

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Kapang

Kapang adalah jasad renik yang terdiri dari banyak sel yang bergabung menjadi satu (multiseluler). Hal ini merupakan salah satu pembeda dengan bakteri dan khamir, karena bakteri dan khamir adalah uniseluler. Di bawah mikroskop dapat dilihat bahwa, kapang terdiri dari benang-benang (filamen) yang dinamakan hifa. Kumpulan hifa inilah yang disebut miselium (misella). Pertumbuhan vegetatif dari kapang adalah, dengan cara memperpanjang hifa pada ujungnya yang disebut pertumbuhan apikal, atau pada bagian tengah hifa disebut pertumbuhan interkalor. Beberapa jenis kapang mempunyai hifa yang disekat oleh septa. Bagian penyekat ini merupakan ciri untuk identifikasi kapang. Hifa memproduksi spora aseksual dan spora seksual, untuk proses perkembangan jasad renik tersebut. Siklus reproduksi kapang secara aseksual dibedakan atas siklus mikro dan siklus normal (Syarif, dkk. 2003).

Secara umum, kapang tumbuh dengan baik di tempat yang lembab. Kapang juga dapat beradaptasi dengan lingkungannya, sehingga kapang dapat ditemukan di seluruh dunia, termasuk di gurun yang panas (Susanto, Dkk. 2014).

a. Reproduksi Kapang

Menurut Gandjar (2000) kapang bereproduksi menjadi 2 cara, yaitu:

1) Kapang bereproduksi secara aseksual dengan menghasilkan:

arthrokonidia, blastokonidia, klamidospora, konidia, sporangospora.

a) Arthrokonidia adalah sel reproduksi aseksual yang terbentuk dari hifa berseptum yang terputus-putus, sehingga kompartemen-kompartemen berdiri sendiri dan dapat tumbuh menjadi hifa baru.

b) Blastospora adalah konidia berbentuk bulat atau semi bulat yang terbentuk langsung pada hifa atau dari sel pembentuk konidia yang langsung duduk pada hifa. Klamidospora adalah sel hifa yang membesar

karena mendapat nutrisi ekstra, berdinding tebal, letaknya interkalar atau terminal. Sel ini terbentuk apabila lingkungan di sekitar kapang kurang menguntungkan.

- c) Konidia adalah spora aseksual, yaitu suatu propagul yang non motil dan tidak terbentuk melalui proses pembelahan seperti pada pembentukan sporangiospora. Konidia berhubungan langsung dengan lingkungan luar sehingga mudah tersebar oleh angin atau air.
 - d) Sporangiospora adalah spora aseksual yang dibentuk di dalam suatu kantung tertutup pada ujung hifa fertil atau cabang hifa tersebut. Kantung tersebut dinamakan sporangium, dan dapat berbentuk bulat, semibulat, atau panjang.
- 2) Kapang bereproduksi secara seksual dengan menghasilkan: askospora, basidiospora dan zigospora.
- a) Askospora adalah spora seksual yang terbentuk dalam askus, dan terdapat pada Ascomycetes. Askus ini terbentuk dalam tubuh buah yang dapat berupa apotesium kleistotesium, atau peritesium.
 - b) Basidiospora adalah spora seksual yang terbentuk dalam basidium, dan terdapat pada Basidiomycetes
 - c) Zigospora adalah spora seksual pada Zygomycetes, merupakan hasil fusi dan sepasang gametangia, serta berdinding tebal, berornamentasi, dan berpigmen gelap.

b. Jenis Kapang pada Bahan Pangan

Kapang yang dapat dijumpai pada berbagai bahan pangan adalah :

1) *Aspergillus Sp*

Spesies dari genus *Aspergillus* diketahui dapat tumbuh di semua substrat. Kapang ini akan tumbuh pada buah busuk, sayuran, biji-bijian, roti, dan bahan pangan lainnya. Beberapa spesies termasuk kapang patogen, dapat menyebabkan penyakit paru-paru disebut Aspergilosis (Makfoeld, 1993).

