

## II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Ubi Jalar, (2) Ubi Jalar Varietas Sukung, (3) Tepung Ubi Jalar, (4) Tepung Modifikasi, (5) Fermentasi, (6) Enzim, (7) Pati, (8) Koji, (9) *Aspergillus oryzae*, (10) Mie Kering.

### 2.1. Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan tanaman yang termasuk ke dalam jenis tanaman palawija, termasuk tanaman tropis dan dapat tumbuh dengan baik di daerah sub tropis. Disamping iklim, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ubi jalar adalah jarak tanam, varietas dan lokasi tanam. Ubi jalar dibagi dalam dua golongan, yaitu ubi jalar yang berumbi keras karena banyak mengandung pati dan ubi jalar yang berumbi lunak karena banyak mengandung air. Warna daging umbinya, ada yang berwarna putih, merah kekuningan, kuning, merah, krem, jingga dan lain-lain (Sutrisno, 2009). Ubi jalar dapat berfungsi sebagai pengganti beras karena merupakan sumber karbohidrat (Handawi, 2010).

Sebagian besar karbohidrat pada pati ubi jalar terdapat dalam bentuk pati. Komponen lain selain pati adalah serat pangan dari beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0,38% hingga 5,64% dalam berat basah. Kandungan gula dalam ubi jalar yang telah dimasak jumlahnya meningkat bila dibandingkan jumlah gula pada ubi jalar mentah. Selain karbohidrat, ubi jalar juga mengandung lemak, protein, dan betakaroten (Sulistiyo, 2006).

Ubi jalar memiliki peran penting sebagai komponen diversifikasi pangan dan cadangan pangan apabila produksi padi tidak dapat mengimbangi kebutuhan pangan masyarakat. Oleh masyarakat pedesaan dan sebagian perkotaan, ubi jalar dijadikan sebagai bahan pangan substitusi, terutama dalam menu makan pagi. Tepung maupun pati ubi jalar dapat digunakan sebagai bahan baku industri roti, kue, sirup, maltosa, glukosa, fruktosa, biskuit, dan mie (Zuraida, 2010). Lima negara penghasil ubi jalar terbesar di dunia menurut *Food Agriculture Organization* (FAO) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lima Negara Penghasil Ubi Jalar Terbesar di Dunia

<b>Peringkat</b>	<b>Negara</b>	<b>Jumlah Ubi Jalar (m/t)</b>	<b>dari Total Dunia (%)</b>
<b>1</b>	China	70.526.000	68,6
<b>2</b>	Tanzania	3.470.304	3,3
<b>3</b>	Nigeria	3.450.000	3,3
<b>4</b>	Indonesia	2.386.729	2,3
<b>5</b>	Uganda	1.810.000	1,7

Sumber : FAO, 2016

Berdasarkan jumlah total produksi ubi jalar dunia, Indonesia merupakan negara penghasil ubi jalar keempat terbesar di dunia dengan jumlah ubi jalar 2.386.729 m/t, pasokan terbesar dikuasai oleh negara China dengan jumlah ubi jalar 70.526.000 m/t, kemudian diikuti oleh negara Tanzania dan negara Nigeria. Perkembangan produksi ubi jalar di Indonesia menunjukkan angka yang kurang menggembirakan karena kurangnya dukungan dari industri pengolahan ubi jalar menjadi produk yang lebih disukai masyarakat.

Ubi jalar merupakan salah satu komoditi yang mudah tumbuh di seluruh dunia, namun hanya sekitar satu persen yang memasuki pasar perdagangan dengan negara-negara pengimpor utama dunia. Perlu diketahui bahwa 58 persen pasokan ubi jalar secara global digunakan untuk bahan pangan manusia, 42 persen untuk makanan hewan, terutama di Cina, dan sisanya digunakan untuk benih dan kebutuhan pertanian lainnya, serta industri.

