

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. *Aspergillus spp.*

a. Pengertian *Aspergillus spp*

Spesies dari genus *Aspergillus* diketahui terdapat di mana-mana dan hampir dapat tumbuh di semua substrat. Fungi ini akan tumbuh pada buah busuk, sayuran, biji-bijian, roti, dan bahan pangan lainnya. Beberapa spesies termasuk fungi patogen, misalnya yang dapat menyebabkan penyakit paru-paru dan lainnya penyakit yang disebabkan oleh *Aspergillus spp* disebut Aspergilosis, beberapa di antaranya bersifat saprofit sebagaimana banyak ditemukan pada bahan pangan (Makfoeld, 1993).

Aspergillus spp adalah kapang berbentuk benang dan sporanya selalu ada di udara. Kapang ini dapat tumbuh pada suhu antara 17-42° C dengan suhu ideal 15-30° C. *Aspergillus spp* menghasilkan senyawa metabolit sekunder dalam bentuk mikotoksin yaitu aflatoksin. Aflatoksin merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat karsinogenik (penyebab kanker) dan hepatotoksik (penyebab kerusakan hati) (Mikasari dkk, 2015).

Aspergillus akan terlihat dengan warna hijau, kuning, oranye, hitam atau coklat. Secara keseluruhan merupakan warna dari konidianya. Hifa bersekat dan bercabang. Pada ujung hifa, bagian yang tegak membesar merupakan konidioforanya, di dalamnya terdapat konidia-konidia. Suatu batang pendek dibagian pendukung konidiofor kadang berkembang membulat disebut sterigmata, dan dapat tumbuh memanjang. *Aspergillus* dicirikan hifa bersekat dengan inti yang banyak, sehingga termasuk kelas Ascomycetes. Ciri khasnya yaitu terbentuknya konidia, sedangkan pembedaan spesiesnya adalah warna (Makfoeld, 1993).

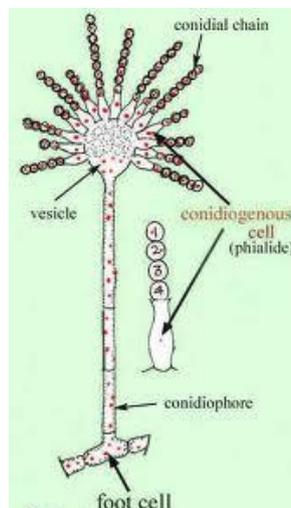
b. Klasifikasi *Aspergillus spp*

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Mycophyta
Kelas	: Ascomycetes
Ordo	: Aspergillales

Famili : Aspergillaceae
 Genus : Aspergillus
 Spesies : *Aspergillus spp* (Suryani dkk., 2020)

c. Morfologi *Aspergillus spp*

Hifa yang dimiliki jamur *Aspergillus spp* selebar 2,5-8 μm , mempunyai cabang seperti kipas dan miselium yang bercabang, hifa yang muncul diatas permukaan merupakan hifa fertil dan mempunyai koloni berkelompok, konidiofora berseptat atau nonseptat yang muncul dari sel kaki, pada ujung hifa muncul sebuah gelembung, pada sterigma muncul konidium-konidium ini berwarna (hitam, coklat, kuning tua, dan hijau) yang memberi warna tertentu pada jamur (Pujiati, 2018).



Sumber : (Pujiati, 2018)

Gambar 2.1 Morfologi *Aspergillus spp*

d. Jenis jenis *Aspergillus spp*

Empat jenis organisme yang sering berhubungan dengan infeksi pada manusia: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, dan *Aspergillus terreus* (Irianto, 2013)

1) *Aspergillus fumigatus*

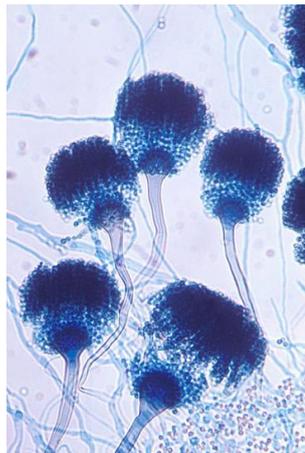
Aspergillus fumigatus termasuk jamur oportunistik yang dapat menginfeksi salah satu atau semua dari organ tubuh manusia. Konidia jamur ini seringkali ditemukan di udara. Parasit endogen ini umumnya dapat menimbulkan penyakit pada manusia dengan sistem kekebalan yang terganggu.

