

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jamu

Usaha untuk mencapai kesehatan secara tradisional telah dikenal sejak jaman dahulu dan dilaksanakan jauh sebelum pelayanan kesehatan formal dengan obat-obatan modern menyentuh masyarakat luas. Sampai saat ini masyarakat masih mengakui dan memanfaatkan obat tradisional dalam kehidupan sehari-hari (Wibisana, 1990). Walaupun sekarang pengobatan modern telah tersedia, sejumlah besar masyarakat Indonesia tetap bergantung pada obat tradisional dan diperkirakan sekitar 70–80% orang memelihara kesehatannya secara tradisional dengan meminum jamu secara teratur (Sidik, 1994).

Obat tradisional adalah ramuan bahan alami yang belum dimurnikan, berasal dari tumbuhan, hewan dan mineral yang digunakan untuk pengobatan pada pelayanan kesehatan tradisional. Obat tradisional oleh Departemen Kesehatan diklasifikasikan sebagai jamu, fitofarmaka dan obat tradisional lisensi (Sirait, 1993). Jamu adalah sediaan obat tradisional yang bahan bakunya berupa simplisia, sediaan galenik atau campuran dari bahan-bahan tersebut yang dipergunakan dalam upaya pengobatan berdasarkan pengalaman (Sirait, 1993). Simplisia yaitu bahan dari tanaman yang masih sederhana, belum tercampur atau diolah, baik dalam bentuk bahan asli atau sebagai bahan baku obat yang dikeringkan (Kartasapoetra, 1992). Sediaan galenik adalah sediaan hasil penyaringan zat-zat aktif yang terkandung di dalam simplisia nabati (Gunawan

et al., 1989). Fitofarmaka ialah sediaan obat yang telah jelas keamanannya dan khasiatnya secara eksperimental, bahan bakunya terdiri atas simplisia atau sediaan galenik yang telah memenuhi persyaratan yang berlaku sehingga sediaan tersebut terjamin keseragaman komponen aktif, keamanan dan khasiatnya (Sirait, 1993).

Pembuatan dan penggunaan obat-obat tradisional telah dilakukan secara turun temurun dan bermanfaat dalam meningkatkan kesehatan tubuh dan pengobatan berbagai penyakit (Wibisana, 1990). Disamping digunakan sebagai obat untuk mengobati penyakit, jamu juga digunakan untuk mencegah penyakit dan memelihara kesehatan, untuk perawatan kecantikan dan menurunkan berat badan. Selain itu jamu juga dikonsumsi sebagai obat kuat. Terdapat tiga jenis jamu yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat, yaitu jamu yang dibuat dari bahan tumbuhan segar dan langsung diminum; jamu yang dibuat oleh industri rumah tangga secara sederhana di rumah-rumah, berupa ekstrak cair dalam botol dan didistribusikan oleh penjual jamu keliling (*jamu gendong*); dan jamu yang pembuatan dan distribusinya secara komersial dalam skala besar menggunakan teknologi maju dan melibatkan penggunaan mesin serta alat-alat canggih oleh industri-industri jamu atau pabrik jamu (Sidik, 1994).

Pada saat ini obat tradisional telah tersedia dalam berbagai bentuk antara lain langsung diminum atau yang ditempelkan pada permukaan kulit atau mukosa. Dalam bentuk sediaan obat-obat tradisional dapat berbentuk bubuk yang menyerupai obat modern. Ketersediaan obat tradisional dalam berbagai bentuk ini perlu dibina dan diawasi oleh pemerintah supaya tidak terjadi pencemaran dengan bakteri atau bahan alami lainnya (Sirait, 1993).

