

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kualitas produk pangan merupakan hal yang sangat penting untuk dikontrol dan dipersiapkan oleh setiap industri makanan, karena berpengaruh langsung terhadap kualitas kesehatan tubuh. Kualitas produk pangan sangat ditentukan, salah satunya oleh kualitas mikrobiologis pada bahan baku. Bahan baku dengan kualitas yang buruk akan sangat mempengaruhi kualitas produk pangan yang dihasilkan. Kerusakan mikrobiologis disebabkan oleh mikroorganisme seperti kapang, khamir dan bakteri yang ditandai dengan timbulnya bau busuk, berlendir, dan adanya perubahan warna. Mikroorganisme yang tumbuh pada bahan baku merupakan pertanda awal terjadinya kerusakan (Lestari, dkk., 2019).

CV Roti Permata merupakan salah satu industri pangan yang bergerak dalam bidang pengolahan produk roti. CV Roti Permata berusaha untuk mengembangkan dan memproduksi berbagai olahan produk roti yaitu berupa roti tawar, roti manis, roti goreng, roti kering, roti bagelen, roti bakar, roti ketawa, roti burger dan roti kering. Roti kering merupakan produk yang diolah kembali dari roti tawar yang tidak habis dijual. Roti tawar yang digunakan untuk membuat roti kering merupakan roti tawar yang tidak habis dijual (roti retur) dan diolah lebih lanjut dengan masa kadaluwarsa sesuai standar yang ditetapkan oleh pabrik selama maksimal 4-5 hari dari masa produksi. Roti tawar yang sudah diproduksi lebih dari 4 hari akan dimodifikasikan menjadi roti kering guna memanfaatkan produk roti tawar agar tidak terbuang.

Roti tawar merupakan salah satu jenis roti *sponge* yang sebagian besar tersusun dari gelembung-gelembung gas. Roti tawar merupakan produk pangan yang berbahan dasar tepung yang difermentasi dengan ragi roti sebagai bahan pengembang, yang diolah dengan cara dipanggang (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Roti tawar termasuk ke dalam pangan yang mudah rusak karena kadar air masih cukup tinggi. Kerusakan mikrobiologis pada produk pangan seperti roti tawar yaitu terdapatnya serbuk putih

pada permukaan roti, bintik hitam, dan aroma yang berubah. Kelayakan konsumsi produk roti tawar dapat ditetapkan dengan uji kualitas mikrobiologis berdasarkan SNI 7388-2009 yang menyatakan standar total kapang, khamir dan bakteri yang terdapat pada roti yaitu maksimum  $1 \times 10^4$  koloni/g.

Kerusakan roti tawar umumnya disebabkan oleh pertumbuhan kapang yaitu *Aspergillus Flavus* dan *Rhizopus sp.* Beberapa kapang dapat menimbulkan aflatoksin yang berbahaya untuk manusia. Salah satunya spesies kapang yang memiliki sifat merugikan adalah *Aspergillus Flavus*. Kapang *Aspergillus Flavus* merupakan kapang penghasil utama mikotoksin yaitu aflatoksin. Aflatoksin merupakan toksin yang berasal dari fungi yang diketahui mematikan dan karsinogenik untuk manusia. Tingginya kandungan aflatoksin pada makanan bisa mengakibatkan keracunan (Syaifuddin, 2017). Menurut Smith Alwi dan Hursepuny Agnes (2015) menyatakan bahwa penyakit yang ditimbulkan oleh kapang dibedakan menjadi 2 golongan yaitu mikosis infeksi kapang dan mikotoksikosis, yaitu gejala keracunan yang disebabkan tertelannya suatu hasil metabolisme beracun dari kapang.

Pertumbuhan kapang yang sangat sulit dicegah dapat mengakibatkan perubahan fisik maupun kimiawi pada bahan yang tidak kita inginkan, seperti halnya perubahan warna sebagian atau keseluruhan, perubahan tekstur, aroma dan rasa sehingga tidak layak konsumsi. Mikotoksin merupakan hasil metabolisme sekunder pada kapang yang dapat menyebabkan keracunan, kerusakan jaringan, alfatoksin (kegagalan fungsi hati) bahkan kerusakan ginjal pada manusia (Lestari, dkk., 2019). Oleh karena itu, tugas akhir ini ditulis untuk mengkaji kualitas mikrobiologis (kapang, khamir dan bakteri) pada bahan baku roti retur dan produk roti kering di CV Roti Permata.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui Standar Nasional Indonesia (SNI), pada roti retur yang akan diolah kembali menjadi roti kering di CV Roti Permata.

