

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Jamur

Jamur merupakan organisme kemoheterotrof yang membutuhkan zat organik (sumber karbon dan energi) untuk nutrisinya. Jika sumber makanannya berasal dari bahan organik mati, jamur tersebut bersifat saprofit. Jamur saprofit memecah sisa-sisa tanaman dan hewan yang kompleks dan memecahnya menjadi zat yang lebih sederhana. Beberapa jamur juga bermanfaat karena merupakan bahan makanan, seperti cendawan, dan beberapa jamur dapat bersimbiosis dengan akar tanaman tertentu, membantu akar menyerap air dan mineral dari tanah. Simbiosis ini disebut mikoriza. Beberapa jamur dapat menjadi parasit dengan mendapatkan bahan organik dari organisme hidup. Dalam hal ini jamur berbahaya karena menyebabkan penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan.

Identifikasi kapang didasarkan pada kenampakan fisik (morfologi), meliputi ciri koloni dan spora reproduksi (Pratiwi, 2008). Tubuh kapang terdiri dari dua bagian, yaitu miselium dan spora. Miselium adalah kumpulan Hifa (filamen). Diameter hifa adalah 3-30 μm . Hifa tua setebal 100-150 μm dan dinding selnya mengandung senyawa melanin dan lipid yang melindungi lendir sel terhadap radiasi ultraviolet (Suryani dkk, 2020).

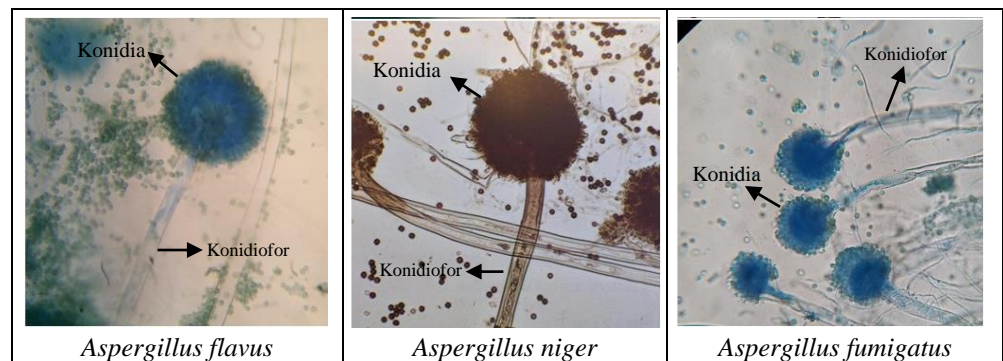
Beberapa jenis kapang pada pangan antara lain :

a. *Aspergillus*

Spesies dari genus *Aspergillus* termasuk dalam kelas *ascomycetes* banyak tersebar di mana-mana, jamur ini tumbuh pada kelembaban yang rendah, yaitu 80% biasanya pada sayuran, buah busuk, biji – bijian dan roti. Kapang yang mengkontaminasi makanan yang mengalami penyimpanan umumnya disebabkan oleh *Aspergillus flavus*. Adanya pertumbuhan kapang tersebut pada pangan dapat menghasilkan metabolit yang bersifat toksik yaitu aflatoksin khususnya pada spesies

Aspergillus flavus atau *Aspergillus parasiticus* yang dapat menghasilkan berbagai jenis aflatoksin.

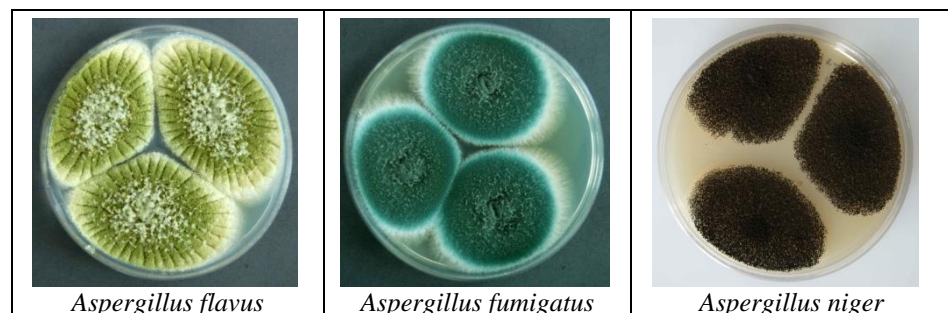
Mikroskopis *Aspergillus* yaitu hifa bersifat dan bercabang pada ujungnya, dan di dalamnya terdapat konidia – konidia. Tangkai pendek konidiofor terkadang berkembang lebih bulat dan disebut sterigmata. Sterigmata ini tumbuh memanjang. *Aspergillus* dicirikan oleh hifa bersekat dengan inti yang banyak.



