BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jamur

Jamur merupakan organisme sederhana memiliki inti sel dan spora, tidak mengandung klorofil, serta dapat berbentuk sel tunggal atau filamen bercabang dengan dinding sel yang umumnya terdiri atas khitin. Jamur biasanya berkembang biak melalui cara seksual maupun aseksual (Suryani, 2020). Sebagian besar jamur bersifat aerob obligat dengan kisaran pH optimal untuk pertumbuhan antara 2 hingga 9, serta suhu yang berkisar antara 10°C hingga 35°C. (Naqsyabandi, 2022).

Umumnya jamur bersifat multiseluler (bersel banyak). Struktur tubuhnya berbentuk benang halus yang disebut hifa, sedangkan kumpulan hifa membentuk jaringan yang dikenal sebagai miselium. Miselium ini mengandung pigmen dengan warna, seperti merah, ungu, kuning, coklat, abu-abu dan lain-lain (Naqsyabandi, 2022). Jamur tidak mampu memproduksi makanannya sendiri karena tidak memiliki klorofil. Jamur bertahan hidup dengan menyerap nutrisi dari organisme lain untuk kebutuhan hidupnya (Maizarmis, 2022).

Jamur dapat menimbulkan reaksi alergi serta infeksi. Pertumbuhannya dapat terjadi pada produk sebelum masa panen, selama penyimpanan hasil pertanian, maupun saat proses pengolahan. Pangan yang terkontaminasi jamur berpotensi menyebabkan keracunan pada manusia karena menghasilkan berbagai jenis zat beracun yang dikenal sebagai mikotoksin. Mikotoksin adalah

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

metabolit sekunder yang dihasilkan oleh beberapa cendawan yang termasuk golongan genus *Aspergillus,* dan *Penicillium*. Jenis *Aspergillus* dan *Penicillium* diketahui merupakan mikroorganisme yang dapat mencemari produk pangan terbuka, seperti bumbu halus yang ada dipasaran (Naqsyabandi, 2022).

1. Morfologi jamur

a. Yeast (khamir)

Yeast atau khamir merupakan jamur saprofit, mikroskopis dan bersel tunggal. Sel khamir memiliki morfologi yang berbeda-beda, seperti kokus, sel silindris, basil, dengan ukuran berbeda yaitu panjang 5-20 µm dan lebar 1-10 µm. Contoh khamir adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Puspita, 2020).

b. Mould (kapang)

Mould (kapang) merupakan jamur multiseluler berbentuk serabut seperti kapas, tumbuh berbentuk seperti filamen yang disebut hifa dengan pigmen warna putih-kekuningan. Contoh kapang *Rhizopus oryzae* (Sudimartini, 2022).

2. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur

Menurut Tallo (2023) terdapat sejumlah factor yang dapat memengaruhi laju pertumbuhan jamur, yaitu :

a. Kelembaban

Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah kelembaban. Kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba.

b. Suhu

Suhu optimal untuk pertumbuhan jamur adalah sekitar 18-30°C atau suhu normal ruangan. Suhu yang cukup tinggi disertai dengan kondisi cuaca berawan dapat menyebabkan peningkatan kelembaban relatif (Dwi Astuti, 2022). Beberapa jenis jamur tergolong psikotropik, yaitu mampu tumbuh dengan baik pada suhu lemari pendingin, bahkan ada yang masih dapat berkembang secara perlahan pada suhu dibawah titik beku, seperti kisaran 2-8°C. Bagi mikroorganisme, suhu tinggi dapat merusak sel, sementara suhu rendah cenderung menghambat aktivitas metabolisme serta laju pertumbuhan jamur.

c. Kebutuhan oksigen dan air

Jamur merupakan mikroorganisme aerob, yang berarti memerlukan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. Selain itu, jamur juga membutuhkan kadar air yang optimal untuk mendukung pertumbuhannya.

d. Substrat atau media

Jamur pada umumnya mampu tumbuh di berbagai jenis lingkungan, baik yang mengandung senyawa sederhana maupun kompleks. Jamur juga dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti amilase, pectinase, proteinase dan lipase. Oleh karena itu, jamur sering ditemukan tumbuh pada bahan pangan yang mengandung pati, protein, maupun lemak.

e. pH

berdasarkan derajat keasaman menurut Wati (2019), secara umum jamur dapat tumbuh pada rentang derajat keasaman (pH) 4-9 dengan pH optimum untuk pertumbuhannya berada pada kisaran 5-6.