### **1.3 Kontribusi**

Tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai :

Media untuk belajar, meningkatkan pengetahuan dan membuka wawasan bagi mahasiswa tentang kualitas mikrobiologi pada bahan baku roti kering pabrik roti di CV Roti Permata.

### **1.4 Gambaran Umum Perusahaan**

#### **1.4.1 Lokasi Perusahaan**

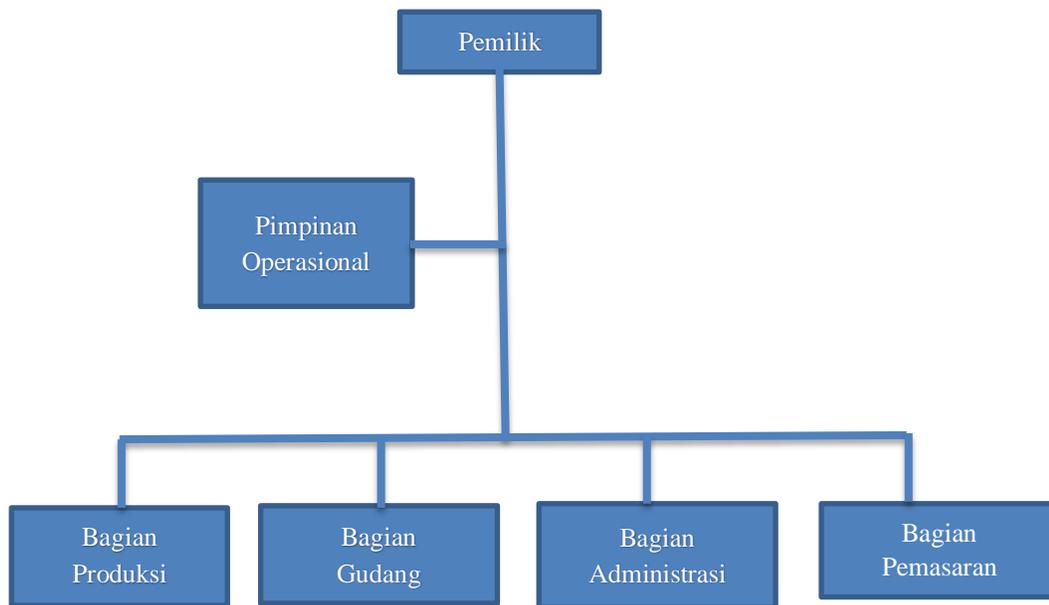
CV Roti Permata berada di Jl. Komarudin, Desa Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Lokasi pabrik ini berada dekat dengan keramaian dan akses transportasi, sehingga mudah untuk dijangkau masyarakat.

#### **1.4.2 Sejarah Singkat Perusahaan**

Industri Roti Permata kali didirikan oleh Bapak Dr. Ir. Saron, M.Si., pada tanggal 22 juli 2007 di Desa Batara Nila. Awal mula pendirian usaha industri Roti Permata hanya memiliki peralatan yang sedikit. Pada tahun 2013 industri roti permata pindah ke Jl. Komarudin, Desa Madiun, Kelurahan Rajabasa Raya hingga saat ini. Industri Roti Permata memiliki pabrik dan outlet tempat penjualan produk. Industri Roti Permata memiliki beberapa peralatan penunjang produksi dan memiliki bagian-bagian seperti gudang dan bahan baku, tempat produksi, tempat pemanggangan, pemotongan dan pengemasan, serta administrasi. Berbagai macam produk yang diproduksi di Industri Roti Permata semakin bertambah dari tahun ke tahun, hal ini selalu dilakukan untuk pengembangan usaha dan peningkatan laba usaha.

#### **1.4.3 Struktur Organisasi**

CV Roti permata memiliki Struktur Organisasi yang dibuat berdasarkan kebijakan pemilik perusahaan. Struktur organisasi CV Roti Permata dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Organisasi Roti Permata

#### 1.4.4 Ketenagakerjaan

CV Roti Permata memiliki 10 karyawan yang berasal dari masyarakat lingkungan sekitar dan juga karyawan yang berasal dari luar daerah Lampung. Karyawan pabrik bekerja sesuai dengan kemampuan dan divisi yang telah ditetapkan oleh perusahaan yang terdiri dari 2 orang yang menangani bagian produksi, 2 orang menangani bagian pemanggangan, 3 orang mengenai bagian pemasaran, 1 orang menangani bagian resep, dan 2 orang menangani administrasi. Umumnya para karyawan yang bekerja dipabrik merupakan lulusan SMP, SMA dan S1. Gaji karyawan di CV Roti Permata diatur berdasarkan kualitas dalam bekerja para karyawan itu sendiri. Sistem perekrutan karyawan di CV Roti Permata ini tidak diadakan training, jadi karyawan yang ingin melamar pekerjaan harus datang secara langsung ke pabrik untuk memberikan surat lamaran. Karyawan yang direkrut tidak berdasarkan Pendidikan yang dimiliki, tetapi berdasarkan kemampuan, disiplin dan bertanggung jawab.