Klasifikasi *Aspergillus*

Domain : Eukaryota

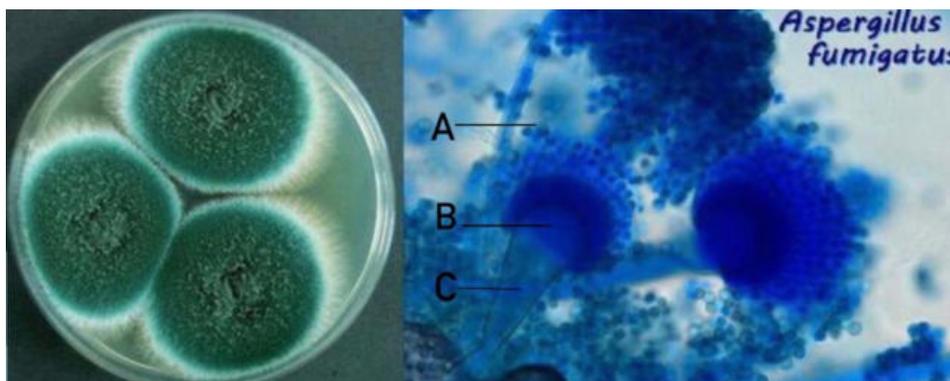
Kerajaan : Fungi

Filum : Ascomycota
 Subfilum : Pezizomycotina
 Kelas : Eurotiomycetes
 Ordo : Eurotiales
 Famili : Trichocomaceae
 Genus : *Aspergillus*
 Spesies : *Aspergillus fumigatus*
Aspergillus niger
Aspergillus flavus
Aspergillus terreus (Wikipedia, 2021)

a) *Aspergillus fumigatus*

Aspergillus fumigatus adalah mikroorganisme saprofit yang banyak tersebar di alam melalui udara dalam bentuk spora. *A. fumigatus* ini biasa ditemukan di tanah dan bahan organik seperti tumpukan kompos dan memainkan peran penting dalam siklus karbon dan nitrogen (Wikipedia, 2021)

Aspergillus fumigatus memiliki konidia bentuk kolumnar (memanjang), atau berbentuk bulat, berwarna hijau sampai hijau kotor. Vesikel berbentuk piala. Konidiofor berdinding halus, umumnya berwarna hijau (Makfoeld, 1993).



(a)

(b)

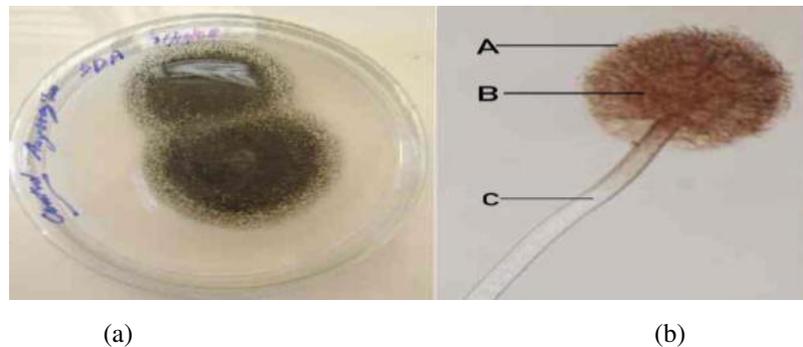
Sumber: Rara Raudah. 2020

Gambar 2.1: (a). *Aspergillus fumigatus* secara Makroskopis (b). Secara Mikroskopis
 (A. Konidia, B. Vesikel, C. Konidiofor)

b) *Aspergillus niger*

Aspergillus niger adalah salah satu spesies yang paling umum dari genus *Aspergillus*. Ini menyebabkan penyakit yang disebut Kapang hitam pada buah dan sayuran seperti anggur, bawang merah, dan kaca. Kapang ini ada di tanah dan umumnya berasal dari lingkungan dalam ruangan. *Aspergillus niger* dapat menyebabkan aspergillosis pada manusia.

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).