B. Jamur Aspergillus sp

Jamur *Aspergillus sp* merupakan mikroorganisme eukariotik tergolong ke dalam kelompok jamur dengan persebaran yang sangat luas, dan umumnya ditemukan di berbagai jenis lingkungan, khususnya di wilayah tropis dan subtropis. *Aspergillus* adalah suatu genus yang terdiri dari beragam spesies. Genus ini sering dijumpai di lingkungan seperti tanah dan bahan organik yang mengalami pembusukan, dimana banyak spesiesnya bersifat saprofit dan berperan dalam penguraian materi organik yang telah mati (Novilasari, 2023).

Spora *Aspergillus* berukuran sangat kecil dan ringan sehingga mudah tersebar melalui udara. *Aspergillus* termasuk salah satu jenis jamur patogen karena mampu menghasilkan aflatoksin. *Aspergillus* menyebabkan aspergillosis karena adanya aflatoksin yang diproduksinya. Aflatoksin yang terdapat pada bahan pangan berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Novilasari, 2023).

Penyakit yang ditimbulkan oleh jamur *Aspergillus* dikenal dengan aspergilosis. *Aspergillus* adalah jamur yang mampu mengeluarkan aflatoksin. Aflatoksin merupakan metabolit hasil jamur *Aspergillus flavus*. Salah satu jenis aflatoksin yang paling beracun dan dapat memicu kanker melalui penginduksian DNA adalah AFB1. Aflatoksin yang mencemari makanan dan

tertelan oleh manusia dapat menimbulkan dampak mutagenik, karsinogenik, serta teratogenik. Selain itu, konsumsi makanan yang terkontaminasi aflatoksin dalam dosis tinggi dapat menyebabkan aflatoksikosis akut dan menimbulkan manifestasi hepatoksik bahkan kematian akibat gagal hati akut (Fitriana, 2019).

Klasifikasi dan morfologi dari jamur *Aspergillus sp* dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Klasifikasi Aspergillus sp

Adapun taksonomi *Aspergillus sp* sebagai berikut (Suryani, 2020):

a. Divisi : Mycophyta
b. Sub Phylum : Eumycophyta
c. Class : Ascomycetes
d. Sub Class : Euascomycetes
e. Ordo : Aspergillales
f. Famili : Aspergillaceae
g. Genus : Aspergillus
h. Spesies : Aspergillus sp