Sumber: Abbas dkk, 2021

Gambar 2.1 Mikroskopis *Aspergillus*

Aspergillus sp. Secara makroskopik pada media Potato Dextrose Agar (PDA), *Aspergillus sp.* bisa tumbuh dengan cepat pada suhu kamar membentuk koloni yang granular, berserabut dengan berbagai warna untuk identifikasi. Warna koloni awalnya putih kemudian berubah menjadi hijau kebiruan. *Aspergillus niger* adalah spesies terbesar dan paling umum. Jika dilihat pada mikroskop, ujung spora tampak besar, melingkar rapat, berwarna hitam atau cokelat kehitaman (Makfoeld, 1993).

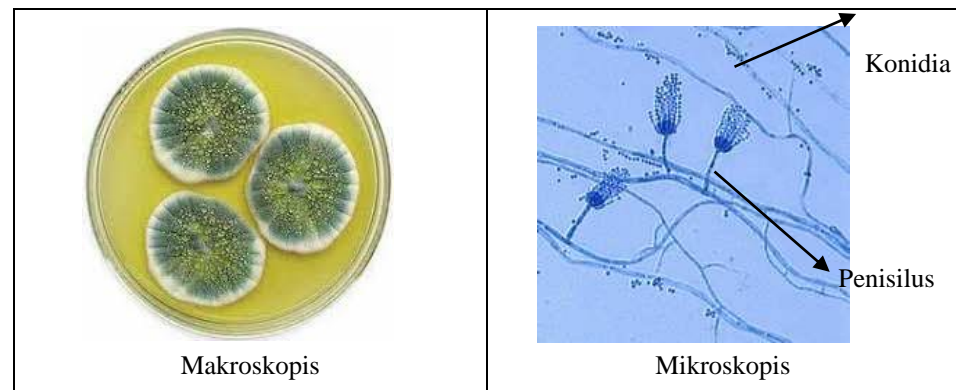


Sumber: Gandjar, 2014

Gambar 2.2 Makrosopis *Aspergillus sp*

b. *Penicillium*

Genus *Penicillium* ini tersebar dimana-mana terutama pada makanan seperti buah, sayuran dan keju, dapat juga mencemari sumber – sumber karbohidrat seperti sereal dan bahan organik. Koloni tumbuh dengan cepat (dalam 8 hari koloni mencapai diameter 50 mm), mula-mula berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau kebiruan (Suryani, 2020).



Sumber: Narain dan Gupta, 2016

Sumber: Crystovel, 2016

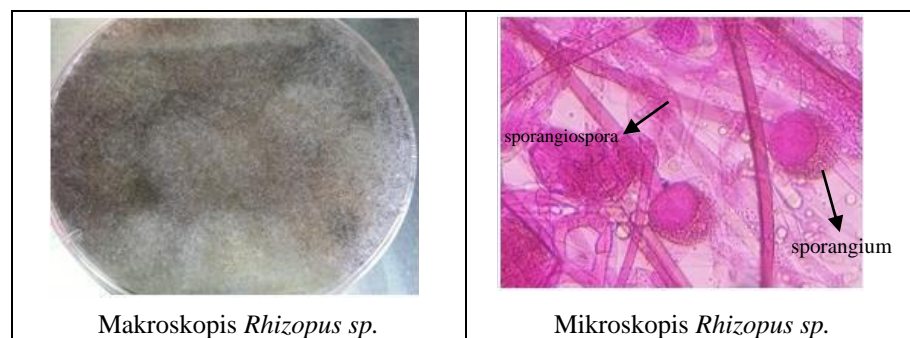
Gambar 2.3 Makroskopis dan Mikroskopis *Penicillium*