Dalam sehari, karyawan CV Roti Permata bekerja selama 8 jam dengan sistem *shift*. Untuk karyawan di bagian produksi shift pagi, pukul 08.00-16.00 WIB. Untuk karyawan di bagian admin dilakukan dua shift yaitu shift satu pukul 10.00-18.00 WIB dan shift dua pukul 12.00-20.00 WIB. Untuk karyawan dibagian pemanggangan dan pengemasan dilakukan dua shift sama seperti karyawan admin.

#### **1.4.5 Kegiatan Perusahaan**

CV Roti Permata merupakan usaha yang aktivitasnya memproduksi berbagai jenis roti dan kue kering. Produk yang diproduksi diantaranya roti tawar, roti manis, burger, bagelen, roti goreng, tawar kering, dan roti ketawa, roti bakar, tawar kering. Dan memproduksi kue kering pada musimnya seperti pada masa lebaran diantaranya nastar, chocochips, putri salju, kastengel, ring keju, dan cookies strauberry. Proses produksi dilakukan setiap hari. Jumlah produksi tergantung dari jumlah pemesanan harian. Produk yang dibuat kemudian di distribusikan di toko/outlet makanan di Bandar Lampung dan dijual di outlet Roti Permata.

#### **1.4.6 Kesejahteraan Karyawan**

Untuk menunjang kualitas, kesejahteraan dan produktivitas karyawan CV Roti Permata menjamin kesejahteraan para karyawan yang bekerja di perusahaan dengan memberikan berbagai fasilitas dan hak. Beberapa fasilitas yang diberikan adalah toilet, tempat sholat, tempat makan, alat-alat kerja dan ruang kerja. Sedangkan hak-hak yang dimiliki karyawan selama bekerja sebagai berikut :

##### **a. Tunjangan Hari Raya (THR)**

THR merupakan bonus yang diberikan kepada karyawan oleh perusahaan untuk memperingati hari raya. Perusahaan ini memberikan THR setiap tahunnya dengan syarat yang telah diatur oleh kepnaker.

##### **b. Cuti**

Cuti yang diberikan kepada karyawan selama 3 bulan dalam 1 tahun.

##### **c. Tunjangan Pensiun**

Tidak ada tunjangan pensiun yang diberikan oleh perusahaan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Roti Kering

Roti kering adalah produk olahan roti yang berupa roti kering yang banyak digemari oleh masyarakat. Pada umumnya roti kering adalah jenis roti kering yang memiliki ciri khas yaitu tidak mudah hancur, renyah dan bila dipatahkan penampang potongannya bertekstur padat. Roti kering dapat diproduksi secara masal di pabrik, dibuat di toko kecil, atau dibuat sendiri. Roti kering yang diproduksi oleh CV Roti Permata merupakan produk roti tawar yang tidak habis dijual (roti retur) dan diolah kembali dengan cara memanggang roti tawar yang sudah diolesi cream. Hasil produk yang sudah dijadikan roti kering ini mirip dengan kue kering pada umumnya, roti kering dapat disesuaikan dengan definisi kue kering sehingga pendekatan dari Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dipakai yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) pada kue kering. Syarat kualitas roti kering menurut SNI 2973-2011 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Syarat Kualitas Roti Kering

| Kriteria Uji             | Klasifikasi             |
|--------------------------|-------------------------|
| Kalori (kalori/100 gram) | Minimum 400             |
| Air (%)                  | Maksimum 5              |
| Protein (%)              | Minimum 9               |
| Lemak (%)                | Minimum 9.5             |
| Karbohidrat (%)          | Minimum 70              |
| Abu (%)                  | Maksimum 1.5            |
| Syarat Kasar (%)         | Maksimum 0.5            |
| Logam Berbahaya          | Negatif                 |
| Baud an Rasa             | Normal dan tidak tengik |
| Warna                    | Normal                  |