Di negara Republik Rakyat Cina (RRC) dan beberapa tempat di Indonesia, ubi jalar segar digunakan untuk pakan pada penggemukan sapi dan babi. Di beberapa negara seperti Jepang, Taiwan, Korea, Cina, dan Amerika, ubi jalar diolah menjadi berbagai produk makanan seperti mie instan, tepung granula, saos, keripik, kue, roti, sirup, makanan bayi yang dikemas dalam kemasan yang menarik, dan gula fruktosa sebagai pemanis dalam industry minuman (Juanda dan Cahyono 2000).

Di Amerika termasuk Amerika Utara, Tengah, Selatan maupun Karibia, total pasokan domestik digunakan untuk 85 persen adalah konsumsi manusia (bahan pangan), 11 persen untuk makanan hewan, dan sisanya kebutuhan benih dan pertanian lainnya. Di Amerika Serikat, Eropa, dan Australia, ubi jalar justru menjadi makanan istimewa. Ekspor ubi jalar goreng ke Jepang dari Indonesia secara kontinue dalam jumlah yang besar menunjukkan bahwa masyarakat Jepang mengapresiasi ubi jalar sebagai makanan yang layak. Adanya kesadaran masyarakat Indonesia untuk tidak merasa malu mengonsumsi ubi jalar dipastikan akan meningkatkan permintaan ubi jalar dan diversifikasi bahan pangan nasional (Hanani, 2015).

Ubi jalar merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang banyak digunakan di beberapa negara seperti di Nuginia, Republik Rakyat Cina (RRC), India, dan beberapa negara di Afrika. Di Australia dan Amerika Serikat, ubi jalar merupakan makanan istimewa pengganti kentang dan hanya dikonsumsi pada acara pesta keluarga. Di lingkungan masyarakat perkotaan, terutama bagi golongan masyarakat menengah ke bawah, ubi jalar sebagai komponen diversifikasi pangan dalam bentuk ubi goreng, ubi rebus, ketimus, untuk makan pagi. Sebagai bahan pangan, ubi jalar berpotensi diolah menjadi tepung ubi jalar untuk bahan roti, kue, cake, mie, donat, cookies, dan berbagai panganan kecil lainnya (Juanda dan Cahyono 2000).

Menurut Mintel International, suatu perusahaan riset menyebutkan bahwa ubi jalar menjadi satu dari enam tren bumbu utama yang ada di Amerika pada tahun 2010. Peningkatan konsumsi ubi jalar di Amerika akan semakin kuat pada saat musim gugur, biasanya semua produksi lokal akan habis terjual, sehingga Amerika perlu melakukan impor produk ubi jalar dari negara lain. Demikian juga apabila saat musim liburan maka permintaan juga akan meningkat (Hanani, 2015).

Komoditas ubi jalar layak dipertimbangkan dalam menunjang program diversifikasi pangan yang berbasis tepung karena memiliki kandungan nutrisi yang baik, umur tanam yang relatif pendek, serta hasil produksi yang tinggi. Ubi jalar memiliki tekstur yang lunak, kadar air yang tinggi dan memiliki sifat mudah rusak oleh pengaruh mekanis. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung merupakan salah satu upaya pengawetan ubi jalar serta merupakan upaya peningkatan daya guna ubi jalar

supaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan (Karleen, 2010).

Komposisi kimia ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Ubi Jalar

Komposisi	Jumlah		
	Ubi Jalar Putih <sup>a</sup>	Ubi Jalar Merah <sup>a</sup>	Ubi Jalar Kuning <sup>b</sup>
Kalori (kal)	123,0	123,0	136,0
Protein (g)	1,8	1,8	1,1
Lemak (g)	0,7	0,7	0,4
Karbohidrat (g)	27,9	27,9	32,3
Kalsium (mg)	30,0	30,0	57,0
Fosfor (mg)	49,0	49,0	52,0
Zat Besi (mg)	0,7	0,7	0,7
Natrium (mg)	-	-	5,0
Kalium (mg)	-	-	393,0
Niacin (mg)	-	-	0,6
Vitamin A (SI)	60,0	7700,0	900,0
Vitamin B1 (mg)	0,90	0,90	0,10
Vitamin C (mg)	22,0	22,0	35,0
Air (g)	68,5	68,5	-
Serat Kasar (g)	0,9	1,2	1,4
Abu (g)	0,4	0,2	0,3
Kadar Gula (g)	0,4	0,4	0,3
Bagian Dapat Dimakan (%)	86,0	86,0	-

