

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Mikroba**

Mikroba merupakan organisme yang berukuran kecil (mikro), dapat melakukan aktifitas untuk hidup, dapat tergolong dalam prokaryot seperti bakteri dan virus, dan eukaryot seperti alga, protozoa. Mikroba sangat berperan dalam kehidupan (Nester, Anderson, Robert, Nester, 2009).

Mikroba terdiri dari bakteri, jamur, dan virus. Secara umum, tiap mikroba mempunyai morfologi dan struktur anatomi yang berbeda (Waluyo, 2004).

Peranan utama mikroba adalah sebagai (pengurai) bahan-bahan organik.

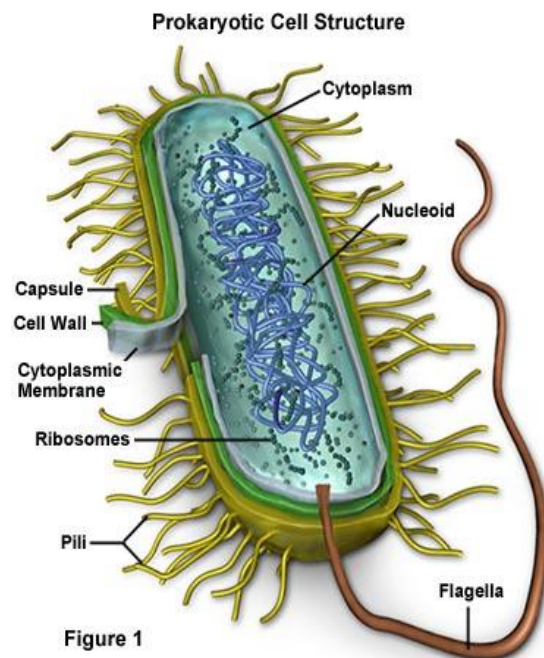
Selain merugikan, mikroba juga mempunyai banyak keuntungan bagi manusia. Mikroba tidak perlu tempat yang besar, mudah ditumbuhkan dalam media buatan, dan tingkat pembiakannya relatif cepat. Oleh karena itu, setiap mikroba memiliki peran dalam kehidupan (Darkuni, 2001).

#### **1. Jenis dan Golongan Mikroba**

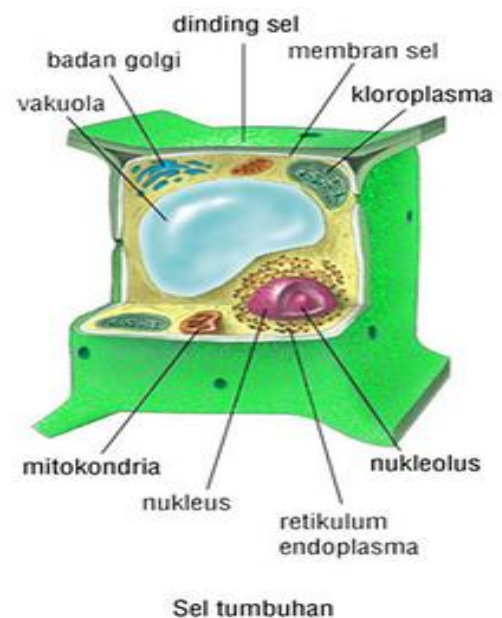
Berdasarkan struktur sel, mikroba dibagi menjadi dua golongan yaitu prokariotik dan eukariotik. Hanya bakteri dan arkhae (alga hijau biru) yang memiliki sel prokariotik. Sedangkan protista, tumbuhan, jamur dan hewan semuanya mempunyai sel eukariotik.