Morfologi jamur *Aspergillus fumigatus* memiliki konidia atas bentuk kolumnar (memanjang) dan konidia nya berbentuk bulat, berwarna hijau. Vesikel berbentuk piala. Konidiofor berdinding halus, umumnya berwarna hijau. (Makfoeld, 1993).



Sumber : Hikmah, 2018

Gambar 2.2 *Aspergillus fumigatus* secara makroskopis



Sumber : (Pujiati, 2018)

Gambar 2.3 *Aspergillus fumigatus* secara mikroskopis

2) *Aspergillus niger*

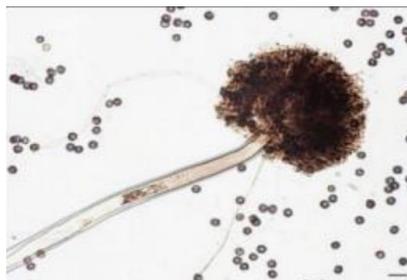
Aspergillus niger adalah salah satu spesies yang paling umum dari genus *Aspergillus*. Ini menyebabkan penyakit yang disebut jamur hitam pada buah dan sayuran tertentu seperti anggur, bawang merah, dan kacang tanah, dan merupakan kontaminan makanan yang umum. Jamur ini ada di mana-mana, di tanah dan umumnya dilaporkan berasal dari lingkungan dalam ruangan. *Aspergillus niger* dapat menyebabkan aspergillosis pada manusia (Permana, 2018)

Morfologi jamur *Aspergillus niger* memiliki konidia atas warna hitam, hitam kecoklat-coklatan atau coklat violet. Bagian atas membesar dan berbentuk globosa. Konidiofor halus tidak berwarna atau agak berwarna coklat-kuning. Vesikel berbentuk globosa dengan bagian atas membesar, bagian ujung seperti batang kecil (Makfoeld, 1993).



Sumber : Hikmah, 2018

Gambar 2.4 *Aspergillus niger* secara makroskopis



Sumber : (Pujiati, 2018)

Gambar 2.5 *Aspergillus niger* secara mikroskopis

3) *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus adalah jamur patogen yang sering ditemui pada bahan-bahan pakan seperti pada komoditas kacang-kacangan. Pakan yang berbahan baku tepung ikan, kacang-kacangan jagung, daging, biji-bijian dan buah juga sangat rentan terkena kontaminasi jamur ini. Jamur ini menghasilkan mikotoksin sebagai metabolitnya. *Aspergillus flavus* memiliki mikotoksin yang paling banyak ditemukan dan sangat berbahaya disebut juga aflatoxin (Serfika, 2008).

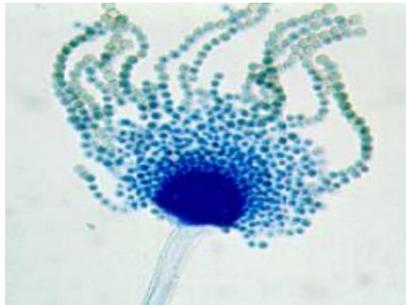
Jamur *Aspergillus flavus* ditandai dengan konidiofor tidak berwarna. Bagian atas agak bulat sampai kolumnar. Vesikel agak bulat sampai bentuk batang pada kepala yang kecil, sedangkan pada kepala yang besar

berbentuk globusa. Konidia kasar dengan bermacam-macam warna (Makfoeld, 1993).



Sumber : Hikmah, 2018

Gambar 2.6 *Aspergillus flavus* secara makroskopis



Sumber : (Pujiati, 2018)

Gambar 2.7 *Aspergillus flavus* secara mikroskopis

4) *Aspergillus terreus*

Jamur *Aspergillus terreus* ditandai dengan bagian atas kolumnar, kelabu pucat atau berbayang-bayang agak cerah. Konidiofor halus, tak berwarna. Vesikel agak bulat dengan bagian atas tertutup sterigmata. Konidia kecil, halus, berbentuk globusa sampai agak elip (Makfoeld, 1993).