Sumber : (a) Direktorat Gizi Depkes RI, 1981

(b) Suismono, 1995

Komposisi kimia ubi jalar bervariasi tergantung dari jenis, usia, keadaan tumbuh dan tingkat kematangan. Ubi jalar merupakan sumber energi yang baik dalam bentuk karbohidrat. Ubi jalar mempunyai kandungan air yang cukup tinggi. Sewaktu dipanen, ubi jalar mengandung bahan kering antara 16% - 40% dan dari jumlah tersebut sekitar 75% - 90% adalah karbohidrat (Sulistiyo, 2006). Karakteristik ubi jalar yang berhubungan dengan kandungan karbohidrat adalah kecenderungan timbulnya flatulensi setelah mengkonsumsi ubi jalar. Flatulensi

disebabkan oleh gas flatus yang merupakan hasil samping fermentasi karbohidrat yang tidak dicerna dalam tubuh yang dilakukan oleh mikroflora usus.

Sebagian besar karbohidrat pada pati ubi jalar terdapat dalam bentuk pati. Komponen lain selain pati adalah serat pangan dan beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0,38% hingga 5,64% dalam berat basah (Sulistiyo, 2006). Untuk lebih jelasnya standar mutu (SNI) ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Mutu Ubi Jalar

<b>Komponen Mutu</b>	<b>Jumlah</b>
Kadar Air (% bb min)	65
Kadar Protein (% bb maks)	3,5
Kadar Pati (% bb maks)	30

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI-01-4493-1992)

## 2.2. Ubi Jalar Varietas Sுகuh

Di Indonesia, dikenal beragam varietas ubi jalar baik lokal, introduksi maupun unggul yang berbeda warna kulit dan daging umbinya serta komposisi kimianya, terutama pati dan gula. Oleh karena itu, perlu dikaji kesesuaian varietas-varietas ini untuk diolah menjadi produk pangan agar dapat dimanfaatkan dengan baik. Beberapa varietas unggul yang telah dilepas, seperti varietas Sுகuh yang berdaging umbi putih, varietas Sewu berdaging umbi kuning, varietas Kinta berdaging umbi ungu akan digunakan untuk pengolahan stik ubi jalar. Penelitian serupa telah dilakukan untuk pembuatan tepung ubi jalar sebagai bahan baku cake (kue basah) (Antarlina, 1997).

Ubi jalar varietas sுகuh dipilih dari famili AB94001 yang pada awalnya diperkenalkan di Jepang pada bulan Maret 1994 dan merupakan hasil persilangan

antara KYUSHU 102 sebagai pihak wanita dan KANTO 106 sebagai pihak jantan, dimana keduanya berasal dari Jepang. Nama Suku diambil dari nama sebuah candi umat Hindu yang didirikan pada abad ke-15 dan terletak di dekat Karanganyar, Jawa Tengah dimana daerah tersebut merupakan pusat utama produksi ubi jalar (Tjintokohadi, dkk., 2001). Candi Suku dibangun dengan konstruksi piramida bertingkat yang menyerupai dengan kuil-kuil suku Maya di Amerika Tengah, yang juga merupakan pusat dari ubi jalar. Suku memiliki rendemen yang tinggi dengan kandungan pati tinggi (total padatan kering >35%) dan sangat cocok untuk bahan pangan ataupun bahan baku proses produk pertanian sehingga dapat dibuat tepung (Tjintokohadi dkk., 2001).