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) 2973-2011

Tabel 2. Standar Total Kapang, Khamir, dan Bakteri

| Kategori pangan  | Jenis cemaran mikroba       | Batas maksimum               |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| Roti dan produk bakeri tawar dan premiks (termasuk tepung panir) | ALT (30 °C, 72 jam)         | 1 x 10 <sup>4</sup> koloni/g |
|  | APM <i>Escherichia coli</i> | 10/g                         |
|  | <i>Salmonella sp.</i>       | negative/25 g                |
|  | <i>Bacillus cereus</i>      | 1 x 10 <sup>2</sup> koloni/g |
|  | Kapang dan khamir           | 1 x 10 <sup>4</sup> koloni/g |

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388:2009

## 2.2 Roti Tawar

Roti tawar merupakan roti yang terbuat dari adonan tanpa menggunakan telur dengan sedikit gula atau tidak sama sekali, penggunaan gula pada pembuatan roti tawar hanya digunakan dalam percepatan fermentasi (Laili, Y. E, 2015). Roti tawar merupakan jenis roti yang memiliki warna putih dengan kandungan gula rata-rata di bawah 10% dan bertekstur empuk (soft).

Kualitas roti yang baik dapat dilihat dari sifat bagian luar (eksternal) dan bagian dalam (internal) (Wahyudi, 20013). Roti yang berkualitas baik dapat dilihat dari fisik berupa warna bagian luar dan dalam, tekstur yang lembut, lentur, tidak mudah hancur dan, pori-pori seragam. Kualitas mikrobiologi pada produk merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan, karena kualitas yang buruk akan mempengaruhi daya tahan roti dan menyebabkan adanya pertumbuhan mikroba pada roti sehingga roti lebih cepat rusak.

Menurut Standar Nasional Indonesia (1995), syarat mutu roti tawar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Roti Tawar

| NO | Kriteria Uji   | Satuan   | Persyaratan                |
|----|--|----------|----------------------------|
| 1  | Keadaan kenampakan   |          |                            |
|    | a. Bau   | -        | Normal tidak berjemur      |
|    | b. Rasa  | -        | Normal                     |
|    | c. Warna   | -        | Normal                     |
| 2  | Air  | % b/b    | Maks. 40                   |
| 3  | Abu (tidak termasuk garam<br>dihitung atas dasar bahan kering) | % 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 jumlah  | % b/b    | -                          |
| 7  | Lemak  | % b/b    | -                          |
| 8  | Serangga / belatung  | -        | Tidak boleh ada            |
| 9  | Bahan makanan tambahan :                                       |          |                            |
|    | a. Pengawet  |          | Ssuai dengan SNI 0222-1987 |
|    | b. Pewarna   |          |                            |
|    | c. Pemanis buatan  |          | Negative                   |
|    | d. Sakarin siklamat  | Negative |                            |
| 10 | Cemaran logam  |          |                            |
|    | a. Raksa (Hg)  | mg/kg    | Maks, 0,05                 |
|    | b. Timbal (Pb)   | mg/kg    | Maks. 1,0                  |
|    | c. Tembaga (Cu)  | mg/kg    | Maks. 10,0                 |
|    | d. Seng (Zn)   | mg/kg    | Maks. 40,0                 |
| 11 | Cemaran Arsen (As)   | Mg/kg    | Maks. 0,5                  |
| 12 | Cemaran Mikroba :  |          |                            |
|    | a. Angka Lempeng Total   | koloni/g | Maks. 10 <sup>6</sup>      |
|    | b. <i>E. coli</i>  | APM/g    | < 3                        |
|    | c. Kapang  | Koloni/g | Maks. 10 <sup>4</sup>      |

Sumber : Standar Nasional Indonesia (1995)

### 2.3 Kerusakan Pada Roti Tawar

Kerusakan roti dikelompokkan menjadi dua jenis kerusakan yaitu kerusakan karena pertumbuhan mikroorganisme dan kerusakan karena reaksi kimia. Kerusakan mikrobiologis atau reaksi kimia terjadi secara perlahan-lahan yang menyebabkan pengerasan bagian dalam roti (*crumb*) yang disebut *staling*. *Staling* merupakan proses fisikokimia yang kompleks yang menyebabkan pengerasan *crumb*, pelunakan *crust* (bagian atas roti) dan kehilangan kesegaran roti. Air berperan utama dalam terjadinya *staling* roti, baik secara makroskopik maupun pada tingkat distribusi molekul secara penyimpanan (Aini N, 2014).