Penicillium sp. memiliki septa yang membentuk badan spora yang disebut konidium. Konidium berbeda dari sporangium karena tidak mempunyai selubung pelindung seperti sporangium. Batang konidium disebut konidiofor dan menghasilkan spora yang disebut konidia. Konidium mempunyai beberapa cabang yang disebut phialides, sehingga terlihat seperti berkelompok. Lapisan phialides merupakan tempat pembentukan dan pematangan spora disebut sterigma (Crystovel, 2016).

c. *Rhizopus sp.*

Rhizopus sering disebut sebagai kapang roti karena mudah tumbuh dan membuat kerusakan pada roti. Kapang jenis *Rhizopus* ini juga sering tumbuh di sayuran, buah dan bahan pangan lainnya. Pertumbuhannya sangat cepat dan dalam waktu 5 hari menyebar ke seluruh permukaan cawan petri dengan pertumbuhan stolon. Warna koloni abu-abu tua. Miseliumnya adalah hifa tanpa septum. Sporangiumnya tidak bercabang dan memiliki hifa seperti akar yang

disebut rhizoid. Terdapat sporangia yang penuh dengan spora warna hitam pada ujung sporangiosporanya (Suryani,2020).



Sumber: Abbas dkk, 2021

Gambar 2.4 Makroskopis dan Mikroskopis *Rizhopus sp.*

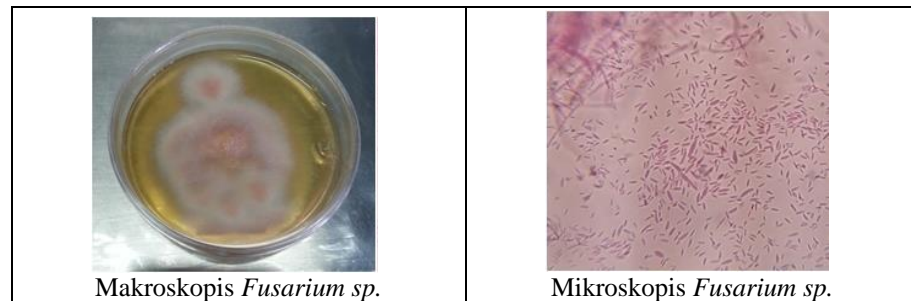
Genus *Rhizopus* ditandai dengan adanya stolon dan rizoid berpigmen, pembentukan sporangiospora, sendiri-sendiri atau berkelompok dari nodus tepat di atas rizoid, dan sporangia apophysate, columellate, multispored, umumnya globose. Setelah spora melepaskan apophyses dan columella sering runtuh untuk membentuk struktur seperti payung. Sporangiospora berbentuk bulat hingga bulat telur, bersel satu, hialin hingga coklat dan lurik pada banyak spesies. Koloni tumbuh cepat dan menutupi permukaan media dengan pertumbuhan seperti kapas yang padat yang mula - mula berwarna putih menjadi abu-abu atau coklat kekuningan dengan sporulasi (Abbas dkk, 2021).

d. *Fusarium sp.*

Fusarium merupakan salah satu anggota penting yang berpotensi menghasilkan mikotoksin yang banyak dijumpai pada bahan pakan maupun bahan pangan. *Fusarium* berada dimana – mana, bersifat saprofit namun dapat juga bersifat parasit. *Fusarium* menghasilkan dua jenis konidia, yaitu makrokonidia dan mikrokonidia (Sutejo dkk, 2008).

Koloni biasanya tumbuh cepat, pucat atau berwarna cerah (tergantung spesiesnya) dengan atau tanpa miselium udara seperti kapas. Warna talus bervariasi dari warna keputihan hingga kuning, merah muda, merah atau ungu. *Fusarium sp* biasanya menghasilkan makro dan mikrokonidia dari phialides ramping. Makrokonidia adalah hialin, bersel dua sampai beberapa, fusiformis sampai berbentuk sabit, sebagian besar dengan sel apikal memanjang dan sel basal pediselata.

Mikrokonidia bersel satu atau dua, hialin, lebih kecil dari makrokonidia, piriform, fusiform hingga bulat telur, lurus atau melengkung. Klamidospora mungkin ada atau tidak ada.



