

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Jamur

Jamur merupakan jasad eukariot, yang berbentuk benang. Jamur merupakan uniseluler atau multiseluler yang tidak berklorofil, dinding sel tersusun dari khitin, dan belum ada diferensiasi jaringan. Jamur benang terdiri atas massa benang yang bercabang-cabang yang disebut miselium. Miselium tersusun dari hifa (filamen) yang merupakan benang-benang tunggal. Badan vegetatif jamur yang tersusun dari filamen-filamen disebut thallus. Berdasarkan fungsinya, hifa dibedakan menjadi dua macam, yaitu hifa fertil dan hifa vegetatif. Hifa fertil adalah hifa yang dapat membentuk sel-sel reproduksi atau spora-spora. Apabila hifa tersebut arah pertumbuhannya keluar dari media disebut hifa udara. Hifa vegetatif adalah hifa yang berfungsi untuk menyerap makanan dari substrat.

Berdasarkan bentuknya, hifa dibedakan pula menjadi dua macam, yaitu hifa tidak berseptata dan hifa berseptata. Hifa yang tidak berseptata merupakan Phycomycetes (Jamur tingkat rendah) yang memiliki memanjang, bercabang-cabang, terdiri atas sitoplasma dengan banyak inti (soenositik). Hifa yang berseptata merupakan ciri dari jamur tingkat tinggi, atau yang termasuk Eumycetes (Sumarsih, 2003).

2. Reproduksi Jamur

Jamur berkembang biak dengan berbagai cara, yaitu secara aseksual dengan pembelahan, penguncupan, atau pembentukan spora dan secara seksual dengan peleburan nukleus dari dua sel induknya.

- a. Reproduksi seksual. Reproduksi seksual meliputi plasmogamy (peleburan sitoplasma) dan karyogamy (peleburan inti). Hasilnya berupa spora haploid, yang merupakan spora seksual misalnya zygospora, oospora, askospora dan basidiospora.
- b. Reproduksi aseksual. Pada reproduksi aseksual konidia terbentuk dengan cara pembentukan tunas (budding) dari hifa konidiogenus atau melalui diferensiasi

hifa. Spora aseksual biasanya terbentuk melalui pemisahan atau pemecahan sporangium (Soedarto, 2015). Spora aseksual disebut juga talospora (*thallospora*), yaitu spora yang dibentuk langsung dari hifa reproduktif, yang termasuk dalam spora aseksual misalnya konidiospora, blastospora, artospora, klamidiospora dan sporangiospora (Gandahusada, 1998).

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur

Pada umumnya pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh faktor substrat, kelembapan, suhu, derajat keasaman (pH) dan bahan kimia di lingkungannya.

a. Kandungan substrat

Kandungan substrat merupakan sumber nutrient utama bagi jamur. Nutrien dimanfaatkan jamur sesudah jamur mengekskresikan enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat menjadi senyawa yang sederhana.

b. Kelembapan

Kelembapan sangat penting untuk pertumbuhan jamur. Pada umumnya jamur tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor* memerlukan lingkungan dengan kelembapan 90%, sedangkan kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, dan banyak hyphomycetes lainnya dapat hidup pada kelembapan yang lebih rendah, yaitu 80%. Jamur yang tergolong xerofilik tahan hidup pada kelembapan 70%, misalnya *Wallamia sebi*, *Aspergillus glaucus*, dan *Aspergillus flavus*.

c. Suhu

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, jamur dapat dikelompokkan sebagai jamur psikrofil, mesofil, dan termofil. Suhu pertumbuhan suatu fungi sangat penting, terutama bila isolat-isolat tertentu akan digunakan di industri.

d. Derajat keasaman (pH)

pH substrat sangat penting untuk pertumbuhan jamur, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya jamur menyenangi pH dibawah 7,0. Mengetahui sifat tersebut adalah sangat penting untuk industri agar jamur yang ditumbuhkan menghasilkan produk yang optimal.

e. Bahan kimia

Bahan kimia digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur. Misalnya, natrium benzoat yang dimasukkan ke dalam bahan pangan sebagai pengawet karena senyawa tersebut tidak bersifat toksik untuk manusia. Senyawa formalin juga disemprotkan pada tekstil yang akan disimpan untuk waktu tertentu sebelum dijual. Hal ini ditujukan untuk mencegah pertumbuhan kapang yang bersifat selulolitik, seperti *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, dan *Cladosporium cladosporoides* yang dapat merapuhkan tekstil, atau meninggalkan noda-noda hitam akibat sporulasi yang terjadi, sehingga menurunkan kualitas bahan tersebut (Gandjar; Syamsuridzal; Oetari, 2006).