Roti merupakan pangan yang tidak dapat disimpan lama karena kandungan air pada roti masih cukup tinggi. Air bebas yang tersedia pada roti untuk pertumbuhan mikroorganisme atau disebut *aw* (aktivitas air) berkisar pada nilai 0.95-0.98. Pada kisaran nilai *aw* ini berbagai mikroorganisme termasuk kapang dan bakteri masih dapat tumbuh. Pada umumnya mikroorganisme yang tumbuh cepat pada roti adalah kapang sehingga mikroorganisme perusak roti yang utama adalah kapang. Hal ini disebabkan karena kapang membutuhkan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan bakteri (Lilis Nuraida, 2014).

Menurut (Sitang, 2017). Mikroorganisme perusak roti yang utama adalah kapang, dari kelompok *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Eurotium*. Kebusukan karena kapang ditandai dengan adanya serabut putih seperti kapas atau ada warna hitam, hijau dan merah. Jika roti sudah ditumbuhi kapang, sebaiknya tidak dimakan karena ada beberapa kapang yang dapat menghasilkan racun (mitoksin), misalnya *Aspergillus flavus* dan penampakannya sulit dibedakan secara visual dengan kapang yang tidak menghasilkan racun.

### 2.3 Kapang

Kapang adalah mikroorganisme yang memiliki banyak sel (multiseluler) yang pertumbuhannya pada bahan makanan, kapang dapat tumbuh di berbagai substrat, salah satunya pada kondisi asam. Pertumbuhan kapang pada substrat mudah dilihat karena penampakannya yang berserabut seperti kapas. Pertumbuhannya mula-mula berwarna putih, tetapi jika berspora telah timbul akan berbentuk berbagai warna tergantung dari jenis kapang (Ali, 2005).

Menurut (Waluyo, 2004) kapang dapat dibedakan menjadi 2 kelompok berdasarkan struktur hifa, yaitu tidak bersekat atau nonseptat dan hifa bersekat atau septat. Septat akan membagi hifa menjadi bagian-bagian, dimana setiap bagian tersebut memiliki inti (nucleus) satu atau lebih. Kapang yang tidak memiliki septat maka inti sel tersebar di sepanjang hifa. Dinding penyekat pada kapang disebut dengan septum yang tidak tertutup rapat sehingga sitoplasma masih dapat bebas bergerak dari satu ruang ke ruang lainnya. Kapang yang bersekat antara lain kelas *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* dan *Deuteromycetes*. Sedangkan kapang yang tidak bersekat yaitu kelas *Phycomycetes* (*Zygomycetes* dan *Oomycetes*).

Kapang (*mould/flamentous* fungi) merupakan mikroorganisme anggota Kingdom Fungi yang membentuk hifa. Kapang merupakan jenis jamur multiseluler yang memiliki sifat aktif karena merupakan organisme saprofit dan mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana.

Menurut (Waluyo, 2007) kebanyakan kapang bersifat mesofilik, yaitu tumbuh baik pada suhu kamar. Suhu optimum pertubuan untuk kebanyakan kapang adalah sekitar 25-30°C, atau lebih tinggi, tetapi beberapa dapat tumbuh pada suhu 35-37°C, misal *Aspergillus*. Semua kapang bersifat aerobik, yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya yang membentuk hifa. *Aspergillus flavus* dikenal sebagai kapang penghasil aflatoksin yang merupakan mikotoksin paling berbahaya. Aflatoksin merupakan salah satu mikotoksin di antara berbagai jenis mikotoksin lainnya yang berbahaya bagi kesehatan tubuh.

Pertumbuhan kapang pada bahan makanan dapat mengurangi kualitas makanan karena kapang menghasilkan toksin yang berbahaya bagi tubuh manusia. Keberadaan kapang pada roti disebabkan karena kontaminasi pasca pemanggangan. Hal ini umumnya terjadi jika kondisi sanitasi dan hygiene pabrik tidak terkendali. Roti termasuk ke dalam pangan yang mudah rusak karena kadar airnya tinggi dan nutrisi cukup tersedia. Roti yang dibuat dengan kondisi sanitasi dan hygiene yang baik dan dikemas dengan baik dapat bertahan selama 5-7 hari pada tempat yang sejuk. Namun demikian, sulit sekali untuk menjaga kondisi udara bebas dari spora kapang sehingga seringkali roti dapat berkapang sebelum 5

hari terutama apabila disimpan pada kondisi hangat dan lembab (Lilis Nuraida, 2014).