**Tabel 1.** Perbedaan Antara Sel Prokariotik dan Sel Eukariotik

Struktur	Prokariotik	Eukariotik
Membran nukleus	-	+
Membran plastida	-	+
Nukleus	-	+
Nukleolus	-	+
Plastida	-	+/-
Mitokondria	-	+
Badan golgi	-	+
Kromosom	+ (tunggal)	+ (ganda)
DNA	+ (telanjang)	+ (dengan protein)
RNA	+	+
Histon	-	+
Pigmen	+	+
Pembelahan	Amitosis	mitosis/meiosis

**Gambar 1.** Struktur Sel Prokariotik

(Wiwik)

**Gambar 2.** Struktur Sel Eukariotik

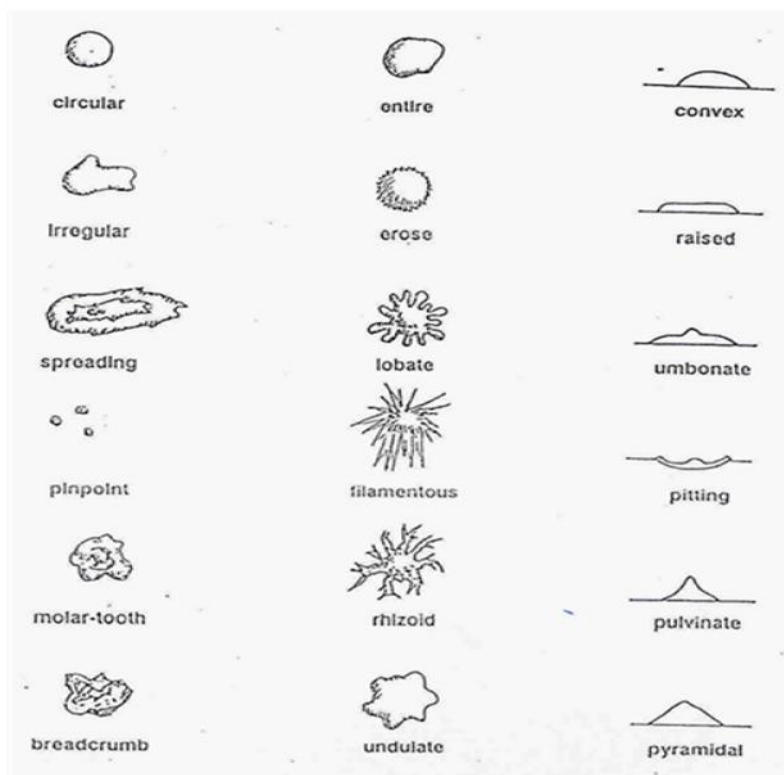
Whittaker membagi jasad hidup menjadi tiga tingkat perkembangan, yaitu:

1. Jasad prokariotik yaitu bakteri dan ganggang biru (Divisio Monera)
2. Jasad eukariotik uniseluler yaitu algae sel tunggal, khamir dan protozoa (Divisio Protista)
3. Jasad eukariotik multiseluler dan multinukleat yaitu Divisio Fungi, Divisio Plantae, dan Divisio Animalia (Prescott, 2008).

## 2. Morfologi Koloni Mikroba (Makroskopik)

Mikroba tumbuh sangat cepat ketika didukung dengan gizi dan kondisi lingkungan yang baik. Mikroba membentuk koloni yang khas. Morfologi koloni dapat ditinjau dari berbagai aspek, yaitu bentuk, tepi atau pinggir koloni, ketinggian, permukaan, warna koloni

### Bentuk                      Tepi koloni                      Elevasi



**Gambar 3.** Morfologi Koloni Mikroba (Hadioetomo, 1993).

### 3. Morfologi Sel Mikroba

Morfologi sel mikroba adalah karakteristik mikroba yang dilihat melalui pengamatan mikroskop. Morfologi mikroskopik mikroba dapat ditinjau dari bentuk sel, sifat terhadap pewarnaan (gram positif/negatif), dan spora. Tiap jenis mikroba memiliki morfologi sel yang berbeda. Jamur, khamir dan kapang memiliki karakteristik yang tidak sama (Waluyo, 2004).