Sumber: Abbas dkk, 2021

Gambar 2.5 Makroskopis dan Mikroskopis *Fusarium sp.*

Identifikasi *Fusarium sp.* seringkali sulit karena variabilitas antara isolat (misalnya dalam bentuk dan ukuran konidia dan warna koloni) dan karena tidak semua fitur yang diperlukan selalu berkembang dengan baik (misalnya tidak adanya makrokonidia pada beberapa isolat setelah subkultur) (Abbas dkk, 2021).

2. Fisiologi Kapang

Secara umum, kebanyakan kapang memerlukan a_w yang minimal dibanding khamir dan bakteri. Kandungan air <14 -15% pada bahan makanan seperti beras dan sereal bisa menghambat atau memperlambat pertumbuhan sebagian besar khamir.

Kapang bersifat mesofilik, artinya tumbuh dengan baik pada suhu kamar. Kebanyakan kapang memiliki suhu pertumbuhan optimum sekitar 25-30 °C, tetapi beberapa bisa tumbuh pada suhu 35-37 °C atau lebih tinggi, seperti *Aspergillus*. Beberapa kapang bersifat psikotrofik, artinya bisa tumbuh dengan baik pada suhu lemari es, bahkan ada yang bisa tumbuh lambat di bawah titik beku, seperti -5° hingga -10° C. Beberapa kapang juga bersifat termofilik, artinya dapat tumbuh di suhu tinggi.

Semua kapang bersifat aerob, yang berarti mereka memerlukan oksigen untuk tumbuh. Kebanyakan kapang bisa tumbuh pada kisaran pH

yang luas, yaitu pH 2 - 8,5 tetapi biasanya tumbuh lebih baik dalam kondisi pH asam atau rendah (Fardiaz, 2017).

3. Reproduksi Kapang

Kapang berreproduksi dan menyebar menggunakan spora. Spora aseksual pada kapang diproduksi pada jumlah yang besar, berukuran kecil dan ringan, serta tahan terhadap pengeringan. Spora ini terbang dengan mudah di udara kemudian tumbuh menjadi miselium baru di tempat lain. Spora aseksual disebut talospora (*thallospora*), yang merupakan spora yang dibentuk oleh hifa reproduktif. Spora yang termasuk spora aseksual antara lain konidiospora, sporangiospora, arthrospora, klamidospora, blastospora, dan zoospora. Blastospora yaitu spora aseksual yang terbentuk pada khamir, sedangkan zoospora biasanya ditemukan dalam kapang air (Fardiaz, 2017).

4. Pertumbuhan Kapang

Tiap mikroorganismes memiliki kurva pertumbuhan, termasuk kapang. Kurva didapatkan dengan menghitung massa sel dalam cetakan atau kekeruhan medium di khamir pada saat tertentu. Kurva pertumbuhan memiliki beberapa fase, diantaranya adalah fase lag yaitu fase dimana sel beradaptasi dengan lingkungan dan pembentukan enzim untuk memecah substrat. Fase akselerasi adalah fase dimana sel membelah dan fase lag menjadi fase aktif. Fase eksponensial merupakan fase peningkatan jumlah sel, peningkatan aktivitas sel, dan fase ini merupakan fase penting bagi jamur. Fase deselerasi adalah ketika sel mulai membelah kurang aktif, biomassa sel atau senyawa yang tidak lagi dibutuhkan sel dapat terakumulasi. Fase stasioner adalah fase dimana jumlah sel bertambah dan jumlah sel mati relatif seimbang. Selain itu, fase kematian dipercepat, yaitu jumlah sel mati atau sama sekali tidak aktif lebih besar dari jumlah sel yang masih hidup. Kurva pertumbuhan dapat memberikan informasi mengenai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan suatu jamur, seperti

berapa suhu optimum, maksimum dan minimum untuk jamur tersebut (Gandjar, 2014).

