangiofor tumbuh di sepanjang hifa. Terdapat banyak rhizoid (bentuk seperti akar yang merupakan hifa yang menembus substrat dan berfungsi untuk menyerap makanan) dan sporangiofor yang berkelompok. Sebagian sporangiofornya yang pendek akan tumbuh membesar. Sporangiofornya (tangkai sporangium) muncul dari stolon (hifa yang membentuk jaringan di permukaan substrat) bersama rhizoidnya. (Darmuh, Arif dan Taskirawati, 2018).

## 7. *Absidia corymbifera*



Gambar 9 Jamur *Absidia corymbifera* A) pada media SDA, (B) di bawah mikroskop pada pembesaran 400× (Sumber : Darmuh, Arif dan Taskirawati, 2018)

Menurut Darmuh, Arif dan Taskirawati (2018), berdasarkan pengamatan makroskopis *Absidia corymbifera* pada medium biakan akan terlihat, miselia tumbuh menutupi permukaan medium biakan kurang dari tujuh hari, bertekstur halus, berwarna putih atau abu – abu muda. Pada hifa tersebut juga terlihat serbuk pada beberapa spot yang berwarna putih mengkilat. Hifa berwarna hialin hingga kecoklatan (Darmuh, Arif dan Taskirawati, 2018).

Pada pengamatan mikroskopis, ujung konidiofornya bercabang dua atau tiga. Hifanya panjang, tidak bersekat dan memiliki dinding yang halus. Konidiofor berukuran lebih dari 70  $\mu\text{m}$  berdinding halus atau sedikit kasar, tampak sederhana atau kadang – kadang bercabang – cabang, muncul secara soliter dari stolon, dan membentuk kelompok yang terdiri atas tiga hingga tujuh dalam suatu untiran. (Darmuh, Arif dan Taskirawati, 2018).