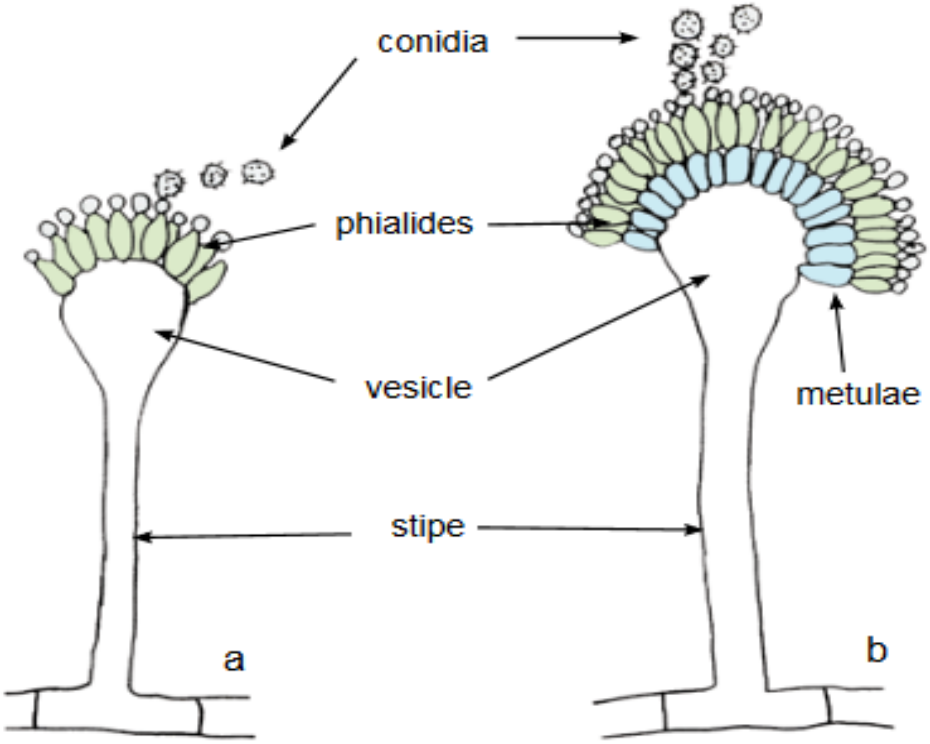
2. Morfologi Aspergillus sp

Genus *Aspergillus* merupakan salah satu jenis jamur yang umum ditemukan dan dapat diisolasi dengan mudah karena tersebar luas di lingkungan, baik di udara maupun di tanah. Secara mikroskopis, Aspergillus sp memiliki ciri khas berupa hifa yang bersekat (septa) dan miselium yang bercabang, konidia berbentuk bulat, konidiofor berbentuk batang tegak

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

tanpa percabangan, serta vesikula yang juga berbentuk bulat (Mawarni, 2021). Koloni jamur *Aspergillus sp* tumbuh dengan bentuk berserat, halus, cembung, dan memiliki warna bervariasi seperti abu-abu, kehijauan, coklat, hitam, hingga putih. Warna spora biasanya dipengaruhi oleh warna koloninya (Hidayatunnafsiyah, 2023).

Berdasarkan gambar 2.1 di bawah ini, bisa dilihat untuk morfologi jamur *Aspergillus sp.*



Gambar 2.1 Morfologi kepala konidia pada Aspergillus Sp
Sumber : (Kidd, 2022)

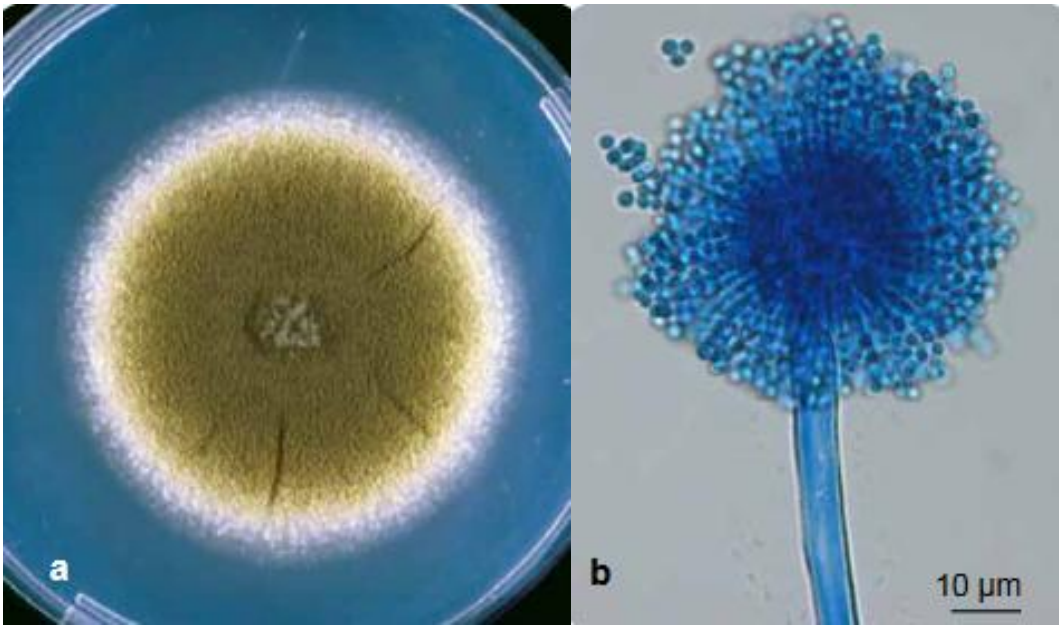
Berikut ini beberapa spesies dari jamur *Aspergillus sp* :

a. *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus adalah jamur multiseluler berbentuk hifa panjang atau kapang yang termasuk dalam genus *Aspergillus.* Secara