Pertumbuhan vegetatif kapang terjadi dengan perpanjangan hifa di ujung yang disebut pertumbuhan apikal atau di tengah yang disebut pertumbuhan interkalar. Beberapa jenis kapang memiliki hifa yang dipisahkan oleh septa. Bagian penyekat ini merupakan ciri untuk identifikasi kapang. Dari hifa diproduksi spora – spora aseksual dan spora seksual untuk proses perkembangan jasad renik tersebut. Siklus reproduksi kapang secara aseksual dapat dibedakan atas siklus mikro dan siklus normal. Siklus mikro berlangsung selama 48 jam, sedangkan siklus normal berlangsung selama 5 – 10 hari (Syarief, 2003).

5. Pengendalian Kapang

Tujuan pengendalian melalui pengemasan dan penyimpanan yang ditargetkan adalah untuk menjaga kadar air dan perpindahan air dari satu bagian ke bagian lain. Beberapa makanan membutuhkan kontrol suhu selama penyimpanan. Bahan pangan yang disimpan pada suhu di bawah 4°C atau diatas 60°C aman dari kontaminasi mikroorganisme. Teknik pengemasan dan penyimpanan dapat juga dengan pengaturan udara. Biasanya teknik ini dikombinasikan dengan penggunaan suhu rendah (Syarief, 2003).

Seringkali bahan makanan dalam jumlah besar disimpan pada suatu gudang. Jika kondisi penyimpanan tidak baik, kemungkinan besar beberapa jamur akan tumbuh pada makanan tersebut. Spesies jamur ini biasanya termasuk dalam genus *Aspergillus* dan *Penicillium* dan dikenal sebagai kapang gudang (Gandjar dkk, 2014).

Kerusakan fisik disebabkan oleh perlakuan fisik seperti pengeringan (case hardening), pendinginan (freeze damage), pembekuan akibat penyimpanan basah (freeze damage) dan paparan suhu yang terlalu tinggi (thermal degradation). Kerusakan lain juga dapat disebabkan oleh faktor biologis, seperti aktivitas fisiologis serangga dan hewan pengerat, yang dapat merusak makanan yang disimpan. Adanya pengemasan roti yang

tepat justru membuat roti kemasan lebih awet dan tidak berjamur (Hendrasty, 2013).

6. Angka Kapang

Angka kapang yaitu jumlah koloni kapang yang tumbuh pada media yang sesuai dalam waktu 3-5 hari pada suhu 20-25°C dengan satuan koloni/ml. Uji Angka Kapang Khamir (AKK) melibatkan prinsip pertumbuhan kapang dan khamir setelah diinokulasi pada media yang sesuai dan diinkubasi pada suhu 20-25°C. Setelah melakukan inkubasi, ambil cawan petri dengan 15-150 koloni dari satu pengenceran. Rata-rata jumlah koloni pada dua plate dihitung kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran (Yanti dkk, 2019).

Kapang memproduksi racun yang patogen untuk kesehatan, salah satunya yaitu aflatoksin. Aflatoksin merupakan zat racun yang diproduksi oleh jamur *Aspergillus flavus*, yang dihasilkan pada suhu antara 7,5 – 40°C, dengan suhu optimal 24 – 28 °C. Kapang dan khamir bisa tumbuh di gudang dan keadaan tanah yang lembab. Aflatoksin bersifat toksik (mengakibatkan keracunan), mutagenik (menyebabkan mutasi) dan karsinogenik (menyebabkan kanker) (Prakoso, 2010).

Cara yang paling sering digunakan untuk menghitung koloni mikroba yaitu menggunakan perhitungan jumlah koloni (plate count). Titik awalnya adalah melakukan pengenceran dengan kelipatan 10, masing-masing pengenceran diambil 1 ml dan dituangkan ke cawan petri (pour plate) dengan media agar yang sesuai. Setelah dilakukan inkubasi, hitung jumlah koloni setiap cawan petri pada setiap pengenceran. Dari jumlah koloni tiap cawan petri bisa ditentukan jumlah mikroba per 1 ml atau gram bahan, yaitu mengalikan jumlah koloni dengan kebalikan pengenceran. Perhitungan dapat menggunakan *colony counter*, yang biasanya dilengkapi dengan indeks elektronik, untuk menghitung jumlah koloni dalam cawan petri (Prakoso, 2010).