4. *Aspergillus*

Aspergillus merupakan jamur yang sering ditemukan hampir di semua substrat dan umumnya bersifat saprofit pada bahan pangan seperti biji-bijian, sayuran, roti, kacang-kacangan dan bahan pangan lain. Beberapa spesies *Aspergillus* tertentu dapat dimanfaatkan dalam berbagai macam keperluan seperti pembuatan asam sitrat, asam glukonat, pembuatan antibiotika, pembuatan ragi tape, pembuatan kecap dan lain-lain. Beberapa spesies *Aspergillus* tertentu juga bersifat patogen yang dapat menyebabkan penyakit paru-paru dan penyakit lain. Penyakit yang disebabkan oleh *Aspergillus sp.* disebut *Aspergillosis*.

Aspergillus memiliki hifa bersekat dan bercabang dimana pada bagian ujung hifa yang tegak membesar merupakan konidiofor yang terdapat konidia-konidia. Warna konidia dari spesies *Aspergillus* umumnya terlihat dengan warna hijau, kuning, oranye, hitam atau coklat. Suatu batang pendek yang dapat berkembang membulat dan memanjang di bagian pendukung konidiofor disebut sterigmata (Makfoeld, 1998).

Klasifikasi jamur *Aspergillus*.

Kingdom : Fungi
 Filum : Ascomycota
 Kelas : Eurotiomycetes
 Ordo : Eurotiales
 Famili : Trichocomaceae

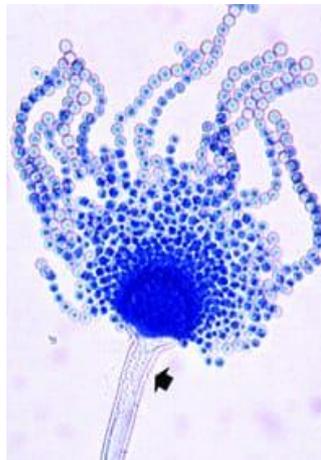
Genus : *Aspergillus*
 Spesies : *Aspergillus flavus*
Aspergillus niger
Aspergillus fumigatus
Aspergillus terreus

a. *Aspergillus flavus*



Sumber: Permana, 2018

Gambar 2.1 Gambar 2.1 *Aspergillus flavus* secara makroskopis



Sumber : mycology.adelaide.edu.au

Gambar 2.2 *Aspergillus flavus* secara mikroskopis dengan perbesaran 10 x 100 kali

Aspergillus flavus secara makroskopis memiliki koloni berbentuk bulat dan memiliki warna hijau kekuningan serta dapat tumbuh dengan cepat pada suhu 27°C dan memiliki koloni yang berwarna kuning sampai kuning kehijauan, dengan tekstur koloni halus seperti kapas. Secara mikroskopis *Aspergillus flavus* memiliki ciri-ciri yaitu, konidiofor yang panjang, vesikel dan konidia dengan bentuk bulat. Panjang konidifor yaitu 400-800 um dan

cenderung kasar, vesikel bulat dengan diameter 25-45 um, phialids yang terdiri di atas vesikel serta mempunyai konidia yang berbentuk bulat, halus atau kasar. Spesies jamur ini memiliki sifat saprofit yang dapat ditemukan di beberapa tempat seperti tanah dan udara bebas serta bahan-bahan makanan tertentu misalnya kacang tanah. *Aspegillus flavus* dapat tumbuh pada kondisi lingkungan bersuhu 10–40°C, pH 5-8 dan kelembapan 80–90%. Spora yang dimiliki jamur ini disebar oleh angin sehingga dapat mengontaminasi bahan pangan.