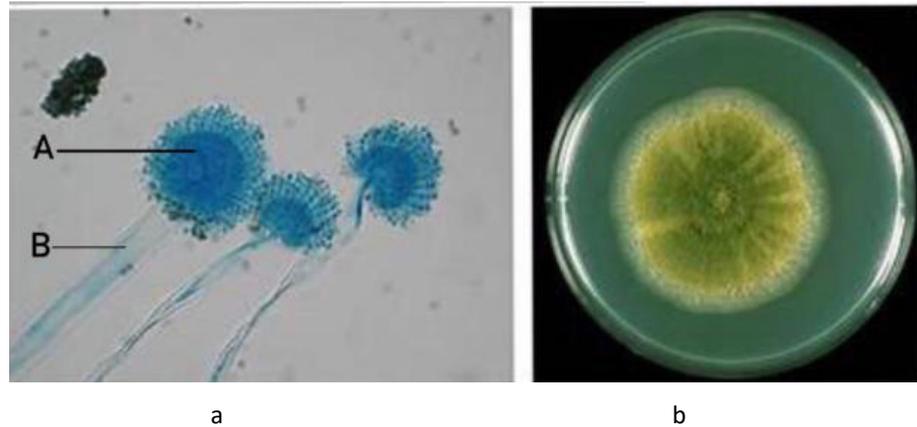
Sumber: Thpamorama, 2022

Gambar 2.2 (a). *Aspergillus niger* secara makroskopis (b). Secara mikroskopis (A. Konidia B. Vesikel C. Konidiofor)

c) *Aspergillus flavus*

Aspergillus flavus adalah jamur pantogen yang sering ditemui pada bahan-bahan pakan, seperti kacang-kacangan, pakan yang berbahan baku tepung, jagung, daging, biji-bijian dan buah juga sangat rentan terkontaminasi Kapang ini. *Aspergillus flavus* memiliki mitotoksin yang paling banyak ditemukan dan sangat berbahaya disebut juga aflatoksin

Konidiofor *Aspergillus flavus* tidak berwarna. Konidiofor bagian atas agak bulat sampai kolumnar. Vesikel agak bulat sampai bentuk batang pada kepala yang kecil, sedangkan pada kepala yang besar berbentuk globosa (Makfoeld, 1993).



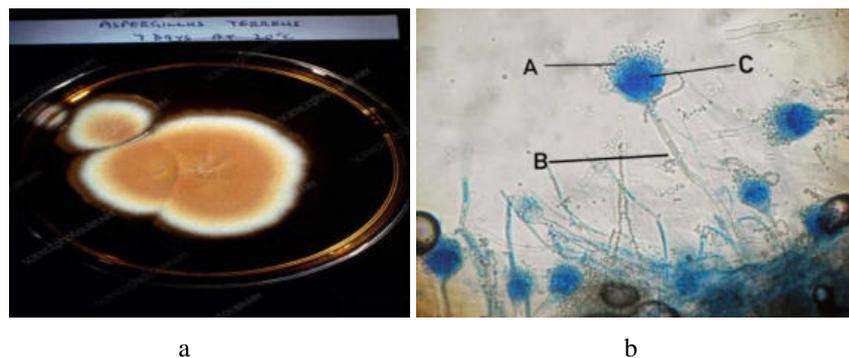
Sumber: (Indra, 2017)

Gambar 2.3 (a). *Aspergillus flavus* secara mikroskopis (b). Secara makroskopis (A..Vesikel, B. Konidiofor)

d) *Aspergillus terreus*

Aspergillus terreus adalah kapang yang menghasilkan metabolit sekunder seperti miktoksin patulin, yang berbahaya bagi manusia. *Aspergillus terreus* merupakan patogen oportunistik yang menyebabkan aspergillosis paru invasif pada pasien immunosupresif

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: (Science. 2022)

Gambar 2.4: (a). *Aspergillus terreus* secara makroskopis (b). Secara mikroskopis (A. Konida, B. Konidiofor, C. Vesikel)

2) *Penicillium*

Genus kapang ini umumnya berwarna hijau biru, terdapat pada buah-buahan, sayuran, biji-bijian. Miselium akan merusak pada substrat yang

ditumbuhinya dan hifa muncul sebagai konidiofor. Konidiofor bercabang satu atau lebih, tumbuh pada ujung tandan dari hifa yang paralel, merupakan sterigmata. Pangkal dari sterigmata sering disebut metulla. *Penicillium* dikatakan tidak mempunyai vesikel dan konidiofor tunggal.