makroskopis, koloni *Aspergillus flavus* tampak berwarna hijau kekuningan hingga kuning kecoklatan. Secara mikroskopis, koloni jamur *Asperrgillus flavus* berwarna kuning kehijauan atau coklat muda, abu-abu hingga kehitaman. Koloni yang terlihat berwarna hijau tua dan terlihat seperti pasir. Konidiofor tidak berwarna (hialin), bagian permukaan atas tampak sedikit cembung, konidia memiliki tekstur kasar dan menunjukkan variasi warna dengan ukuran sekitar 1 mm, vesikel tepat di bawah berbentuk bulat biasanya kasar. Jamur *Aspergillus flavus* tumbuh sangat baik dengan suhu antara 19-35°C dan menghasilkan aflatoksin maksimal suhu 28°C (Lindawati, 2019). *Aspergillus flavus* merupakan jamur yang banyak ditemukan di lingkungan. Makanan yang terkontaminasi dapat menghasilkan aflatoksin, suatu mikotoksin mampu meningkatkan risiko kanker hati pada manusia. *Aspergillus flavus* merupakan jamur menular yang dapat berpindah ke organ serta menyebabkan penyakit seperti keratitis, infeksi kulit, sinusitis dan aspergillosis paru invasif (Plabuton, 2020).

Morfologi jamur *Aspergillus flavus* secara makroskopis dan mikroskopis terdapat pada gambar 2.2.



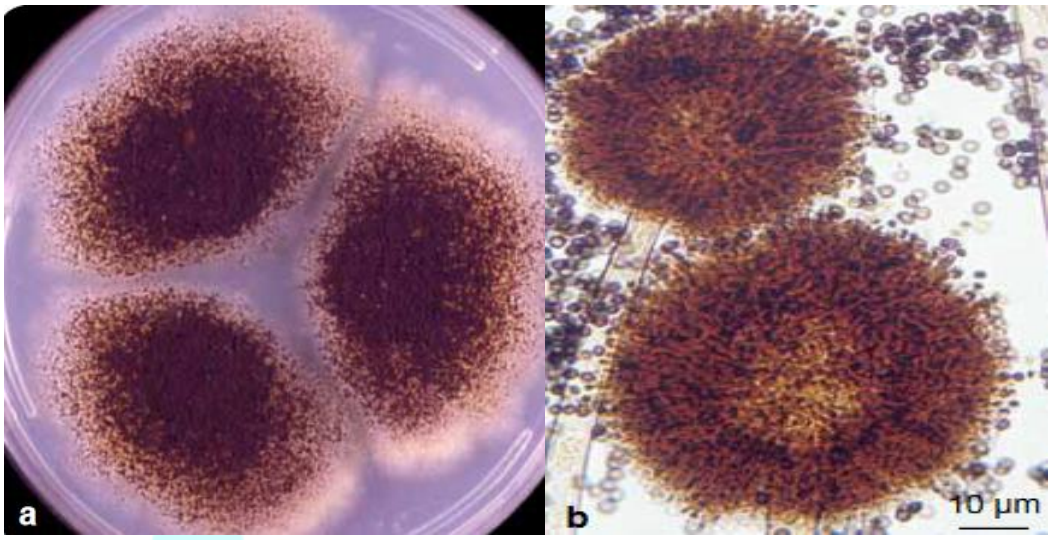
Gambar 2.2 (a) Makroskopis dan (b) Mikroskopis Aspergillus flavus
Sumber : (Kidd, 2022)

b. *Aspergillus niger*

Aspergillus niger merupakan jenis jamur berfilamen yang bersifat kosmopolitan dan dapat ditemukan di berbagai lingkungan di alam. Secara makroskopis *Aspergillus niger* koloni berbentuk bulat, berwarna coklat atau hitam kecoklatan, miselium berwarna hitam yang ditandai dengan lapisan konidiofor padat mulai dari coklat tua hingga putih atau kuning. Secara mikroskopis dicirikan dengan konidia berbentuk bulat berwarna coklat, dan sebagian berwarna hitam, kepala konidia berwarna hitam bulat. Sel kaki vesikel dicirikan adanya hifa dengan ujung yang bengkak. Permukaan vesikel mengandung sterigma atau spora yang mengandung konidia sedangkan konidiofor silindris dan tidak berwarna (hialin). Jamur *Aspergillus niger* mampu memproduksi senyawa dan zat aspergilin yang berfungsi menghambat pertumbuhan jamur patogen. Selain itu, jamur ini juga menghasilkan enzim-enzim hidrolitik seperti

lipase, selulase, dan pektinase (Erdiansyah, 2023).