#### a. Bakteri

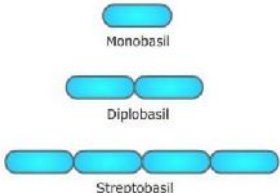
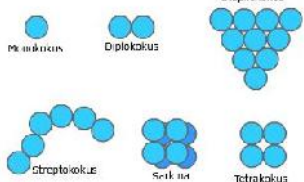
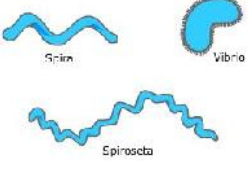
Bakteri adalah kelompok mikroba yang tidak memiliki membran inti sel, termasuk prokariota dan mikroskopik, serta memiliki peran dalam kehidupan. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai penyebab penyakit, kelompok lainnya memberikan manfaat di bidang pangan, pengobatan, dan industri. Struktur sel bakteri relatif sederhana, tanpa nukleus, kerangka sel, dan organel lainnya seperti mitokondria dan kloroplas (Madigan, 2009).

Pada umumnya, bakteri berukuran 0,5-5  $\mu\text{m}$ , tetapi ada bakteri yang dapat berdiameter hingga 700  $\mu\text{m}$ , yaitu *Thiomargarita*. Bakteri umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan dan jamur, tetapi dengan bahan pembentuk sangat berbeda (peptidoglikan). Beberapa jenis bakteri bersifat motil (mampu bergerak) yang disebabkan oleh flagel (Madigan, 2009).

- Bentuk sel bakteri

Bakteri memiliki beberapa bentuk sel, ada yang berbentuk batang (basil), berbentuk bulat (coccus), dan berbentuk spiral.

**Tabel 2.** Bentuk Sel Bakteri

Batang (basil)	 <p>Monobasil</p> <p>Diplobasil</p> <p>Streptobasil</p>
Bulat (coccus)	 <p>Monobasil</p> <p>Diplokokus</p> <p>Stafilokokus</p> <p>Streptokokus</p> <p>Seterik</p> <p>Tetrakokus</p>
Spiral	 <p>Spirillum</p> <p>Vibrio</p> <p>Spiroseta</p>

(Pelczar, 1999).

- Sifat Gam Bakteri

Dengan adanya peptidoglikan pada dinding sel, bakteri terbagi dua yaitu :

1. Gram positif yaitu bakteri bila diwarnai dengan kristal ungu atau iodium lalu dicuci dengan alkohol akan tetap berwarna ungu. Hal ini terjadi karena bakteri mempunyai lapisan peptidoglikan yang tebal.
2. Gram negatif yaitu bakteri tersebut akan kehilangan warna ungunya setelah dicuci dikarenakan peptidoglikan gram negatif lebih tipis.

Sifat bakteri terhadap pewarnaan gram merupakan sifat penting untuk membantu determinasi suatu bakteri.

**Tabel 3.** Perbedaan Gram Positif dan Gram Negatif

Perbedaan	Gram Positif	Gram negatif
Struktur dinding sel	Tipis, sekitar 10-15 nm, berlapis tiga atau multilayer	Tebal, sekitar 15-80 nm, monolayer
Kandungan lemak pada dinding sel	Lebih banyak (11-22%), peptidoglikan didalam lapisan kaku.	Normal (1-4%), peptidoglikan ada yang sebagai lapisan tunggal
Asam tekoat	-	+
Penisilin	Kurang rentan	Bersifat lebih rentan
Pertumbuhan	Tak begitu dihambat oleh zat warna seperti kristal violet	Dihambat secara nyata oleh zat warna seperti ungu kristal
Komposisi nutrisi yang dibutuhkan	Relatif sederhana	Lebih rumit
Resistensi terhadap gangguan fisik	Tidak resisten	Lebih resisten
Resistensi terhadap alkali (1% KOH)	Resistensi terhadap alkali lebih pekat	Resistensi terhadap alkali larut
Streptomisin	Peka	Tidak peka
Toksin yang dibentuk	Endotoksin	Eksotoksin dan Endotoksin