Tanaman ubi klon ini memiliki karakteristik semi kompak dengan panjang antara 75-150 cm, tidak memiliki umbi yang kembar pada satu tanaman, tidak memiliki alat kelamin dan daunnya secara umum berbentuk hati. Ubi jenis ini dapat tumbuh dengan stabil pada 3 daerah dengan iklim berbeda, yaitu: Bogor, Lembang dan Malang. Bogor adalah daerah dengan iklim tropis lembab dan keadaan tanah yang kurang subur. Lembang memiliki iklim yang lebih dingin dan berdataran tinggi sedangkan Malang memiliki tanah yang sangat subur. Masa panen yang ideal terjadi pada hari ke-120 setelah penanaman (di dataran rendah) dan hari ke-150 (di dataran tinggi).

Ubi jalar varietas Suku bertipe tanaman kompak, umur panen 4 – 4,5 bulan, warna umbi putih, rasa enak, bahan kering tinggi, warna daging putih, sebagai bahan tepung ubi jalar, cocok ditanam pada lahan tegalan dan sawah. Ubi jalar varietas suku dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ubi Jalar Varietas Suku

Keunggulan dari ubi jalar varietas suku yaitu potensi yang dihasilkan cukup tinggi mencapai 0 ton/ha, kadar protein 1,62 %, pati 31,2 %, vitamin C 19,21 mg/100 g, beta karoten tinggi 36.59 mkg/100 g. Varietas ini agak tahan hama boleng (*Cylas formicarius*), tahan hama penggulung daun, agak tahan penyakit kudis (*Sphaceloma batatas*) dan bercak daun (*Cercospora, sp*). Kehadiran varietas Suku ini dapat sebagai alternatif petani dalam memilih benih ubi jalar. Prospektif dikembangkan oleh industri benih tanaman pangan (Litbang, 1991).

### **2.3. Tepung Ubi Jalar**

Ubi jalar umumnya hanya diolah secara tradisional berupa ubi rebus, ubi merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang memiliki kelebihan ditinjau dari nilai gizinya. Untuk dapat meningkatkan citra ubi jalar sekaligus pemanfaatannya, maka diperlukan upaya untuk mengolah ubi jalar menjadi tepung. Selain memperpanjang umur simpannya, tepung ubi jalar dapat digunakan sebagai bahan baku produk olahan dan dimanfaatkan menjadi bermacam-macam produk pangan.

Teknologi pengolahan umbi-umbian menjadi tepung sangat sederhana dan murah. Dengan teknologi itu, usaha skala kecil-menengah mampu menghasilkan



tepung dengan kualitas yang tidak kalah bagus dibandingkan tepung terigu yang diproduksi perusahaan besar. Ubi jalar adalah salah satu pilihan dari sekian banyak jenis umbi, yang untuk tahap awal bisa dijadikan jawaban untuk pemenuhan kebutuhan tepung di Indonesia, serta tepung yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang baik, serta nilai gizinya yang cukup baik (Budijanto, 2008).

Tepung ubi jalar dapat dibuat secara langsung dari ubi jalar yang dihancurkan dan kemudian dikeringkan, tetapi dapat pula dibuat dari gapek ubi jalar yang dihaluskan dan kemudian diayak. Hasil penelitian Hartoyo (1999) menunjukkan bahwa optimasi pengeringan tepung ubi jalar dengan pengeringan oven adalah pada temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  selama 10 jam, sedangkan dengan pengering kabinet adalah pada temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam, dan dengan pengering tipe drum (drum dryer) adalah pada temperatur  $110^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 80 psia dan kecepatan putar 17 rpm. Setelah kering, irisan ini dihancurkan dan diayak sampai menjadi tepung dengan tingkat kehalusan tertentu (80-100 mesh). Tepung ubi jalar dapat digunakan sebagai substitusi 40% tepung terigu (Erliana, 2004).