Morfologi jamur *Aspergillus niger* secara makroskopis dan mikroskopis dapat di lihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



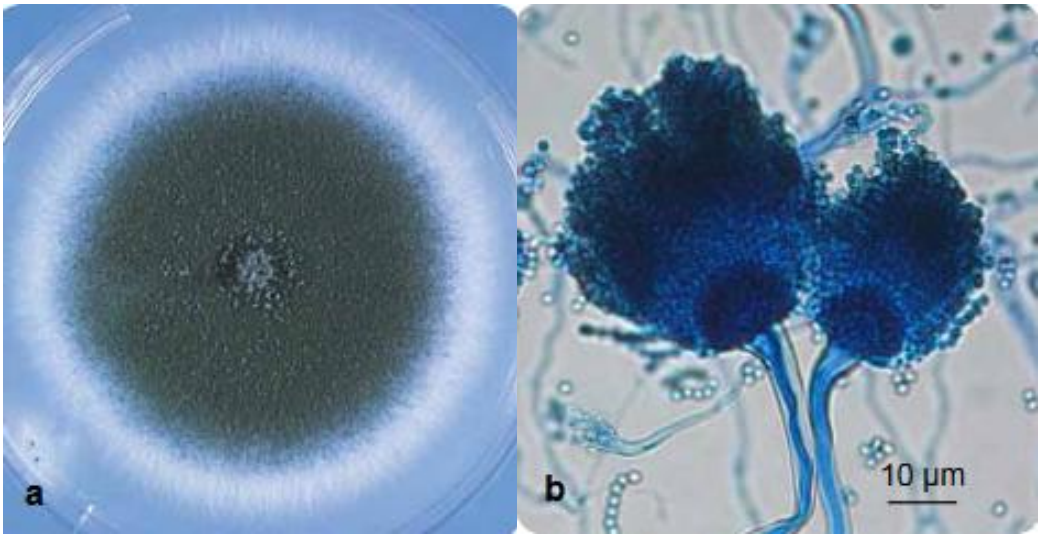
Gambar 2.3 (a) Makroskopis dan (b) Mikroskopis *Aspergillus niger*
Sumber : (Kidd, 2022)

c. *Aspergillus fumigatus*

Aspergillus fumigatus adalah jamur yang menjadi penyebab utama infeksi pada manusia, di mana secara makroskopis *Aspergillus fumigatus* ditandai oleh koloni berwarna hijau tua dengan pinggiran putih dan berdiameter sekitar 2-3 cm. Bentuk koloninya bulat dengan tepian yang rata, permukaannya halus, dan teksturnya menyerupai beludru. Secara mikroskopis, jamur ini memiliki ciri hifa yang tidak bersepta, konidiofor yang memanjang dan berdinding halus, vesikel pada ujung berbentuk ganda, serta konidia yang tersusun memanjang secara kolumnar. Selain itu, terdapat konidiospora yang menempel pada ujung konidia, hifa, dan spora (Urip, 2021).

Morfologi jamur *Aspergillus fumigatus* secara makroskopis dan

mikroskopis dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 (a)Makroskopis dan (b) Mikroskopis Aspergillus fumigatus
Sumber : (Kidd, 2022)

d. *Aspergillus terreus*

Aspergillus terreus merupakan jamur kosmopolitan, dapat ditemukan pada daerah tropis dan subtropis, tersebar luas di alam mulai dari tanah, maupun udara. *Aspergillus terreus* secara makroskopis miselium tampak berwarna putih kekuningan hingga kecoklatan. Secara mikroskopis, jamur ini memiliki ciri berupa jumlah konidia yang sedikit, vesikel berbentuk bulat, serta konidiofor yang bervariasi panjangnya, baik panjang maupun pendek (Febriyossa, 2022).