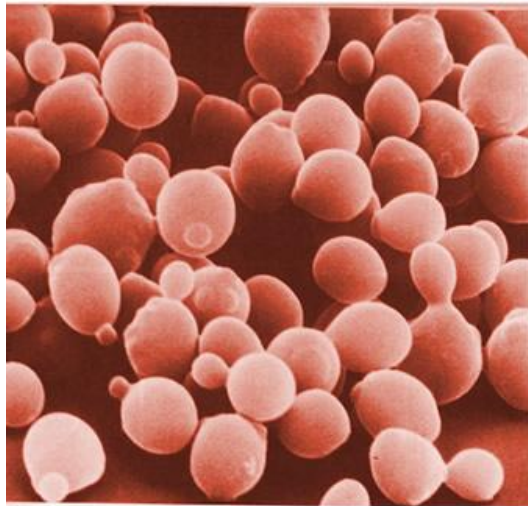
(Entjang, 2003).

- Endospora

Bakteri ada yang dapat membentuk endospora, pembentukan endospora merupakan cara bakteri mengatasi kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Endospora dapat bertahan hidup dalam keadaan kekurangan nutrisi, tahan terhadap panas, kekeringan, radiasi UV serta bahan kimia. Ketahanan tersebut disebabkan oleh selubung spora yang tebal dan keras. Sifat-sifat ini menyebabkan dibutuhkan perlakuan yang keras untuk mewarnainya. Hanya bila diperlukan panas yang cukup, pewarna yang sesuai dapat menembus endospora. Tetapi sekali pewarna memasuki endospora, sukar untuk dihilangkan. Ukuran dan letak endospora di dalam sel merupakan ciri yang digunakan untuk membedakan spesies bakteri yang membentuknya (Entjang, 2003).

**b. Khamir (*Yeast*)**

Khamir merupakan jenis jamur uniseluler, bentuk sel tunggal dan berkembang biak secara pertunasan. Ukuran sel khamir beragam, lebarnya berkisar antara 1-5  $\mu\text{m}$  dan panjangnya berkisar dari 5-30  $\mu\text{m}$  atau lebih. Biasanya sel khamir berbentuk telur, tetapi beberapa ada yang memanjang atau berbentuk bola. Setiap spesies mempunyai bentuk yang khas, namun sekalipun dalam biakan murni terdapat variasi yang luas dalam hal ukuran dan bentuk. Sel-sel individu, tergantung kepada umur dan lingkungannya. Khamir tak dilengkapi flagellum atau organ-organ penggerak lainnya (Dwijoseputro, 2005).



**Gambar 4.** Khamir *Saccharomyces* sp (Pelczar, 1999)

**c. Kapang (Mould)**

Kapang (mould/filamentous fungi) merupakan mikroba anggota Kingdom Fungi yang membentuk hifa. Tubuh atau talus suatu kapang pada dasarnya terdiri dari 2 bagian miselium dan spora (sel resisten, istirahat atau dorman). Miselium merupakan kumpulan beberapa filamen yang dinamakan hifa. Setiap hifa lebarnya 5-10  $\mu\text{m}$ , dibandingkan dengan sel bakteri yang biasanya berdiameter 1  $\mu\text{m}$  (Coyne dan Mark, 1999).

Kapang melakukan penyebaran menggunakan spora. Spora kapang terdiri dari dua jenis, yaitu spora seksual dan spora aseksual. Spora aseksual dihasilkan lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan spora seksual (Pelczar, 1999).

Jamur tidak dapat hidup secara autotrof, melainkan secara heterotrof. Jamur hidup dengan menguraikan bahan-bahan organik yang ada dilingkungannya. Habitat kapang sangat beragam, namun pada umumnya kapang dapat tumbuh pada substrat yang mengandung sumber karbon organik. Umumnya jamur hidup secara saprofit, artinya hidup dari penguraian sampah-sampah organik seperti bangkai, sisa tumbuhan, makanan dan kayu lapuk. Ada pula jamur yang hidup secara parasit artinya jamur mendapatkan bahan organik dari inangnya misalnya dari manusia, binatang dan tumbuhan. Adapula yang hidup secara simbiosis mutualisme, yakni hidup bersama dengan organisme lain agar saling mendapatkan untung, misalnya bersimbiosis dengan ganggang membentuk lumut kerak.