Mengenai kebersihan dan keamanan dari jamu serbuk, pemerintah melalui Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 661 Tahun 1994 telah menetapkan sejumlah persyaratan mikrobiologis bagi produk jamu serbuk (DepkesRI,1995). Persyaratan mikrobiologis jamu serbuk menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 661/Menkes/SK/VII/1994 tentang obat tradisional meliputi :

1. Kadar air tidak lebih dari 10%,
2. Angka lempeng total tidak lebih dari 10^6 /gram,
3. Angka kapang dan khamir tidak lebih dari 10^4 /gram,
4. Mikroba patogen negatif,
5. Aflatoksin tidak lebih dari 30 ppm.

Menurut Rosmalawaty dan Juli (1989, dalam Makfoeld, 1993), pada jamu yang dikemas terdapat beberapa jenis kapang yang diduga jenis *Aspergillus* yang menghasilkan aflatoksin. Jenis-jenis kapang yang terdapat pada jamu serbuk kemasan antara lain *Aspergillus* sebanyak 4 jenis, *Penicillium* sebanyak 2 jenis, dan *Rhizopus* sebanyak 2 jenis.

2.2. Kapang

Kapang merupakan fungi yang berbentuk filamen. Ciri-ciri umum kapang antara lain bersifat eukariotik, tidak mempunyai klorofil, bersifat heterotrof, berbentuk filamen dengan dinding sel tersusun atas kitin dan atau selulosa, reproduksi secara seksual atau aseksual dan menghasilkan spora. Kapang mempunyai kemampuan untuk menggunakan berbagai macam sumber karbon sebagai nutrisinya. Pada umumnya suhu optimum untuk pertumbuhan adalah 25°C-30°C dengan suhu minimum 10°C dan suhu maksimum 40°C. pH optimum untuk pertumbuhan kapang yaitu pada pH 4-7 (Alexopoulos *et al.*, 1996).

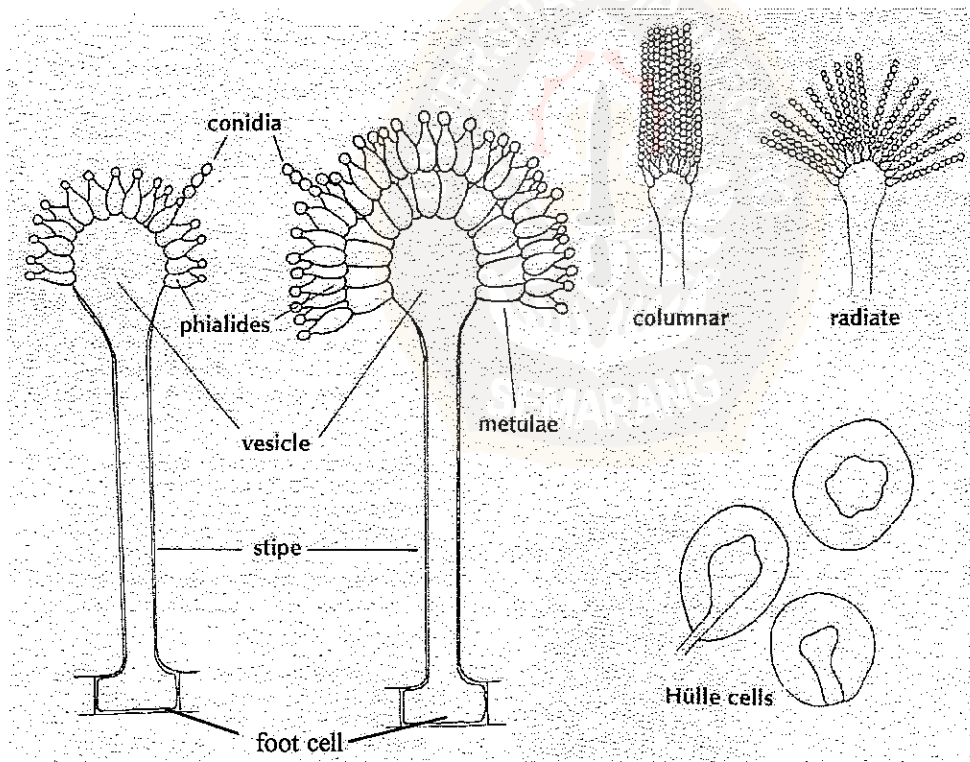
Kapang dapat membentuk benang-benang yang disebut hifa yang saling berhubungan membentuk jalinan yang disebut miselium. Berdasarkan fungsinya miselium dapat dibedakan atas miselium vegetatif dan miselium generatif. Miselium vegetatif mampu menembus substrat dan berfungsi mengambil air serta nutrien untuk pertumbuhan kapang tersebut. Miselium generatif tumbuh ke atas dan berfungsi dalam reproduksi (Gandjar *dkk.*, 1999).