Pembuatan tepung ubi jalar termodifikasi ini meliputi pembersihan, penghancuran (pengirisan), fermentasi, dan pengeringan sampai kadar air tertentu. Tepung ubi jalar juga memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai sumber karbohidrat, serat pangan, dan beta karoten (Kadarisman dan Sulaeman, 1993). Selain itu tepung ubi jalar mempunyai kandungan gula yang cukup tinggi sehingga dalam pembuatan produk olahan berbahan tepung ubi jalar dapat mengurangi penggunaan gula sebanyak 20% (Nuraini, 2004). Komposisi kandungan gizi tepung ubi jalar tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar

Komposisi	Tepung Ubi Jalar		
	Putih	Merah	Kuning
Air (%bk)	6,40	4,25	4,50
Abu (%bk)	1,78	2,92	2,05
Karbohidrat (%bk)	79,41	65,93	79,36
Protein (%bk)	2,35	2,36	2,85
Lemak (%bk)	0,75	0,76	0,45
Serat Kasar (%bk)	2,45	4,19	3,31
Gula (%bk)	5,23	18,38	5,51

Sumber : Anwar dkk, 1993

Tepung ubi jalar dapat digunakan langsung untuk keperluan sehari-hari seperti membuat kue atau dijual ke pasaran dalam bentuk kemasan. Tepung ubi jalar telah digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan roti, kue-kue, biskuit, dan lainnya. Tepung ini dapat pula digunakan dalam pembuatan bahan makanan campuran untuk anak balita (Marliyati dkk., 1992). Tepung ubi jalar harus memiliki kriteria mutu seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Mutu Tepung Ubi Jalar

Kriteria	Nilai
Kadar air (maksimal)	15 %
Keasaman (maksimal)	4 ml 0,1 N NaOH/100gram
Kadar pati (minimal)	55 %
Kadar serat (maksimal)	3 %
Kadar abu	2 %

Sumber : SNI, 1996.

#### 2.4. Tepung Modifikasi

*Modified Cassava Flour* (MOCAF) adalah produk tepung dari fermentasi ubi kayu yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong dengan cara fermentasi aerobik sehingga menyebabkan perubahan karakteristik terutama

berupa naiknya viskositas (daya rekat), kemampuan gelatinisasi, daya rehidrasi, dan solubiliti (kemampuan melarut) (Emil dan Salim, 2011)

Penggunaan MOCAF dalam bidang makanan telah banyak digunakan dan memberikan hasil yang memuaskan. Seperti penggunaannya dalam industri roti, mie instan, dan produk makanan lainnya sebagai bahan pengganti terigu yang dapat memberikan dampak positif dalam menurunkan biaya produksi. Diantara faktor yang dapat mempengaruhi kondisi fermentasi untuk menghasilkan tepung termodifikasi adalah metode fermentasi yang digunakan dan waktu fermentasi. Secara umum fermentasi dapat dilakukan spontan atau menggunakan kultur murni. (Darti, Setiati dan Intan, 2013).

Teknik fermentasi pada proses produksi mocaf umumnya menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Fermentasi berperan dalam memicu pati singkong menghasilkan asam laktat. Isolat BAL bersifat mesofilik karena tumbuh optimum pada suhu 37°C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 10°C dan 50° C. Menurut Astriani (2014) menyebutkan bahwa BAL mampu menghasilkan enzim amilase dan pululanase sehingga bersifat amilolitik. BAL akan menghidrolisis sebagian pati alami menjadi gula sederhana ataupun oligosakarida lain. Selanjutnya BAL akan memfermentasi gula sederhana tersebut untuk metabolisme dan pertumbuhan BAL. Selain itu, pemanfaatan bakteri asam laktat juga bertujuan agar selama fermentasi, asam laktat dihasilkan secara alami dan mengakibatkan terjadinya linierisasi amilopektin (Jenie, 2012).