Secara morfologis *Penicillium* dapat dibedakan dalam dua tipe berdasarkan cabang spora atasnya (sepora kepala). Cabang ada yang simetris dan asimetris, cabang asimetris dapat dibedakan lagi dalam tiga bentuk, yaitu monoverticillata, biverticillata dan polyverticillata

Cabang monoverticillata ditandai dengan kumparan atau sterigmata tunggal pada ujung konidiofor. Biverticillata ditandai dengan verticil sterigmata didapatkan dari dua percabangan yang simetris, sedangkan polyverticillata ditandai dengan verticil sterigmata tumbuh dari tiga atau lebih percabangan yang simetris (Makfoeld, 1993).

Klasifikasi *Penicillium*

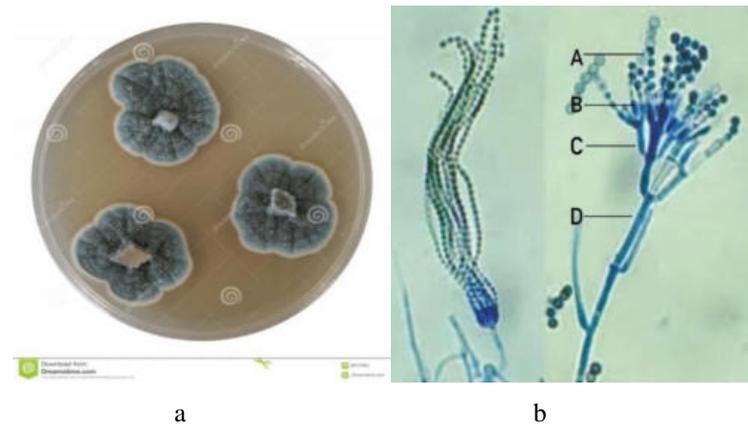
Filum : Ascomycota

Kelas : Eurotiomycetes

Ordo : Eurotiales

Famili : Trichocomaceae

Genus : *Penicillium* (Wikipedia, 2021)



Sumber : (a. dreamstime b. Alponsin, 2019)

Gambar 2.5: (a) *Penicillium* secara Makroskopis b Secara Mikroskopis

(A. Konidia, B. Sterigmata, C. Metulla, D. Konidiofor)

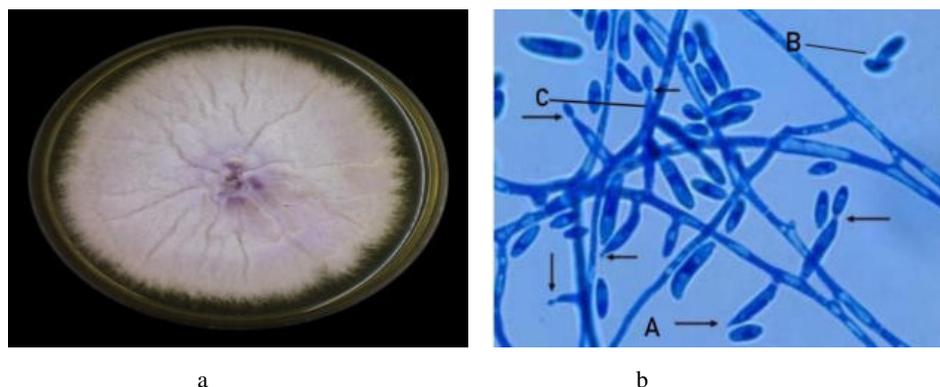
3) *Fusarium*

Fusarium merupakan salah satu anggota famili *Tuberculariaceae* ordo *Moniliales*, yang potensial penghasil mikotoksin, yang banyak dijumpai pada bahan pangan. Kapang ini bersifat saprofit namun juga dapat bersifat parasit. *Fusarium* menghasilkan dua macam konidia, yaitu makronidia bentuk panjang melengkung di kedua ujung sempit seperti bulan sabit, dan mikronidia yang kecil bulat atau pendek-pendek lurus. Konidiofor terhimpun di bagian bawah yang disebut sporodokium, bentuk ikatan konidiofor yang padat.

Fusarium sebagai anggota *Tuberculariaceae*, konidiofor terhimpun di bagian bawah yang disebut sporodokium. Sporodokium ialah bentuk ikatan konidiofor yang dapat di bagian bawah, bagian bawah dipersatukan sedangkan bagian atas beceraian. Inilah sebabnya, substansi tempat tumbuh biasanya menjadi kompak dan padat (Makfoeld, 1993).