Sumber : <https://www.science/aspergillus-terreus>

Gambar 2.8 *Aspergillus terreus* secara makroskopis



Sumber : Pujiati, 2018

Gambar 2.9 *Aspergillus terreus* secara mikroskopis

e. Patogenesis *Aspergillus spp*

Aspergillus spp dapat menghasilkan mikotoksin, yang di sebut aflatoksin. Mikotoksin diidentifikasi sebagai zat yang diproduksi oleh jamur dalam bahan makanan, dan bersifat tahan terhadap panas sehingga dengan pengolahan, pemasaran tidak menjamin berkurangnya aktifitas toksin tersebut. Pembentukan mikotoksin dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor lingkungan (substrat, kelembapan, suhu, pH) dan lamanya kontak jamur terhadap substrat (Pujiati, 2018).

Jamur *Aspergillus spp* dapat menyebabkan penyakit Aspergilosis, terutama *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus fumigatus* yang dapat menyebabkan radang granulomatosis pada bronchus, telinga, selaput lendir mata, kadang-kadang pada kulit dan subkutan pada tulang, paru-paru dan meningen (Pujiati, 2018).

2. Reproduksi Jamur

Reproduksi jamur terdiri dari 2 cara yaitu seksual dan aseksual. Spora dapat dibentuk secara seksual dan aseksual. Spora aseksual disebut talospora (*thallospora*), yaitu spora yang langsung dibentuk dari hifa reproduktif. Spora yang termasuk talospora ialah:

- a. Blastospora, yaitu spora yang berbentuk tunas pada permukaan sel, ujung hifa semu atau pada sekat (septum) hifa semu. Contohnya : *Candida*.
- b. Artrospora, yaitu spora yang dibentuk langsung dari hifa dengan banyak septum yang kemudian mengadakan fragmentasi sehingga hifa tersebut

terbagi menjadi banyak artrospora yang berdinding tebal. Contohnya : *Oidiodendron*.

- c. Klamidiospora, yaitu spora yang dibentuk pada hifa di ujung, di tengah atau yang menonjol ke lateral, dan disebut klamidiospora terminal, interkaler dan lateral. Diameter klamidiospora tersebut lebih lebar dari hifa yang berdinding tebal. Contohnya : Jamur Dermatofita.
- d. Aleuriospora, yaitu spora yang dibentuk pada ujung atau sisi dari hifa khusus yang disebut konidiofora. Aleuriospora ini uniselular dan kecil disebut mikronidia, atau multiselular, besar atau panjang disebut makronidia. Contohnya : *Fusarium*.
- e. Sporangiospora, yaitu spora yang dibentuk di dalam ujung hifa yang menggelembung, disebut sporangium. Contohnya: *Rhizopus*.
- f. Konidia, yaitu spora yang dibentuk di ujung sterigmata bentuk fialid. Sterigmata dibentuk diatas konidiofora. Konida membentuk susunan seperti rantai. Contohnya : *Penicillium, Aspergillus* (Sutanto, 2008).

Spora seksual dibentuk oleh dua sel atau hifa. Yang termasuk golongan spora seksual ialah:

- 1) Zigospora, yaitu spora yang dibentuk oleh dua hifa yang sejenis.
- 2) Oospora, yaitu spora yang dibentuk oleh dua hifa yang tidak sejenis.
- 3) Askospora, yaitu spora yang terdapat di dalam askus yang dibentuk oleh dua sel dua jenis hifa.
- 4) Basidiospora, yaitu spora yang dibentuk pada basidium sebagai hasil penggabungan dua jenis hifa (Sutanto, 2008).

b. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur

Menurut Gandjar dkk (2006) umumnya pertumbuhan fungi dipengaruhi oleh beberapa faktor di bawah ini:

1) Substrat

Substrat adalah sumber nutrien utama bagi fungi. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Misalnya substratnya adalah nasi atau kentang, maka fungi harus mampu

mengekskresikan enzim α -amilase untuk mengubah amilum menjadi glukosa. Senyawa glukosa tersebut yang akan diserap oleh fungi. Fungi yang tidak dapat menghasilkan enzim sesuai dengan komposisi substrat dengan sendirinya tidak dapat memanfaatkan nutrien-nutrien dalam substrat tersebut.

2) Kelembaban

Faktor kelembaban sangat penting untuk pertumbuhan fungi. Pada umumnya fungi tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor* memerlukan lingkungan dengan kelembaban nisbi 90%, sedangkan kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, dan lainnya dapat hidup pada kelembaban nisbi yang lebih rendah, yaitu 80%. Dengan mengetahui sifat-sifat fungi ini penyimpanan bahan pangan dan materi lainnya dapat dicegah kerusakannya.