b. *Aspergillus niger*



Sumber : Permana, 2018

Gambar 2.3 *Aspergillus niger* secara makroskopis



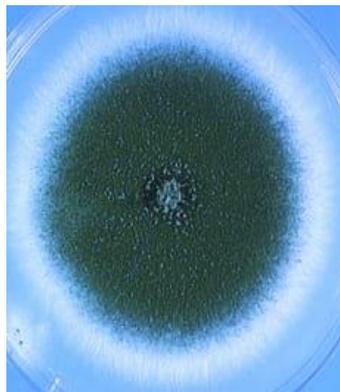
Sumber : Permana, 2018

Gambar 2.4 *Aspergillus niger* secara mikroskopis dengan perbesaran 10 x 40 kali

Aspergillus niger memiliki filamen dan hifa berseptat serta banyak ditemukan di alam bebas dalam kondisi terisolasi dari tanah sisa tumbuhan dan juga memiliki kualitas udara di dalam ruangan. *Aspergillus niger* diketahui juga sebagai salah satu spesies yang paling umum serta gampang diidentifikasi dari genus *Aspergillus sp.* *Aspergillus niger* mempunyai semacam konidiofor dengan panjang 400-3000 um, berbentuk halus serta berwarna hitam. Spesies

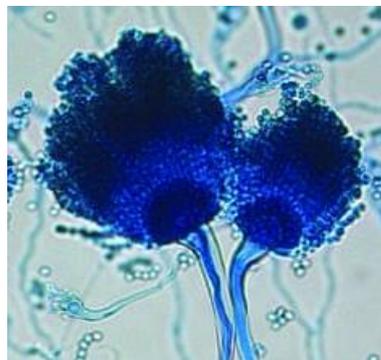
ini juga memiliki vesikel bulat dengan diameter sekitar 30-75 um. Memiliki konidia warna coklat sampai hitam, berbentuk kasar dan bulat berdiameter 6-7 um. *Aspergillus niger* hidup pada lingkungan yang memiliki cukup oksigen karena sifatnya yang aerobik, pH yang dibutuhkan yaitu 2-8,5 dengan nutrisi yang dirasa cukup untuk pertumbuhan. *Aspergillus niger* tersebar secara kosmopolit yakni berada pada daerah tropis dan subtropis serta mudah diisolasi (Yanuhar; Caesar, 2020).

c. *Aspergillus fumigatus*



Sumber : mycology.adelaide.edu.au

Gambar 2.5 *Aspergillus fumigatus* secara makroskopis



Sumber : mycology.adelaide.edu.au

Gambar 2.6 *Aspergillus fumigatus* secara mikroskopis dengan perbesaran 10 x 100 kali

Aspergillus fumigatus secara makroskopis memiliki koloni berwarna hijau tua karena lebatnya konidiofor yang terbentuk. Konidiofor pendek, berdinding halus, dan berwarna hijau (pada bagian atas). Vesikula berbentuk gada yang lebar, dan berdiameter 20-30 pm. Fialid terbentuk langsung pada vesikula, berwarna hijau, dan berukuran (6-8) x (2-3) um. Kepala konidia khas berbentuk kolumnar. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berdiameter 2,5-3,0 um, berwarna hijau, dan berdinding kasar. Spesies ini bersifat tropik-

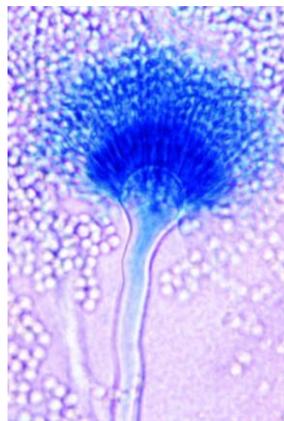
termotoleran, dan banyak ditemukan pada serealia bersuhu tinggi, serta telah diisolasi dari debu rumah, kompos, tanah, kacang tanah, bawang, serta jagung. Spesies ini dapat tumbuh pada suhu cukup tinggi, yaitu 55°C dan pada tekanan oksigen yang rendah. Spesies ini bersporulasi dengan lebat dan bersifat patogen.

d. *Aspergillus terreus*



Sumber : Pujiati, 2018

Gambar 2.7 *Aspergillus terreus* secara makroskopis



Sumber: Mycology.adelaide.edu.au

Gambar 2.8 *Aspergillus terreus* secara mikroskopis dengan perbesaran 10 x 100 kali

Aspergillus terreus memiliki koloni berwarna coklat kekuningan yang semakin gelap dengan bertambahnya umur koloni. Kepala konidia berwarna coklat kekuningan, tampak kompak, berbentuk kolumnar, dan berukuran (150-500) x (30-50) um. Konidiofor berwarna hialin, dan berdinding halus. Vesikula berbentuk semibulat, dan berdiameter 10-20 um. Fialid terbentuk pada metula, dan berukuran (5-7) x (1,5-2,0) um. Konidia berbentuk bulat hingga elips, berdiameter 1,5-2,5 um, berwarna hialin hingga kuning muda, dan berdinding

halus. Spesies ini dapat tumbuh pada tanah dan banyak ditemukan di daerah tropis, serta telah diisolasi dari rempah-rempah, rhizosfer gandum, jagung, padi, kentang, kapas, tanaman euphorbia, pepaya, nanas, pisang, kacang tanah dan biji-bijian yang disimpan di gudang untuk waktu yang lama (Gandjar; dkk, 2000).