2.3. *Aspergillus*

Aspergillus merupakan kapang kontaminan yang umum pada berbagai substrat, antara lain pada sayuran, buah-buahan, biji-bijian, roti, kacang-kacangan dan bahan pangan lainnya. *Aspergillus* umumnya terdapat di daerah tropis dan sub tropis. Raper and Fennel membagi genus ini ke dalam 18 grup yang terdiri dari 132 spesies dengan 18 varietas (Samson *et al.*, 1995). Struktur morfologi

Aspergillus dapat dilihat pada Gambar 01. Klasifikasi *Aspergillus* menurut Alexopoulos *et al.* (1996) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
 Filum : Ascomycota
 Kelas : Ascomycetes
 Ordo : Eurotiales
 Famili : Trichocomaceae
 Genus : *Aspergillus*



Gambar 01. Struktur morfologi *Aspergillus* sp. (Samson *et al.*, 1995).

Koloni *Aspergillus* biasanya tumbuh dengan cepat, berwarna putih, kuning, kuning kecoklatan, coklat sampai hitam, atau kehijauan (Samson *et al.*, 1995). Kepala konidia atau *conidial head* adalah struktur yang terletak di bagian terminal konidiofor (*stipe*), tersusun atas vesikel, metula (jika ada), fialid dan konidia. Kepala konidia dapat berukuran besar, tersusun *radiate* dan berwarna hitam, *ochraceous* dan kuning coklat pada spesies *A. niger*, *A. ochraceous* dan *A. wentii*, atau berukuran kecil, berwarna hijau dan tersusun *columnar* pada spesies *A. fumigatus* dan *A. nidulans*, atau dapat pula menunjukkan variasi ukuran dan bentuk dalam suatu koloni, misalnya pada *A. flavus* (Raper and Fennel, 1965).

Konidiofor atau *stipe* merupakan struktur tegak lurus yang muncul dari sel kaki dan pada ujungnya terdapat kepala konidia. Sebagian besar spesies *Aspergillus* memiliki konidiofor tidak bercabang dan masing-masing menghasilkan kepala konidia tunggal (Raper and Fennel, 1965).

Sel kaki atau *foot cell* merupakan struktur yang menghasilkan konidiofor tunggal sebagai cabang tegak lurus pada axis dari sel. Sel kaki dapat melengkung saat tua dan hubungannya dengan hifa vegetatif menjadi tidak menyolok dan sulit dijelaskan. Sel kaki dapat tertanam pada substrat maupun timbul dari hifa aerial (Raper and Fennel, 1965).

Vesikel merupakan pembesaran konidia pada bagian apeks, berbentuk *globose*, *hemispherical*, elips atau *clavate*. Struktur ini berfungsi sebagai tempat perlekatan sel-sel fialid yang menghasilkan konidia (Raper and Fennel, 1965).

Bagian fertil pada vesikel yang membawa lapisan sel-sel konidia disebut sterigmata, dimana biasanya tumbuh secara serempak. Sterigmata dapat berwarna hialin atau berpigmen seperti vesikel. Sterigmata dengan lapisan tunggal disebut *uniseriate* yang terdiri atas fialid. Sterigmata dengan lapisan ganda disebut *biseriate*, terdiri dari metula dan fialid (Raper and Fennel, 1965).