3) Suhu

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

4) Derajat keasaman lingkungan

Derajat keasaman lingkungan atau pH sangat penting untuk pertumbuhan fungi. Hal ini dikarenakan enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya fungi menyukai pH di bawah 7,0. Jenis-jenis khamir tertentu bahkan tumbuh pada pH yang cukup rendah, yaitu pH 4,5-5,5. Sangat penting untuk suatu industri mengetahui sifat ini agar fungi yang ditumbuhkan menghasilkan produk yang optimal dan juga untuk mencegah pembusukan pangan.

5) Bahan kimia

Bahan kimia sering digunakan untuk mencegah pertumbuhan fungi. Misalnya Natrium Benzoat dimasukkan ke dalam bahan pangan sebagai pengawet. Hal ini dilakukan untuk mencegah pertumbuhan kapang yang dapat menurunkan kualitas bahan tersebut.

4. Mikotoksin

Mikotoksin merupakan senyawa organik beracun yang berasal dari metabolit sekunder yang dihasilkan jamur. Dapat menimbulkan penyakit yang disebabkan oleh jamur dapat dibedakan atas infeksi (mikosis) dan alergi (mikotoksikosis). Gangguan kesehatan oleh mikotoksin diketahui bersifat tidak menular. Salah satu terjadinya mikotoksikosis karena mengkonsumsi makanan yang telah dicemari atau sudah terkontaminasi oleh jamur (Syarief, 2003).

a. Aflatoksin

Aflaktosin dapat mengakibatkan kerusakan hati, organ tubuh yang sangat penting dan juga berperan dalam detoksifikasi aflaktosin itu sendiri. Apabila aflaktosin dikonsumsi dalam jumlah yang kecil secara kontinu dapat menyebabkan kanker hati (Syarief, 2003).

Aflaktosin merupakan salah satu contoh mikotoksin yang mempunyai daya racun yang sangat tinggi. Aflaktosin dapat dihasilkan di dalam banyak jenis substrat, antara lain beras, jagung, gandum serta biji-bijian lainnya, terutama kacang-kacangan yang tersimpan dalam kondisi yang kurang memenuhi syarat. Aflaktosin dikenal sebagai mikotoksin yang paling potensial sebagai penyebab karsinogenik. Toksin ini memperlihatkan kemampuannya sebagai penyebab hepatoma (kanker hati) pada hewan-hewan percobaan dan berimplikasi kuat menyebabkan kanker hati pada manusia. Aflaktosin dapat diproduksi oleh *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nomius*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Eurotium rubrum* (Syarief, 2003).

5. Lada

Taksonomi Lada yaitu (Disbun Jabar,2017) :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Piperales
 Family : Piperaceae
 Genus : Piper
 Spesies : *Piper nigrum L*



Sumber : <https://cf.shopee.co.id/file/4f4bc502fe>



Sumber: <https://images.detik.net.id/2019/12/10/>

Gambar 2.10 Lada giling dan lada utuh

Lada merupakan salah satu bumbu masakan yang sering digunakan dalam kuliner Indonesia. Di rumah tangga, restoran, warung makan, bahkan di industri makanan jadi seperti pabrik mi dan nugget, lada original sering digunakan sebagai bumbu masakan. Lada selain berfungsi sebagai penyedap rasa dan aroma, juga memiliki rasa pedas (Ramadani, 2018).

Lada merupakan salah satu jenis rempah yang cukup penting, baik ditinjau dari peranannya sebagai penyumbang devisa negara maupun kegunaannya yang khas dan tidak dapat digantikan oleh jenis rempah lainnya. Masyarakat pada zaman sekarang lebih memilih menggunakan lada bubuk dibandingkan biji lada yang masih utuh, karena kepraktisannya sehingga mempermudah dalam penggunaannya. Lada bubuk biasanya digunakan sebagai bumbu masak, penambah cita rasa pada makanan. Pada proses pengolahan lada yang masih dilakukan dengan cara yang kurang higienis, risiko produk terkontaminasi oleh jamur selama proses pengolahan lada bubuk masih sangat besar. Mulai dari perontokan buah lada, penjemuran yang sangat sederhana, peralatan dan ruangan yang kurang bersih, memungkinkan terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme, terutama jamur (Widowati dkk., 2017).

B. KERANGKA KONSEP