Kondisi yang kurang bersih, akan membuat roti lebih cepat rusak. Mungkin dalam 3-4 hari sudah berkapang dan tidak layak dikonsumsi. Kapang pada roti dapat tumbuh dengan cepat pada suhu antara 15 °C - 30 °C. Untuk memperpanjang umur simpan roti, maka roti dapat disimpan pada lemari es (refrigerator) dengan suhu sekitar 7-10 °C. Kondisi yang menyebabkan pertumbuhan kapang adalah kualitas bahan baku, waktu dan suhu pemanggangan yang kurang, dikemas sebelum dingin, dan terjadinya kontaminasi setelah pemanggangan (pada tahap pendinginan, pengirisan dan pengemasan). Sumber kontaminasi antara lain udara, peralatan misalnya mesin pengiris, peralatan pendingin roti, rak, pengemas dan lingkungan penyimpanan seperti suhu, kelembaban dan lokasi (Nerin *et al*, 2016).

### **2.3.1 Morfologi Kapang**

Kapang merupakan fungi tumbuh dalam dua dasar, sebagai ragi dan kapang. Pertumbuhan dalam bentuk kapang terjadi melalui produksi koloni filamentosa multiseluler. Koloni tersebut terdiri dari tubulus silindris bercabang yang disebut hifa, mempunyai diameter bervariasi dari 2 µm sampai 10 µm (Pelczar dan Chan, 1986).

Pertumbuhan fungi mula-mula berwarna putih, tetapi apabila telah memproduksi spora maka akan terbentuk berbagai warna tergantung jenis kapang yang tumbuh. Sifat-sifat kapang baik penampakan secara makroskopik ataupun mikroskopik digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi kapang (Jawetz dan Aldelberg, 2007).

Fungi secara morfologi tersusun atas hifa. Dinding sel hifa berbentuk tabung yang dikelilingi oleh membrane sitoplasma dan biasanya berseptat. Ujung batang hifa mengandung spora aseksual yang disebut konidia. Konidia yang menempel pada ujung hifa seperti serbuk dan dapat menyebar ke tanah dengan bantuan angin (Madigan *et al*, 2012).

### **2.3.2 Sifat Fisiologi Kapang**

Menurut (Waluyo, 2004) kapang dapat hidup dalam keadaan lingkungan sekitar yang tidak menguntungkan jika dibandingkan dengan mikroba yang lain. Sifat fisiologi kapang adalah :

a. Kebutuhan air

Kebanyakan kapang membutuhkan air minimal untuk pertumbuhan dibandingkan khamir dan bakteri.

b. Suhu pertumbuhan

Kapang tumbuh dalam suhu 30-32°C (mesofilik), tapi ada juga yang tumbuh pada suhu 35-37°C. Beberapa kapang yang psikotrofilik dapat tumbuh dalam suhu lemari es dan beberapa dapat tumbuh lambat dibawah suhu pembekuan yaitu -5 hingga -10°C. Kapang juga ada yang bersifat termofilik yaitu hidup pada suhu tinggi. Kebutuhan oksigen dan pH kapang bersifat aerobik yaitu membutuhkan oksigen dalam pertumbuhan. Kapang pada umumnya tumbuh baik pada pH 2,0-8,5.

c. Nutrisi

Makanan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang dimulai dari yang sederhana hingga kompleks. Kapang dapat memproduksi enzim hidrolitik seperti amilase, peltinae, proteinase, dan lipase. Enzim tersebut membantu kapang tumbuh pada bahan yang mengandung pati, pektin, protein dan lipid.

### **2.3.4 Aflatoksin Pada Kapang**

Aflatoksin merupakan salah satu jenis mikotoksin hasil metabolisme kapang.

Toksin ini dikenal dengan senyawanya yang stabil dan tahan selama pengolahan makanan. Oleh karena itu, cemaran ini perlu diperhatikan lebih selama proses produksi, pengolahan, maupun penyajian baik kemasan ataupun hidangan. Pengaruh adanya kapang penyebab aflatoksin ini diantaranya yaitu pada tingkat pengumpul, kelembapan, dan ruang lingkungan penyimpanan produk. Bahan baku yang kurang baik, proses pengolahan, sirkulasi udara tidak sempurna dan proses penyimpanan sangat berpotensi terjadinya pencemaran kapang sebagai penghasil aflatoksin, yang pada akhirnya menjadikan produk bermasalah (Maryam, 2002).