Klasifikasi *Fusarium*

Filum : Ascomycota
 Subfilum : Pezizo mycotina
 Kelas : Sodiariomycetes
 Ordo : Hypocreales
 Famili : Nectriaceae
 Genus : *Fusarium* (Wikipedia, 2021)



Sumber: (Yuri, 2017)

Gambar 2.6 (a). *Fusarium* secara makroskopis (b). secara mikroskopis (A. Mikrokonidia, B. Mikrokonidia, C. Konidiofor)

c. Fisiologi Kapang

Kapang dapat tumbuh dalam substrat atau medium berisikan konsentrasi gula tinggi, yang dapat menghambat pertumbuhan kebanyakan bakteri, inilah sebabnya mengapa selai, manisan, dan selai dapat dirusak oleh kapang, tetapi tidak oleh bakteri. Kapang umumnya dapat bertahan pada keadaan yang lebih asam dari pada kebanyakan mikroba yang lain.

Kapang dapat tumbuh optimum pada suhu 22°C sampai 30°C; spesies patogenik mempunyai suhu optimum lebih tinggi, biasanya 30-37°C. Beberapa jamur dapat tumbuh pada atau mendekati 0°C, sehingga dapat menyebabkan kerusakan daging atau sayur-mayur dalam penyimpanan dingin (Pelczar, 2006)

d. Faktor-faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan Kapang, antara lain: Menurut (Syareif, dkk, 2003).

1) Gizi

Mikroorganisme membutuhkan makanan sebagai sumber energi, dan berbagai unsur kimia yang diperlukan untuk pertumbuhan sel. Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, belerang, fosfor, magnesium, besi, dan sejumlah kecil logam lainnya (Zn, Mn, Cu, Mo dan Co). Sumber energi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dapat diperoleh dari karbohidrat sederhana seperti glukosa. Maltosa dan fruktosa sering digunakan sebagai sumber karbon untuk kapang, sedangkan galaktosa, laktosa dan manosa hanya membutuhkan sedikit, pentosa seperti siklosa dan arabinosa diasimilasi oleh berbagai jenis kapang, diantaranya polisakarida dapat digunakan sebagai sumber karbon dan sumber energi untuk kapang terutama pati, selulosa dan lignin. Kebutuhan nitrogen untuk pertumbuhan jasad renik dapat diperoleh dari sumber-sumber organik, seperti NH₃ dan NO₃, atau sumber organik seperti asam amino dan protein.

2) Suhu

Kapang termotoleran dapat tumbuh pada suhu sekitar 50°C, tetapi suhu minimum untuk reproduksi lebih rendah dari 20°C, sedangkan pada suhu optimum sekitar 48°C, misalnya *Aspergillus niger*. Suhu optimum dan suhu pertumbuhan tertinggi antara 40°C-48°C, seperti *Byssosclamyces nivea* dan *Thielavia sepedonium*.

3) pH

Pada pertumbuhan Kapang memerlukan kondisi pH tertentu Sebagian besar Kapang dapat tumbuh pada pH 6.0- 8.0. Kapang berkembang pada pH 2.0-8.5. Nilai pH di luar 2-10 umumnya akan merusak, sedangkan pada PH optimum pertumbuhan kapang yaitu 3,8-5,6. Kondisi pH bahan pangan dapat juga digunakan sebagai pembatasan bagi perkembangan Kapang.

4) Kondisi Lingkungan Atmosfer

Komposisi atmosfer dan tekanan oksigen mempengaruhi kehidupan Kapang. Hal ini penting dalam perkembangan system penyimpanan dan pengemasan, khususnya dengan teknik pengendalian atmosfer, hipobarik atau kemas hampa. Banyak kapang yang menyebabkan kerusakan penyimpanan bahan pangan pada kondisi oksigen sekitar 0.1-0.2 % atau pada kondisi karbondioksida 80 %. Pada kadar oksigen 95 % CO yang sangat rendah.