7. Roti Kemasan

Roti merupakan salah satu bentuk industri yang mengolah hasil pertanian. Roti adalah salah satu makanan pokok yang lumayan diminati

oleh masyarakat. Misalnya roti tawar atau roti basah lainnya yang sering dikonsumsi sebagian masyarakat Indonesia terutama yang tinggal di perkotaan. Roti biasanya dibeli karena dapat digunakan sebagai pengganti nasi. Selain itu, roti merupakan makanan cepat saji.

Proses fermentasi dalam pembuatan roti sudah ada sejak lama. Proses ini menghasilkan potongan roti dengan bagian yang berpori dan tekstur yang lebih lembut. Metode ini didasarkan pada pembentukan gas dalam proses fermentasi, yang menghasilkan adonan berbusa berpori.

Dalam proses fermentasi, pembentukan gas sangat penting, karena akan menimbulkan struktur busa pada adonan, sehingga panas yang masuk ke adonan akan cepat mengalir saat dipanggang. Panas yang masuk ke dalam adonan memaksa gas dan uap air keluar dari adonan, sedangkan proses gelatinisasi pati terjadi sehingga tercipta struktur berpori seperti busa (Periadinadi dkk, 2015).



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 2.6 Roti Kemasan Produksi Rumahan

Roti kemasan merupakan produk roti yang telah dikemas sedemikian rupa supaya siap didistribusikan, disimpan, dijual serta dikonsumsi pada pengguna akhir. Menurut UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan yang dimaksud dengan kemasan pangan yaitu bahan yang digunakan untuk mewardahi atau membungkus makanan baik bersentuhan secara langsung maupun tidak. Sebelum mengemas, perhatikan jenis kemasan yang dipilih. Saat memilih kemasan, penting untuk mempertimbangkan karakteristik produk. Kemasan harus memenuhi persyaratan yang baik untuk menjaga

agar produk sampai ke tangan konsumen dalam keadaan aslinya (Kementerian Pendidikan dan Budaya, 2019).

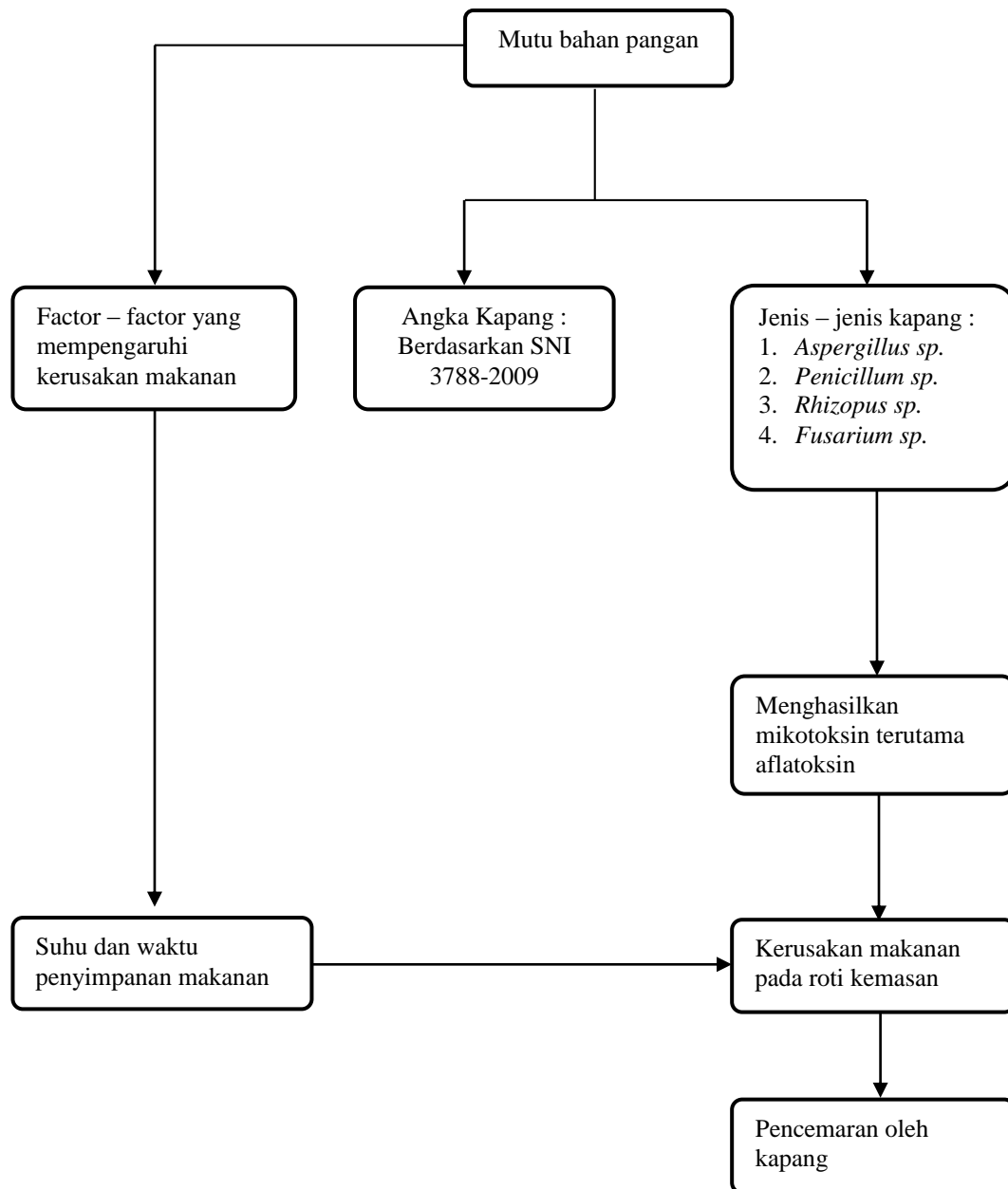
Syarat mutu Roti Manis terdapat pada table 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Syarat mutu Roti Manis menurut SNI 01-3840-1995