Salah satu teknik yang telah diterapkan adalah fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Mikroba yang tumbuh menghasilkan enzim-enzim pektinolitik

dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa, sehingga terjadi pembebasan granula pati (Subagio, 2008). Hal ini yang akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan.

## **2.5. Fermentasi**

Fermentasi merupakan teknik konversi biologis substrat kompleks menjadi senyawa sederhana dengan berbagai mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan kapang. Senyawa-senyawa yang dihasilkan pada fermentasi selain metabolit primer juga beberapa senyawa tambahan, seperti karbon dioksida, H<sub>2</sub>O, asam-asam organik dan alkohol, antibiotik, protein sel tunggal (PST), serta enzim (Balakrishnan dan Pandey, 1996 ; Machado *et al*, 2004 ; Robinson *et al.*, 2001).

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Menurut Winarno (1984), terjadinya proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat pangan sebagai akibat pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut. Fermentasi pada dasarnya merupakan suatu proses enzimatik dimana enzim yang bekerja mungkin sudah dalam keadaan terisolasi yaitu dipisahkan dari selnya atau masih dalam keadaan terikat di dalam sel. Pada beberapa proses fermentasi yang menggunakan sel mikroba, reaksi enzim mungkin terjadi sepenuhnya di dalam sel mikroba karena enzim yang bekerja bersifat intraseluler. Pada proses lainnya reaksi enzim terjadi di luar sel karena enzim yang bekerja bersifat ekstraseluler (Fardiaz, 1988).

### **2.5.1. Tipe Fermentasi**

Secara komersial fermentasi dapat diklasifikasikan, yaitu fermentasi padat dan Fermentasi terendam. Pada fermentasi padat, mikroorganisme tumbuh pada

padatan yang sedikit lembab dengan sedikit kandungan air bebas, seperti pada fermentasi biji kakao, pembuatan gari dengan menggunakan bahan baku singkong, fermentasi tempe dan pada saat sekarang telah dioperasikan oleh industri besar. Sedangkan fermentasi terendam merupakan fermentasi yang menggunakan substrat terlarut, seperti larutan gula, atau substrat padat yang terendam atau tersuspensi di dalam air dalam bentuk bubur (*slurry*) (Chisti, Y., 1999).

Fermentasi media padat ini sering disebut sebagai proses “koji”. Koji merupakan konsentrat enzim amilase, protease, dan enzim-enzim lainnya yang diperoleh dengan cara membiakan galur khusus kapang *Aspergillus oryzae* pada beras yang telah dikukus. Fermentasi media padat mempunyai beberapa kelebihan, antara lain operasinya sederhana, kontaminasi bukan masalah penting, bahan untuk media atau substrat mudah diperoleh dan relatif murah harganya. Sedangkan kelemahannya antara lain memerlukan ruang yang luas, membutuhkan banyak tenaga kerja, sulit mengatur komposisi komponen-komponen media dan meniadakan komponen berpengaruh negatif terhadap proses fermentasi dan sulit mengatur kondisi lingkungan fermentasi (Rahman, 1992).

Menurut Astawan (1989) fermentasi media padat adalah suatu jenis fermentasi dimana terjadi proses degradasi komponen kimia padat oleh mikroba yang ditandai dengan tidak adanya air bebas dalam sistem fermentasi tersebut.

Fermentasi terendam digunakan untuk produksi pickel sayuran, yoghurt, brewing beer, anggur dan lainnya. Kelebihan dari fermentasi terendam yaitu jenis dan konsentrasi komponen-komponen medium dapat diatur sesuai yang diinginkan, dapat memberikan kondisi yang optimum untuk pertumbuhan, dan pemakaian

medium lebih efisien. Fermentasi padat dan substrat terendam dapat dibagi lagi menjadi fermentasi aerobik dan anaerobik. Contoh fermentasi aerobik, yaitu produksi asam sitrat dengan menggunakan *Aspergillus niger*, sedangkan contoh fermentasi substrat terendam secara anaerobik, yaitu dalam produksi yoghurt. Proses fermentasi mungkin hanya menggunakan satu spesies mikroorganisme yang memberikan pengaruh pada perubahan kimia substrat. Substrat sebelum digunakan harus disterilkan untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan pada fermentasi. Fermentasi bahan makanan kadang kala tidak steril karena dibutuhkan partisipasi dari mikroorganisme lain yang bekerja secara simultan yang memberikan pengaruh terhadap rasa, aroma dan tekstur (Chisti, Y., 1999).