e. Identifikasi Kapang dan Khamir

Identifikasi dilakukan hanya dari koloni yang murni. Pengamatan morfologi secara mikroskopis dari koloni tersebut dilakukan dengan cara mengambil sedikit miselium yang berporulasi dan diletakkan pada kaca preparat. Sampel tersebut kemudian ditetesi dengan asam laktat (85%), atau asam laktat cotton blue, atau laktofenol, atau laktofenol cotton blue, atau methylene blue. Pemula seringkali ragu pada pengamatan mikroskopis karena adanya butiran lemak, gelembung udara (ukurannya lebih besar dibandingkan sel khamir), serat tekstil (tidak ada septum), gambar mosaik fungus (kristalisasi), dan kotoran-kotoran lain (Gandjar, dkk 2006)

f. Angka Kapang/Khamir

Perhitungan AKK bertujuan untuk menghitung koloni kapang/ khamir yang terdapat dalam suatu sampel. Angka kapang/ khamir adalah jumlah koloni kapang dan khamir yang ditumbuhkan dalam media yang sesuai selama 5 hari pada suhu 20-25°C dan dinyatakan dalam satuan koloni/ml. Angka kapang/khamir dapat di ketahui dengan menggunakan metode MA. Cawan petri dari satu pengenceran yang menunjukkan koloni antara 10-150 koloni.

Jumlah koloni rata-rata dari kedua cawan dihitung lalu dikalikan dengan faktor pengencerannya. Bila ada cawan petri dari 2 tingkat pengenceran yang berurutan menunjukkan jumlah antara 10-150, maka dihitung jumlah koloni yang dikalikan faktor pengenceran kemudian diambil angka rata-rata (Pawestri, 2016)

2. Mikotoksin

Mikotoksin dapat didefinisikan sebagai senyawa organik toksik yang berasal dari sumber hayati berupa metabolit sekunder kapang. Mikotoksin memiliki efek yang berbeda pada manusia dan hewan. Beberapa di antaranya dapat menyebabkan kanker, sedangkan jenis lainnya dapat bersifat teratogenik karena menyebabkan kelainan janin (fetal), beberapa memiliki efek immunosupresif dan nefrotoksisitas (Syarief, dkk, 2003).

3. Aflatoksin

Diantara sekian banyak mikotoksin, aflatoksin adalah yang paling penting di Indonesia. *Aspergillus flavus* atau *Aspergillus parasiticus*, merupakan dua jenis kapang yang dapat menghasilkan berbagai jenis aflatoksin, Aflatoksin dapat menyebabkan kerusakan pada hati dari tubuh manusia. Jika aflatoksin dikonsumsi dalam jumlah sedikit tetapi terus menerus, dapat menyebabkan kanker hati (Syarief, dkk 2003).

4. Penyakit pada manusia yang disebabkan oleh *Aspergillus*, *Penisilium* dan *Fusarium*.

a) Infeksi

Infeksi yaitu gangguan kesehatan yang disebabkan oleh serangan kapang secara langsung baik terhadap organ tubuh yang sehat maupun terhadap orang telah luka. Akibat gangguan kesehatan seperti ini ada juga yang sifat menular. Contoh mikosis yaitu peradangan telinga, peradangan kornea mata, endokardit pada jantung, pneumomyceses dan bronhomycoses pada paru-paru (Syarief, dkk 2003).

b) Alergi

Alergi merupakan reaksi terhadap terhirupnya spora-spora atau karena kontak dengan kapang tertentu. Gangguan pada saluran pernafasan, asma dan dermatitis merupakan beberapa contoh alergi (Syarief, dkk 2003).

c) Keracunan

Keracunan biasanya disebabkan oleh konsumsi mikotoksin secara berulang-ulang dalam suatu periode waktu tertentu. Cara pengolahan atau fermentasi yang salah dapat mengakibatkan kontaminasi terhadap pangan yang tidak diinginkan, Kapang yang memproduksi mikotoksin terutama dari jenis *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium* (SNI 7388:2009).

5. Sumber Kontaminasi

Kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan sehingga tidak layak dikonsumsi karena makanan tersebut telah beracun. Dan dapat menghasilkan racun mikotoksin/aflatoksin yang akan masuk ke dalam tubuh bersama makanan dan dapat menyebabkan gangguan pada organ hati berupa nekrosis hepatoseluler, pendarahan dan infiltrasi lemak. Efek langsung dari keracunan aflatoksin biasanya ditandai dengan badan terasa dingin, anggota tubuh kaku, sakit perut dan sakit kepala (Makfoeld, 1993).