Morfologi jamur *Aspergillus terreus* secara makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.

Kemenkes Poltekkes Bengkulu



Gambar 2.5 Makroskopis dan Mikroskopis *Aspergillus terreus*
Sumber : (Kidd, 2022)

3. Pemeriksaan jamur

Pemeriksan jamur meliputi pemeriksaan secara makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis jamur untuk mengetahui ada tidaknya pertumbuhan jamur pada medis. Media spesifik yang digunakan untuk pertumbuhan jamur yaitu *Saboraud Dextrose Agar* (SDA), sedangkan pemeriksaan mikroskopis bisa teridentifikasi spesies-spesies dari jamur *Aspergillus Sp* seperti *Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus, Aspergillus niger,* dan *Aspergillus terreus* dengan melihat karakteristik jamur, terutama morfologi, pigmen ukuran hifa, konidiofor dan konidia di bawah mikroskop (Sudipa, 2021).

C. Bawang Merah (*Allium Cepa L.*)

Tanaman Bawang merah (*Allium Cepa L*.) adalah salah satu jenis sayuran umbi yang banyak dikenal dan digemari oleh masyarakat indonesia. Tanaman ini umumnya digunakan sebagai penyedap masakan (Zalvadila, 2023). Bawang merah (*Allium Cepa L*.) merupakan komoditas sayuran rempah bernilai

ekonomis tinggi yang telah banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia, dan permintaan masyarakat terhadap tanaman ini terus meningkat (Umrah, 2023). Tanaman bawang merah (*Allium Cepa L.*) mampu tumbuh dalam berbagai kondisi lingkungan. Hasil panen yang optimal didukung oleh kondisi lingkungan yang baik, ketersediaan cahaya, air dan unsur hara yang memadai (Putra, 2022).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa produksi bawang merah di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 1,82 juta ton dan mengalami peningkatan menjadi 2 juta ton pada tahun 2021. Jika dilihat berdasarkan provinsi, Jawa Tengah menjadi wilayah dengan produksi bawang merah tertinggi yaitu sebesar 564,26 ribu ton, disusul oleh Jawa Timur dengan produksi mencapai 501 ribu ton pada tahun 2021 (Nurhayati, 2022).

1. Morfologi bawang merah (*Allium Cepa L.*)

Bawang merah memiliki beberapa bagian utama yaitu akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Umbinya berbentuk oval dengan warna ungu atau putih. Daunnya berbentuk silindris berlubang, berwarna hijau muda, dan memiliki panjang sekitar 50-70 cm. Batangnya merupakan batang sejati yang dibungkus oleh batang semu, tersusun dari jumlah pelepah daun. Daun-daunnya tumbuh pada tangkai yang relatif pendek (Hikmahwati, 2020).

Tanaman bawang merah *(Allium Cepa L.)* termasuk dalam tanaman semusim dan berbentuk rumpun. Tanaman ini dapat tumbuh mencapai 25 cm, mempunyai batang semu dengan akar serabut pendek di sekitar

permukaan tanah, serta sistem perakarannya yang dangkal menyebabkan tanaman ini kurang tahan terhadap kondisi kering. Selain diginakan sebagai penyedap masakan, tanaman ini bermanfaat untuk mendukung proses metabolisme, mencegah penyumbatan pembuluh darah, dan membantu menjaga keseimbangan tekanan darah karena kandungan gizinya yang terdapat pada bawang merah (Djamaluddin, 2022).

2. Penjualan Bawang Merah (*Allium Cepa L.*) Giling Di Pasar

Bawang merah (*Allium Cepa L.*) gling sebalu dijual diolah terlebih dahulu dengan melalui beberapa tahapan. Tahap tersebut dimulai dari bawang merah yang dikupas bersih, setelah itu dimasukkan ke alat penggiling dengan ditambahkan sedikit air dan bumbu seperti garam guna mempercepat proses penggilingan. Bawang merah (*Allium Cepa L.*) giling biasanya dijual di pasar tradisional. Selama proses penjualan bawang merah (*Allium Cepa L.*) umumnya diletakkan pada wadah terbuka seperti baskom tanpa penutup, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi (Purba, 2024).