Kleistotesia merupakan tubuh buah (askoma) berbentuk bulat tanpa lubang khusus (Gandjar *dkk.*, 1999). Kleistotesia hanya dapat dijumpai pada kelompok *Aspergillus* tertentu saja. Beberapa kelompok *Aspergillus* yang diketahui menghasilkan kleistotesia adalah kelompok *A. glaucus*, *A. nidulans*, *A. ornatus*, *A. cremeus* dan *A. ochraceus* (Raper and Fennel, 1965).

Kelompok *A. nidulans* mempunyai kleistotesia yang memiliki penutup eksternal (*Hülle*), dibangun dari jaringan hifa yang lepas menghasilkan sejumlah besar sel terminal atau interkalar, berbentuk elips atau *globose* dengan dinding sangat tebal. Sel-sel ini disebut *Hülle cell* dan belum diketahui fungsinya. *Hülle cell* dijumpai pada kelompok *A. nidulans*, *A. versicolor*, *A. ustus* dan *A. flavipes* (Raper and Fennel, 1965).

Beberapa spesies *Aspergillus* anggota kelompok *A. candidus*, *A. flavus*, *A. niger* dan *A. ochraceus* mempunyai sklerotia (Raper and Fennel, 1965). Struktur ini merupakan tubuh istirahat, biasanya berbentuk *globose* dan dihasilkan oleh kumpulan hifa yang membentuk massa dengan atau tanpa jaringan inang, secara normal steril (Samson *et al.*, 1995).

Spesies *Aspergillus* sering menyebabkan kerusakan pada bahan makanan dan beberapa spesies merupakan kapang patogen yang dapat menyebabkan penyakit yang disebut *aspergilosis* (Alexopoulos *et al.*, 1996). Selain merugikan, beberapa spesies tertentu dari genus ini juga dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia antara lain untuk pembuatan asam organik seperti asam sitrat dan asam glukonat, pembuatan antibiotik, penghasil enzim amilase, selulase, lipase, proteinase, dan pektinase yang digunakan dalam berbagai keperluan industri (Berka *et al.*, 1992).

2.4. Deteksi Kapang

Deteksi kapang dapat dilakukan dengan metode *direct plating*. Metode *direct plating* merupakan metode isolasi yang efektif bagi pemeriksaan mikological dari bahan pangan. Pada metode ini kapang yang didapatkan dari sampel ditumbuhkan menjadi biakan murni dan selanjutnya diidentifikasi (Samson *et al.*, 2004).

Identifikasi kapang dilakukan dengan mengamati morfologi secara makroskopik dan mikroskopis. Sifat-sifat yang digunakan untuk identifikasi kapang antara lain : hifa berseptata atau tidak, miselia jernih atau gelap (keruh), miselia berwarna atau tidak, terdapat spora seksual atau tidak dan jenis sporanya (terbentuk oospora, zygospora, askospora atau basidiospora), jenis spora aseksual (sporangiospora, konidiospora, arthrospora, blastospora atau klamidospora) (Gandjar *dkk.*, 1999).

2.5. Karakterisasi Kapang

Karakterisasi kapang *Aspergillus* dapat dilakukan antara lain dengan identifikasi dan pengamatan terhadap sifat biokimianya yang meliputi kemampuan menghasilkan mikotoksin dan aktivitas enzim (Gandjar *dkk.*, 1999).

2.5.1 Mikotoksin

Kata mikotoksin berasal dari bahasa Yunani *mykes* berarti jamur dan bahasa Latin *toxicum* berarti racun. Mikotoksin merupakan toksin hasil metabolisme sekunder kapang yang dapat menyebabkan penyakit dan kematian pada manusia dan hewan (Bennet and Klich, 2003). Terjadinya metabolit sekunder sangat dipengaruhi berbagai faktor antara lain keadaan morfogenesis kapang, keadaan spesies atau galur tertentu dan keadaan substrat tempat kapang tersebut tumbuh (Makfoeld, 1993).