6. Cara Pencegahan

Kontaminasi mikotoksin/aflatoksin dapat dicegah dengan berbagai upaya mulai dari kegiatan penanganan pasca panen hingga tahap penyimpanan produk. Tindakan yang paling tepat adalah dengan mencegah pertumbuhan mikroorganisme penyebab toksin pengeringan hasil pertanian yang diikuti dengan penyimpanan pada kadar air yang aman dari kemungkinan kontaminasi kapang. Pengawetan bahan pangan penambahan garam, gula berbagai bahan kimia yang dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sekaligus dapat mencegah pencemaran mikotoksin (Syarief, dkk 2003).

7. Cabai (*Capsicum sp*)

Cabai (*Capsicum annum*) merupakan komoditas sayuran yang banyak mendapat perhatian karena, cabai dimanfaatkan sebagai bumbu masak, atau bahan campuran pada berbagai industri pengolahan makanan dan minuman. Cabe juga digunakan untuk pembuatan obat-obatan dan kosmetik. Dua pemanfaatan yang terakhir ini dapat lebih meningkatkan peranan penting dan strategis komoditas cabai (Simatupang, 2012).

Di Indonesia cabai yang dibudidayakan secara luas adalah *C. annum* dan *C. frutescens*. Di dataran tinggi, didapat *C. pubescens* dengan nama lokal cabai

gendot (Sunda) yang ditanam di halaman atau dipinggiran pagar, tidak ditanam secara komersial (Simatupang, 2012).

Cabai keriting buahnya bergelombang atau keriting, ramping, kulit buah tipis, berumur agak dalam, lebih tahan simpan, dan pedas, tipe ini banyak di usahakan di Jawa Barat dan Sumatera (Simatupang, 2012).



Sumber: (Matabanua, 2020)

Gambar 2.7 Cabai merah



Sumber: (Maya safira, 2017)

Gambar 2.8 Cabai merah giling

a. Klasifikasi Cabai

Kingdom	:Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	:Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	:Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales

Famili : Solanaceae
Genus : *Capsicum*
Spesies : *Capsicum annum L* (Pralitasari, 2007).

b. Manfaat Cabai

Meningkatkan nafsu makan (stomakik), peluruh keringat (diaforetik), perangsang kulit, dan sebagai obat gosok. Cabai mengandung antioksi yang berfungsi untuk menjaga tubuh dari serangan radikal bebas. Kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada cabai, dapat memenuhi kebutuhan harian setiap orang, namun harus dikonsumsi secukupnya, untuk menghindari nyeri lambung. Cabai juga mengandung Lasparaginase dan Capsaicin yang berperan sebagai zat anti kanker (Pralitasari, 2007)

c. Produk Olahan Cabai

Cabai giling (Chilli Paste) merupakan salah satu produk olahan cabai setengah jadi yang banyak diperdagangkan di kota-kota besar. Di Indonesia, produk cabai giling tidak digunakan langsung oleh masyarakat luas, namun cabai giling merupakan produk olahan cabai yang biasa digunakan sebagai salah satu komposisi yang terdapat pada produk olahan cabai lainnya seperti saus cabai dan sambal siap makan (Putri, 2018).

8. Kontaminasi Kapang pada Bahan Pangan

Kerusakan bahan pangan oleh kapang, dapat menyebabkan makanan tidak layak dikonsumsi, akibat penurunan mutu atau karena makanan tersebut telah beracun. Penurunan mutu bahan pangan dan hasil pertanian antara lain meliputi penurunan nilai gizi, perubahan rasa dan bau, adanya pembusukan, modifikasi komposisi kimia, serta penurunan daya tumbuh benih. Gangguan kesehatan yaitu berupa adanya kapang yang bersifat patogenik dan senyawa kimia beracun (mikotoksin), baik yang bersifat karsinogenik kronik, maupun gangguan kesehatan akut (Syarief, dkk, 2003).

9. Keamanan Pangan

Keamanan pangan adalah, upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan agar tidak tercemar oleh, cemaran biologis, kimia, fisika dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia, serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya

masyarakat, sehingga aman untuk dikonsumsi. Pangan olahan yang diproduksi harus sesuai dengan cara pembuatan pangan olahan yang baik, untuk menjamin mutu dan keamanannya, selain itu tidak busuk, tidak menjijikkan, dan bermutu baik (Dinkes Kabupaten Kulon Progo).

B. Kerangka Konsep