Aflatoksin bersifat karsinogenik. Penyakit yang disebabkan oleh aflatoksin adalah aflatoksikosis. Aflatoksikosis akut menyebabkan kematian, sedangkan aflatoksikosis kronis menyebabkan kanker, *imunosupresif*, dan kondisi patogenik lainnya. Organ target Aflatoksin adalah hati. *Ochatoxin* memiliki potensi yang sama dengan Aflatoksin. Organ target *Ochratoxin* adalah ginjal. Patulin menyebabkan degenerasi sel, peradangan, pendarahan, dan ulserasi. *Trichotecene* menyebabkan pendarahan pada saluran pencernaan, muntah, kerusakan jaringan hematoiesis, dan infeksi kulit. Fumonisin menyebabkan kanker esophagus (Bennett dan Klich, 2003; Peraica, dkk 1999).

Keracunan aflatoksin (aflatoksikosis) sering terjadi hampir di seluruh belahan dunia, terutama di negara-negara berkembang yang sistem keamanan pangannya belum berjalan dengan baik. Adapun beberapa dampak aflatoksin yang dapat menyerang tubuh manusia yaitu :

a. Karsinogenik

Karsinogenik merupakan zat yang menyebabkan timbulnya penyakit kanker yang masuk kedalam tubuh manusia. Jika terdapat zat ini kedalam tubuh hal ini dapat memungkinkan tubuh terdapat sel kanker yang sudah terbentuk. Aflatoksin diketahui memiliki posisi pertama dalam hal zat karsinogenik. Aflatoksin B<sub>1</sub> memegang peran sebagai faktor pemacu mutasi gen sel hati yang selanjutnya dapat menimbulkan kanker sel hati. Aflatoksin B<sub>1</sub> merupakan salah satu penyebab terjadinya kanker pada manusia.

b. Hepatoksik

Hati memiliki peran penting dalam proses metabolisme makanan. Oleh karena itu, hati merupakan organ target utama dalam pencemaran aflatoksin dan karsinogen. Aflatoksin dapat menyebabkan potensi penyakit hepatitis akut letal dengan mual, merasakan sakit di bagian perut, dan dapat menyebabkan kematian.

c. Nefrotoksik

Ketika aflatoksin tidak dapat dikeluarkan melalui pencernaan maka aflatoksin akan dikeluarkan dalam bentuk urin. Hal ini yang memungkinkan akan terjadinya kerusakan pada ginjal.

Kualitas makanan atau bahan makanan di alam ini tidak terlepas dari berbagai pengaruh seperti kondisi lingkungan, yang menjadikan layak atau tidaknya suatu makanan untuk dikonsumsi. Berbagai bahan pencemar dapat terkandung di dalam makanan karena penggunaan bahan baku pangan terkontaminasi, proses pengolahan, dan proses penyimpanan. Di antara kontaminan yang sering ditemukan adalah mikotoksin yang dihasilkan oleh kapang (Maryam 2002).

Resiko dari tercemarnya kapang pada bahan makanan atau suatu produk dapat menyebabkan reaksi alergi parah pada beberapa orang. Walaupun bagi kebanyakan orang tidak berbahaya, memakan kapang yang ada pada roti dapat menyebabkan mual, gangguan pencernaan, dan muntah. Pada roti yang ditumbuhi kapang, yang tampak oleh mata kita adalah sporangium yang berwarna.

Kapang yang mengkontaminasi makanan dapat mengakibatkan berbagai kerusakan antara lain: perubahan tekstur dan warna, terbentuk aroma yang tidak sedap, terjadi perubahan rasa dan berkurangnya nutrisi yang terdapat dalam makanan. Kapang kontaminasi berpotensi menghasilkan racun yang dikenal sebagai mikotoksin yang apabila masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan kesehatan berupa mikotoksikosis. Kontaminasi mikotoksin yang dihasilkan oleh spesies-spesies kapang kontaminasi tertentu mengakibatkan makanan tidak layak dikonsumsi (Hastuti dkk, 2011).

## **2.4 Khamir**

### **2.4.1 Sifat Morfologi Khamir**

Ukuran dari sel khamir ini beragam, panjangnya 1,5  $\mu\text{m}$ . Tidak hanya ukuran, bentuk khamir juga bervariasi, yaitu bulat, lonjong, oval, silinder, ogival yaitu bulat panjang dengan salah satu ujung runcing, segitiga melengkung. Bentuk dan ukuran sel khamir di dalam satu kultur yang sama mungkin bias berbeda satu dengan yang lain, perbedaan inilah dipengaruhi oleh umur dan kondisi lingkungan selama sel khamir tersebut tumbuh (Waluyo, 2004).