Fermentasi juga terbagi menjadi dua tipe berdasarkan tipe kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, di mana organisme itu berada. Dan Tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen.

### **2.5.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi**

Proses fermentasi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti suhu, pH, komposisi medium fermentasi, oksigen terlarut, CO<sub>2</sub> terlarut, sistem operasional (batch atau kontinyu), umpan dengan pre-cursor, pencampuran (siklus melalui lingkungan bervariasi), dan tegangan geser (shear rate) dalam fermentor. Variasi dari faktor-faktor di atas mungkin memberikan pengaruh pada laju fermentasi, yield produk yang dihasilkan, sifat organoleptik dari produk, seperti kenampakan, bau,

tekstur dan rasa, toksin yang dihasilkan dengan kadar yang tinggi, kualitas nutrisi dan sifat fisika-kimia produk (Chisti, Y., 1999).

Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi :

a) Keasaman

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya tahan awet dari asam tersebut akan hilang. Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan bakteri. Kondisi keasaman yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 3,5 - 5,5.

b) Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Pembuatan makanan dengan cara fermentasi di Indonesia pada umumnya tidak menggunakan kultur murni sebagai contoh misalnya ragi pasar mengandung beberapa ragi diantaranya *Saccharomyces cerevisiae* yang dicampur dengan tepung beras dan dikeringkan. Kultur murni biasa digunakan dalam fermentasi misalnya untuk pembuatan anggur, bir, keju, sosis, dan lainlainnya.

c) Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Setiap mikroorganisme memiliki suhu maksimal, suhu minimal dan suhu optima pertumbuhan. Suhu pertumbuhan optimal adalah suhu yang memberikan pertumbuhan terbaik dan perbanyakkan diri tercepat.

#### d) Oksigen

Oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu, ragi yang menghasilkan alkohol dari gula lebih baik dalam kondisi anaerobik. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru dan untuk proses fermentasi.

#### e) Substrat dan Nutrien

Mikroorganisme memerlukan substrat dan nutrien yang berfungsi untuk menyediakan :

- Energi, biasanya diperoleh dari substansi yang mengandung karbon, yang salah satu sumbernya adalah gula.
- Nitrogen, sebagian besar mikroba yang digunakan dalam fermentasi berupa senyawa organik maupun anorganik sebagai sumber nitrogen. Salah satu contoh sumber nitrogen yang dapat digunakan adalah urea.
- Mineral, yang diperlukan mikroorganisme salah satunya adalah fosfat yang dapat diambil dari pupuk TSP.
- Vitamin, sebagian besar sumber karbon dan nitrogen alami mengandung semua atau beberapa vitamin yang dibutuhkan.

Formulasi dari medium fermentasi akan mempengaruhi yield yang dihasilkan, laju pembentukan produk dan profil produk yang dihasilkan. Medium harus cukup mengandung sumber karbon, nitrogen, trace element, dan mikronutrisi yaitu vitamin yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.



### 2.5.3 Mekanisme Fermentasi

Salah satu substrat utama yang dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat, karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati berupa gula sederhana, heksosa, pentosa, pati, pektin, selulosa dan lignin. Pada umumnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida merupakan suatu molekul yang dapat terdiri dari lima atau enam atom carbon (C), oligosakarida merupakan polimer dari 2–10 monosakarida, dan polisakarida merupakan polimer yang terdiri lebih dari 10 monomer monosakarida. Salah satu jenis polisakarida adalah pati yang banyak terdapat dalam sereal dan umbi–umbian. Selama proses pematangan, kandungan pati berubah menjadi gula-gula pereduksi yang akan menimbulkan rasa manis (Winarno, 2002).