Terdapat tiga faktor utama dalam produksi mikotoksin, yaitu faktor fisis, kimiawi dan biologis. Yang termasuk faktor fisis antara lain keadaan lingkungan, suhu, potensi air (a_w), pengaruh interaksi pertumbuhan spora kapang dan lain-lain. Yang termasuk faktor kimiawi yaitu pengaruh senyawa kimia terhadap produksi mikotoksin. Ada beberapa senyawa yang bersifat menghambat disamping beberapa senyawa lain yang memacu produksi mikotoksin. Misalnya senyawa kimia benzen, aseton, dioksan, etil asetat yang dalam kadar rendah akan berpengaruh meningkatkan produksi aflatoksin oleh *A. parasiticus*. Faktor biologis yaitu pengaruh kehadiran kapang lainnya terhadap pembentukan mikotoksin. Seperti diketahui, dalam bahan pangan tidak hanya terdapat satu

macam kapang saja, karena itu kehadiran kapang yang satu akan menghambat kapang lainnya ataupun sebaliknya, dua atau lebih kapang akan mengadakan asosiasi yang bekerja sama, sehingga dapat memacu atau menghasilkan macam mikotoksin yang lebih besar (Makfoeld, 1993).

Spesies penghasil mikotoksin dapat ditemukan pada semua kelompok kapang, tetapi kebanyakan mikotoksin sebagai senyawa metabolit sekunder dihasilkan oleh genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Alternaria*, *Stachybotrys*, *Cladosporium*, dan *Trichoderma* (Bennet and Klich, 2003).

Kelompok spesies *Aspergillus* yaitu *A. flavus* dan *A. parasiticus* merupakan penghasil utama aflatoksin. Spesies lain yang diduga menghasilkan aflatoksin antara lain *A. niger*, *A. oryzae*, *A. rubber* dan *A. wentii* (Bennet and Klich, 2003).

Penentuan keberadaan mikotoksin tergantung pada sifat fisika-kimia dari mikotoksin tersebut. Beberapa mikotoksin, misalnya aflatoksin dapat ditunjukkan dengan sinar ultra violet (uv) dengan panjang gelombang 365 nm. Senyawa aflatoksin bersifat fluoresen, dapat menyerap sinar dengan panjang gelombang pendek yang tidak tampak menjadi sinar dengan panjang gelombang panjang yang tampak (Samson *et al.*, 1995).

Mikotoksin yang dihasilkan oleh kapang dapat berfluoresensi dan menghasilkan warna tertentu. Aflatoksin B₁ dan B₂ berwarna biru, aflatoksin G₁ dan G₂ berwarna hijau-biru, aflatoksin M₁ berwarna biru-violet dan aflatoksin M₂ berwarna violet (Jay, 1986). Selain aflatoksin, zearalenon, sterigmatosistin dan okratoksin juga diketahui berfluoresensi dengan penyinaran sinar uv. Zearalenon

menghasilkan warna biru, sterigmatosistin berwarna merah bata sedangkan okratoksin A dan okratoksin B akan berwarna hijau dan biru (Makfoeld, 1993).

2.5.2 Enzim

Enzim dari mikrobial telah digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman sejak dulu. Aplikasi enzim untuk industri sekarang ini telah meluas selain untuk pembuatan makanan dan minuman, antara lain digunakan dalam konversi biomassa, pengolahan limbah, dan pembuatan bahan kimia. Fungi berfilamen dari genus *Aspergillus* telah dikembangkan secara biokimia yang memungkinkan kapang tersebut tetap bertahan dalam habitat yang bervariasi. Akibatnya, genus *Aspergillus* dikenal sebagai salah satu sumber enzim yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri (Berka *et al.*, 1992).