**Gambar 5.** Kapang yang telah membentuk misellium dan spora



Jamur uniseluler misalnya ragi dapat mencerna tepung hingga terurai menjadi gula, dan gula dicerna menjadi alkohol, sedangkan jamur multiseluler misalnya jamur tempe dapat menguraikan protein kedelai menjadi protein sederhana dan asam amino. Makanan tersebut dicerna diluar sehingga disebut pencernaan ekstraseluler, sama seperti pada bakteri.

## **B. Kebutuhan Nutrisi Mikroba**

Seperti halnya dengan jasad hidup pada umumnya, mikroba memerlukan energi dan bahan-bahan untuk membangun tubuhnya yang disebut nutrisi. Untuk dapat menggunakan energi dari nutrisi maka sel melakukan kegiatan yang disebut metabolisme. Metabolisme dibagi atas anabolisme/asimilasi (proses sintesa untuk membentuk bahan protoplasma dan bagian sel lain) dan katabolisme/disimilasi (proses perombakan bahan makanan menjadi bahan lebih sederhana disertai pelepasan energi) (Priani, 2003).

Mikroba banyak jenisnya, berbeda sifat fisiologis sehingga kebutuhan nutrisinya juga berbeda. Mikroba dapat menggunakan makanan dalam bentuk padat (holozoik), dan bentuk cair (holofitik). Mikroba holofitik dapat juga menggunakan makanan bentuk padat, tetapi makanan tersebut harus dicerna diluar sel dengan enzim ekstraseluler. Bahan makanan berfungsi sebagai sumber energi, bahan pembangun sel, dan aseptor (Rodgers, 2004).

Secara garis besar bahan makanan dibagi menjadi nutrisi makro dan nutrisi mikro. Nutrisi makro seperti air, cahaya matahari, karbohidrat, karbonat,

asam organik, protein, lemak, vitamin. Nutrisi mikro seperti C, O, N, H, K, Ca, Mg, S, Na, Cl, dan P (Rodgers, et al, 2004).

Berdasarkan sumber karbon, mikroba digolongkan menjadi mikroba autotrof dan heterotrof. Mikroba autotrof yaitu mikroba yang memerlukan karbon anorganik seperti  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CO}_3$ . Sedangkan mikroba heterotrof memerlukan karbon organik seperti karbohidrat. Selain itu mikroba heterotrof juga dapat mendegradasi senyawa organik dan menggunakannya untuk menunjang pertumbuhannya. Proses ini dibantu oleh beberapa jenis enzim untuk memecah makromolekul seperti karbohidrat, protein, dan lemak untuk dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sebagai contoh enzim protease digunakan untuk memecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino (Anesti, McDonald, Kelly 2005).

### **C. Faktor Lingkungan**

Di dalam kehidupan beberapa mikroba seperti bakteri, jamur, dan virus dipengaruhi oleh lingkungan dan untuk mempertahankan hidup mikroba melakukan adaptasi dengan lingkungan. Adaptasi ini terjadi secara cepat serta bersifat sementara atau permanen sehingga mempengaruhi bentuk morfologi dan struktur anatomi dari bakteri, jamur, dan virus (Waluyo, 2004).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme seperti oksigen, kadar air, temperatur (suhu), dan pH (Berg dan Tymozcko, 2002).

#### D. Peranan Mikroba Dalam Fermentasi Pangan

Terdapat beberapa kelompok mikroba yang mampu melakukan proses fermentasi dan hal ini telah banyak diterapkan pada pengolahan berbagai jenis makanan. Bahan pangan yang telah difermentasi pada umumnya akan memiliki masa simpan yang lebih lama, juga dapat meningkatkan dan memberikan cita rasa baru dan unik pada makanan tersebut.