Penjualan bawang merah (*Allium Cepa L.*) giling di pasar panorama tersedia di kios-kios dan ada juga yang berjualan di lapak. Penjualan bawang merah (*Allium Cepa L.*) giling yang ada di kios biasanya menyediakan stok bumbu dalam jumlah banyak sedangkan penjualan di lapak hanya menyediakan stok dalam jumlah lebih sedikit. Bahan produk dengan stok yang banyak apabila tidak habis dalam satu hari, maka sisa penjualan akan disimpan dikios dan dicampur kembali dengan produk

yang baru digiling. Hal tersebut mendukung adanya pertumbuhan jamur (Widyananda, 2025).



Gambar 2.6 (a) Bumbu Giling di Kios dan (b) Bawang Merah Giling (dokumentasi pribadi)

3. Patogenitas Jamur *Aspergillus sp* Pada Bawang Merah (*Allium Cepa L.*)

Jamur adalah mikroorganisme sering dijumpai pada produk hasil pertanian. Keberadaan jamur yang mengontaminasi dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi karena merusak serta menurunkan mutu dan jumlah hasil panen, pada akhirnya memengaruhi harga jual (Sari, 2022). Bawang merah yang terkontamminasi oleh jamur menyebabkan adanya kerusakan mikrobiologis karena terjadi pembusukan yang disebabkan oleh mikroorganisme tersebut. Penanganan pasca panen yang kurang layak mengakibatkkan kerusakan fisik seperti bantingan atau tekanan sehingga menyebabkan bawang merah memar dan terjadi pembusukan. Karakteristik jamur yang tular tanah dan udara membuat penyebarannya menjadi cepat (Ulilalbab, 2023).

Bawang merah (*Allium Cepa L.*) giling dapat ditemui di Pasar tradisional dimana sering dijual secara terbuka, sehingga tidak menjamin

kebersihan bumbu tersebut. Keadaan pasar dengan berbagai macam aktivitas dan lingkungan, tertentu berpeluang memicu adanya kontaminasi (Rejeki, 2025). Tempat yang terbuka dengan paparan udara langsung yang memungkinkan kotoran dan debu di pasar masuk atau menempel di bawang merah giling tersebut. Selain itu, disertai dengan kondisi bawang merah giling yang mengandung air atau basah mendukung adanya pertumbuhan jamur (Winandari, 2021).

Adanya pertumbuhan jamur yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus sp* mengakibatkan aspergillosis. Infeksi yang ditimbulkan dari penyakit aspergillosis umumnya menyerang sistem pernapasan, namun gejala serta tingkat keparahannya bisa berbeda-beda. Penularan penyakit ini terjadi melalui proses inhalasi, dimana spora jamur terhirup dan masuk ke paru-paru. Hal ini karena suhu ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan jamur tesebut berapa pada kisaran ±30°C, mendekati suhu tubuh manusia yaitu sekitar 36-37,2°C (Urip, 2021).

Spesies jamur *Aspergillus sp* dapat menghasilkan mikotoksin. Mikotoksin dapat berdampak serius bagi kesehatan manusia jika tertelan, seperti menyebabkan gangguan kesehatan berupa pusing, mual, muntah, hingga kejang-kejang (Umrah, 2023). Dua jenis mikotoksin yang menjadi fokus utama perhatian adalah aflatoksin dan oratoksin. Aflatoksin merupakan salah satu mikotoksin yang paling berbahaya bagi kesehatan manusia. Konsumsi makanan yang tercemar aflatoksin dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan keracunan akut akibat aflatoksin dan

menimbulkan manifestasi hepatotoksik atau pada kasus kronis mengakibatkan kematian (Fitriana, 2019).

Tingkat patogenitas *Aspergillus* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti sistem imun tubuh, jumlah paparan spora, serta tipe infeksi yang terjadi. Penularan umumnya berlangsung melalui penghirupan spora jamur dan diagnosis maupun penanganan yang kurang tepat dapat memperburuk kondisi pasien (Novilasari, 2023). Selain itu aflatoksin juga ditemukan pada beberapa jenis media, dengan keberadaannya dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti kelembaban, pH, suhu, ketersediaan nutrisi, serta persaingan pertumbuhan antar mikroorganisme (Suryani, 2020).

Kemenkes
Poltekkes Bengkulu