Beberapa enzim penting yang dihasilkan genus *Aspergillus* antara lain:

- **Amilase**

Amilase merupakan enzim yang berfungsi memecah pati atau glikogen. Senyawa tersebut banyak terdapat dalam hasil tanaman dan hewan. Amilase dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan enzim, yaitu (1). α -amilase, yang memecah pati secara acak dari tengah atau dari bagian dalam molekul dan disebut endoamilase; (2). β -amilase, yang menghidrolisis unit-unit gula dari ujung molekul dan disebut eksoamilase; (3). Glukoamilase, yang dapat memisahkan glukosa dari terminal gula non pereduksi substrat pati (Berka *et al.*, 1992).

Mikrobia yang diketahui dapat menghasilkan amilase antara lain *Rhizopus delemar*, *Mucor rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *A. oryzae*, *A. awamori*, (Berka *et al.*,1992), *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. wentii* dan *A. fumigatus* (Domsch *et al.*, 1980).

- **Protease**

Penggunaan protease dari berbagai jenis kapang telah banyak digunakan dan sering tidak disadari, misalnya dalam pembuatan makanan tradisional seperti tempe, kecap, oncom, tauco, miso dan dalam pembuatan keju, selain itu enzim ini juga digunakan dalam industri penyamakan dan dalam bidang kesehatan. Banyak protease yang secara tradisional digunakan dalam proses industri, diperoleh dari tumbuhan atau hewan. Protease dari mikroba yang digunakan dalam industri dihasilkan dalam skala besar melalui cara fermentasi semisolid dan ‘submerged’ (Walsh and Headen, 1994).

Kapang-kapang yang dapat menghasilkan protease antara lain, *Aspergillus oryzae*, *A. sojae*, *A. niger*, *A. awamori*, *A. wentii*, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. parasiticus* dan *Rhizopus* (Berka *et al.*, 1992).

- **Lipase**

Enzim-enzim yang bekerja dalam hidrolisis lemak dan minyak dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu lipase dan esterase. Keduanya terlibat baik dalam proses metabolisme lemak maupun penguraian lemak. Dalam bidang industri lemak dan minyak, enzim-enzim ini juga sangat penting karena

peranannya dalam mengendalikan proses produksi minyak dan lemak (Berka *et al.*, 1992).

Kapang-kapang yang diketahui dapat menghasilkan lipase antara lain *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus awamori*, *A. candidus*, *A. flavus*, *A. foetidus*, *A. japonicus*, *A. sydowii* dan *Geotrichum*. Spesies *Aspergillus* diketahui dapat memproduksi lipase yang bekerja pada substrat lipid yang bervariasi (Domsch *et al.*, 1980; Berka *et al.*, 1992).

- **Selulase**

Bahan alam dari selulosa dapat dihidrolisis oleh mikrobia selulolitik untuk menghasilkan sumber karbon, energi dan glukosa. Selulase juga digunakan dalam pengolahan limbah, pembuatan rasa dan aroma, maserasi buah dan sayuran. Terdapat tiga enzim utama yang membentuk kompleks selulase pada kebanyakan organisme selulolitik, yaitu endoglukanase, eksoglukanase atau selobiohidrolase dan β -glukosidase. Aksi yang sinergis dari ketiga enzim tersebut diperlukan untuk menghidrolisis selulosa secara lengkap. Endoglukanase dan eksoglukanase menghidrolisis selulosa, menghasilkan selobiosa dan glukosa. Enzim β -glukosidase kemudian memecah selobiosa menjadi glukosa (Berka *et al.*, 1992).

Kebanyakan selulase secara komersial dihasilkan oleh kapang *Trichoderma longibrachiatum*, tetapi berbagai spesies *Aspergillus* diketahui dapat juga menghasilkan enzim tersebut dan dalam beberapa kasus produktivitasnya lebih tinggi. Kapang *Aspergillus* yang diketahui menghasilkan selulase antara lain

A. niger, *A. oryzae*, *A. phoenicis*, *A. terreus*, *A. wentii*, *A. fumigatus*, dan *A. nidulans* (Berka *et al.*, 1992).