Beberapa makanan hasil fermentasi dan bakteri yang berperan :

- *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, berperan dalam pembuatan yoghurt
- *Streptococcus lactis*, berperan dalam pembuatan mentega
- *Pediococcus cerevisiae*, berperan dalam pembuatan sosis daging
- *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus lactis*, berperan dalam proses pembuatan kefir

Beberapa makanan hasil fermentasi dan kapang yang berperan :

- *Rhizopus oligospora*, *Rhizopus oryzae*, berperan dalam pembuatan tempe dan oncom hitam
- *Neurospora sitophia*, berperan dalam pembuatan oncom merah
- *Aspergillus oryzae*, berperan dalam pembuatan kecap dan tauco kedelai
- *Penicillium roqueforti*, berperan dalam pembuatan keju biru

Beberapa makanan hasil fermentasi dan khamir yang berperan :

- *Candida fanata*, *Candida diffluens*, *Rhodotorula rubra*, *Rhodotorula glutinis*, berperan dalam pembuatan susu segar pasteurisasi dan mentega.

- *Saccharomyces cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii*, *Hansenula anomala*, berperan dalam pembuatan yoghurt.
- *Kluyveromyces marxianus*, *Candida lipolytica*, *Cryptococcus laurentii*, *Sporobolmyces roseus*, berperan dalam pembuatan keju cottage dan segar.

Beberapa spesies bakteri pengurai dan patogen dapat tumbuh di dalam makanan. Kelompok bakteri ini mampu memetabolisme berbagai komponen di dalam makanan dan kemudian menghasilkan metabolit sampingan yang bersifat racun. *Clostridium botulinum*, menghasilkan racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan dan kini senyawa tersebut dipakai sebagai bahan dasar botox (Schaechter, 2004).

#### **E. Durian Sebagai Media Tumbuh Mikroba**

Klasifikasi durian (*Durio zibethinus* Murr.) :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Famili	: Bombacaceae
Genus	: Durio
Spesies	: <i>Durio zibethinus</i>

Durian merupakan salah satu buah yang dapat dijadikan media tumbuh mikroba. Daging durian dapat diolah menjadi suatu produk makanan dengan

bantuan bakteri yang tumbuh didalamnya. Mikroba yang tumbuh di daging durian akan menghasilkan suatu asam, sehingga daging durian mengalami fermentasi. Fermentasi daging durian juga dikenal sebagai tempoyak.

Suatu media dapat dijadikan tempat tumbuh mikroba apabila media tersebut memiliki kandungan yang dibutuhkan oleh mikroba. Pada daging durian, terdapat unsur nutrisi yang diperlukan oleh mikroba yang bersifat heterotrof. Daging durian mengandung banyak karbohidrat, lemak, protein, dan mineral. Setiap 100 g daging durian mengandung 67 g air, 28,3 g karbohidrat, 2,5 g lemak, 2,5 g protein, 1,4 g serat, serta memiliki nilai energi sebesar 520 kJ.

Durian banyak mengandung vitamin A (20-30 I.U), vitamin B1, vitamin B2, vitamin C (19,7 mg), dan tinggi akan vitamin E. Durian juga banyak mengandung mineral dan nutrisi lain seperti kalsium (Ca), fosfor (P), asam folat, magnesium (Mg), potasium/kalium (K), zat besi (Fe), zinc, mangan (Mn), tembaga (Cu), karoten, vitamin C, thiamin, niacin, dan riboflavin.

Adapun jumlah kandungan yang terkandung di dalam durian yaitu :

- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| * Vitamin A: 20-30 I.U.              | * Asid Askorbik: 23.9-25.0 mg |
| * Kalsium: 7.6-9.0 mg                | * Fosforus: 37.8-44.0 mg      |
| * Potasium: 436 mg                   | * Thiamina: 0.24-0.352 mg     |
| * Riboflavin: 0.20 mg                | * Niacin: 0.6-0.70 mg         |
| * Zat besi: 0.73-1.0 mg              | * Gula (purata) 12.0 g        |
| * Protin: 2.5-2.8 g (Suryani, 2001). |                               |