### **2.4.2 Sifat Fisiologi Khamir**

Khamir yang biasa digunakan untuk industry mempunyai sifat fisiologi yang umum. Khamir kebanyakan tumbuh baik pada kondisi dengan air yang cukup. Khamir dapat tumbuh pada medium dengan gula atau garam yang tinggi, sehingga khamir kebutuhan air untuk pertumbuhan lebih kecil dibandingkan bakteri. Batas aktivitas air khamir terendah untuk pertumbuhan berkisar antara 0.88-0.94. selain itu, banyak khamir yang bersifat osmofilik yakni dapat tumbuh pada medium dengan aktivitas air relative rendah, yakni 0.62-0.65. khamir mempunyai batas aktivitas air minimal dan untuk pertumbuhan berbeda-beda dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kandungan nutrient substrat, pH, suhu, tersedianya oksigen, dan ada tidaknya senyawa penghambat (Waluyo, 2007).

Kisaran suhu untuk pertumbuhan kebanyakan khamir pada umumnya hampir sama dengan kapang, yakni suhu optimum 25-30°C dan suhu maksimum 35-47°C, tetapi beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0°C. Kebanyakan khamir lebih cepat turun pada pH 4.0-4.5, dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi. Khamir tumbuh baik pada kondisi aerobik, tetapi yang bersifat fermentasi dapat tumbuh secara anaerobic meskipun lambat (Waluyo, 2007).

## **2.5 Bakteri**

Bakteri merupakan kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Bakteri merupakan organisme yang paling banyak jumlahnya dan tersebar luas dibandingkan makhluk lainnya. Bakteri merupakan kelompok terbesar di antara 5 kelompok mikroorganisme (Sopandi dan Wardah, 2014), hal ini disebabkan karena bakteri dapat berada di hampir semua jenis pangan dengan laju pertumbuhan yang tinggi, bahkan pada pangan yang tidak dapat ditumbuhi oleh kapang. Bakteri juga merupakan kelompok mikroorganisme paling penting yang menyebabkan kerusakan pangan.

### **2.5.1 Kerusakan Bahan Pangan Oleh Mikroorganism**

Peran mikroorganism dalam bahan pangan sangatlah banyak. Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang mikroorganism. Mikroorganism sendiri merupakan makhluk hidup yang berukuran sangat kecil yang hanya bisa dilihat dengan bantuan alat yaitu mikroskop. Salah satu parameter kualitas suatu produk adalah dengan cara mengetahui jumlah mikroba yang ada. Semakin banyak jumlah mikroba yang ada pada bahan pangan maka menandakan kualitas produk kurang baik. Sedangkan jika jumlah mikroba dalam bahan pangan sedikit itu menandakan bahwa produk tersebut mempunyai kualitas yang bagus.

Dalam bahan pangan mikroorganism memiliki dua kategori yaitu peran yang menguntungkan dan peran yang merugikan. Peran yang menguntungkan mikroorganism dalam bahan pangan diantaranya adalah:

- a. Mikroorganism dimanfaatkan untuk menghasilkan produk fermentasi tertentu. Contoh: produk makanan yang dihasilkan fermentasi diantaranya adalah tempe, oncom, tape, tauco, nata, kecap, dan lain-lain.
- b. Mikroorganism juga menghasilkan produk metabolit seperti asam amino, enzim, antibiotik, asam organik, dan lainnya.

Sedangkan peran mikroorganism yang merugikan adalah :

- a. Menyebabkan kerusakan pada bahan makanan. Ditandai dengan adanya perubahan pada bahan makanan yang menjadi berair, berlendir, bau busuk, rasa berubah menjadi asam, timbul jamur, serta terjadi perubahan warna.
- b. Menyebabkan beberapa penyakit seperti disentri, tipus, TBC, korela, anthrax, dan lainnya.

Bahan pangan yang sudah mengalami pengolahan (kecuali yang steril) kemungkinan mengandung berbagai tipe kontaminasi dari berbagai jenis mikroba diantaranya kapang, khamir, dan bakteri. Mikroorganism yang ada dalam makanan sangat bervariasi pada batas bawah pH yang memungkinkan mikroorganism dapat tumbuh. Mikroorganism yang terdapat dalam makanan meliputi kapang, khamir, dan bakteri. Jenis mikroba perusak tergantung pada sifat bahan pangan sendiri. Apabila bahan pangan banyak mengandung pektin, dan pati maka bahan pangan tersebut mudah dirusak oleh kapang. Apabila bahan pangan yang banyak mengandung gula maka bahan tersebut akan mudah dirusak oleh

khamir. Sedangkan bahan banyak mengandung protein biasanya mudah sekali diserang oleh bakteri. Dengan demikian jenis mikroba perusak yang dapat dan akan tumbuh pada bahan pangan tertentu kemungkinan besar dapat dikenali.