5. Aflatoksin

Aflatoksin adalah zat toksik yang dihasilkan oleh sejenis jamur yang tumbuh pada tumbuhan dan biji-bijian. Jamur utama penghasil aflatoksin adalah *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Empat jenis aflatoksin utama yaitu aflatoksin B1, B2, G1, dan G2 terkandung dalam produk tanaman yang terkontaminasi jamur. Aflatoksin B1 merupakan jenis aflatoksin yang paling beracun biasanya konsentrasinya terbesar dalam simpanan makanan dan kebanyakan data yang ada tentang toksikologi berkaitan dengan senyawa tersebut.

Spesies *Aspergillus* penghasil aflatoksin yang mengakibatkan kontaminasi aflatoksin dalam makanan tersebar luas di belahan dunia yang beriklim panas dan lembab. Kadar aflatoksin yang dihasilkan bergantung pada kondisi pertumbuhan. Jika kondisinya mendukung seperti pada musim kemarau atau saat terjadi serangan hama serangga kontaminasi aflatoksin kemungkinan cukup tinggi. Kondisi penyimpanan setelah pemanenan hasil pertanian juga dapat menyebabkan kontaminasi aflatoksin umumnya kondisi yang panas dan lembab mendukung pertumbuhan jamur pada makanan yang disimpan sehingga kadarnya di dalam makanan menjadi cukup tinggi (Widyastuti, 2006).

Jamur *Aspergillus sp.* dapat menghasilkan toksin pada suhu berkisar 12-48°C dengan pertumbuhan optimal pada suhu 37°C dengan kisaran a_w 0,86-0,96. Pada kelembapan tinggi dapat memicu *Aspergillus flavus* dalam menghasilkan aflatoksin. Sedangkan pada kondisi anaerob dapat menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* sehingga dapat menurunkan resiko produksi aflatoksin, khususnya pada bahan pangan seperti sereal dan aneka kacang (Broto, 2018).

6. Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*)



Sumber : motherandbaby.co.id

Gambar 2.9 Kacang hijau (*Vigna radiata L.*)

Klasifikasi

- Divisi : Spermatophyta
- Subdivisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledonae
- Ordo : Rosales
- Family : Leguminosae (Fabaceae)
- Genus : *Vigna*
- Spesies : *Vigna radiata*

(Purwono; Hartono, 2005)

Kacang hijau adalah tanaman pangan semusim berumur pendek (60 hari) berupa semak yang tumbuh tegak. Buah kacang hijau merupakan polong bulat memanjang antara 6-15 cm di dalam setiap buah terdapat 5-10 biji kacang hijau. biji kacang hijau berbentuk bulat atau lonjong, dan umumnya berwarna hijau. Biji kacang hijau terdiri atas tiga bagian utama, yaitu kulit biji (10%) kotiledon (88%) dan lembaga (2%). Di Indonesia kacang hijau dikenal dengan dua macam mutu yaitu kacang hijau biji besar dan kacang hijau biji kecil. Dimana kacang hijau biji besar digunakan untuk olahan makanan seperti bubur, tepung, kue, dan berbagai makanan lainnya, sedangkan yang berbiji kecil digunakan untuk pembuatan tauge (Astawan, 2009:33).

Kacang hijau mengandung sumber protein nabati, vitamin (A, B, C, dan E), serta beberapa zat lain yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia, seperti amilum, besi, belerang, kalsium, minyak lemak, mangan, magnesium, dan

niasin. Kandungan protein pada kacang hijau sekitar 22% dan merupakan peringkat ketiga setelah kedelai dan kacang tanah. Dengan kandungan zat gizi yang baik, bubuk kacang hijau banyak digunakan sebagai bahan makanan bayi dan minuman siap saji dalam kotak atau dalam kaleng (Purwono; Hartono, 2005).