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	1.1 Kenampakan	-	Normal tak berjamur
	1.2 Bau	-	Normal
	1.3 Rasa	-	Normal
2	Air	% b/b	Maks. 40
3	Abu (tidak termasuk garam)	% b/b	Maks. 1
4	Abu yang tidak larut dalam asam	% b/b	Maks. 3,0
5	NaCl	% b/b	Maks. 2,5
6	Gula	% b/b	-
7	Lemak	% b/b	-
8	Serangga	% b/b	Tidak boleh ada
9	Bahan Tambahan Makanan		
	9.1 Pengawet	} Sesuai dengan SNI 0222-1967	
	9.2 Pewarna		
	9.3 Pemanis Buatan		
	9.4 Natrium Siklamat		Negatif
10	Cemaran Logam		
	10.1 Raksa	mg/kg	Maks. 0,05
	10.2 Timbel	mg/kg	Maks. 1,0
	10.3 Tembaga	mg/kg	Maks. 10,0
	10.4 Seng	mg/kg	Maks. 40,0
11	Cemaran Mikroba		
	11.1 Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 10 ⁶
	11.2 <i>E.coli</i>	APM/g	<3
	11.3 Kapang	koloni/g	Maks. 10 ⁴

Sumber : Badan Standar Nasional 2000

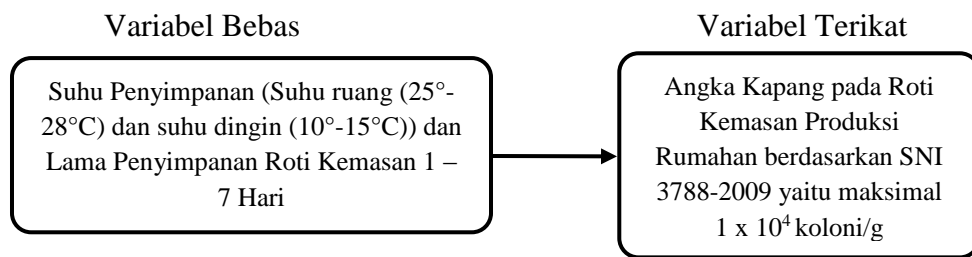
B. Kerangka Teori



(Sumber : Sari, Evita, 2022; Gandjar dkk, 2014; SNI 7388:2009; Hidayat, Nur dkk, 2016; BPOM No. 13 tahun 2019)

Gambar 2.7 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

H_a penelitian ini adalah ada pengaruh suhu dan lama penyimpanan roti kemasan produksi rumahan di Desa Gadingrejo terhadap angka kapang.