Mekanisme fermentasi alkohol, dimulai dengan glikosis yang menghasilkan asam piruvat. Reaksi ini tidak ada oksigen, sehingga asam piruvat diubah menjadi asam laktat, yang mengakibatkan elektron tidak meneruskan perjalanannya sehingga tidak lagi menerima eletron dari Nikotinamida Adenina Dinukleotida Hydrogen (NADH) dan Flavin Adenina Dinukleotida (FAD). Berarti NADH yang diperlukan dalam siklus Krebs juga tidak terbentuk, akibatnya siklus krebs terhenti. Tetapi NADH di luar mitokondria dapat dibentuk dari NADH melalui proses pembentukan asam laktat dari asam piruvat. Asam laktat adalah zat kimia yang merugikan karena bersifat racun. Pada fermentasi alkohol dihasilkan 2 ATP, 2NADH, 2 CO<sub>2</sub> dan 2 Alkohol/etanol (Pratiwi, 2006).

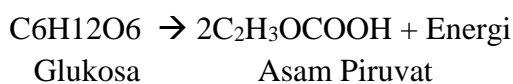
Demikian juga perubahan alkohol menjadi asam laktat oleh bakteri aerob termasuk juga dalam jenis fermentasi.



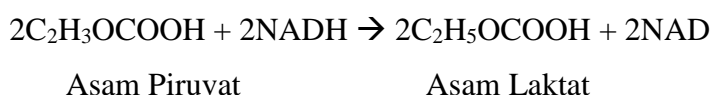
Asam laktat dihasilkan melalui glikolisis anaerob (pada manusia dan hewan) serta melalui fermentasi (pada mikroorganisme). Pada kedua proses tersebut, asam laktat diproduksi dari piruvat dengan bantuan enzim laktat dehidrogenase. Saat konversi piruvat menjadi L-asam laktat akan terjadi juga oksidasi satu molekul NADH menjadi NAD<sup>+</sup>, selanjutnya NAD<sup>+</sup> ini akan digunakan kembali dalam proses glikolisis sehingga proses tersebut dapat berlangsung terus menerus (Komaria, 2013).

Fermentasi asam laktat telah banyak dipelajari oleh peneliti terdahulu dengan menggunakan berbagai jenis mikroorganisme, sumber karbon, sumber nitrogen, dan kondisi operasi (pH, suhu, volume dan konsentrasi inokulum). Jenis mikroorganisme yang menghasilkan asam laktat adalah bakteri (*Lactobacillus*, *streptococcus* dan *Pediococcus*) dan jamur (*Rhizopus*). Produksi asam laktat secara fermentasi dilakukan melalui jalur sebagai berikut:

(1) Proses glikolisis



(2) Dehidrogenasi Asam Piruvat



Fermentasi asam laktat berlangsung ditandai dengan timbulnya gas dan meningkatnya jumlah asam laktat yang diikuti dengan penurunan pH. Sifat bakteri

laktat tumbuh pada pH 3-8 serta mampu memfermentasi monosakarida dan disakarida sehingga menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat memfermentasi gula melalui jalur-jalur yang berbeda sehingga dikenal sebagai homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif memecah gula terutama menjadi asam laktat. Berbagai media fermentasi telah dikembangkan untuk menghasilkan formulasi media fermentasi yang tepat untuk suatu proses fermentasi skala kecil lebih murah dilakukan dengan penggunaan senyawa-senyawa murni. Asam laktat disintesis ketika mikroba dalam fase logaritmik. Sebab pada fase logaritmik sel-sel bakteri akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimum sehingga menghasilkan asam laktat yang tinggi (Komaria, 2013).

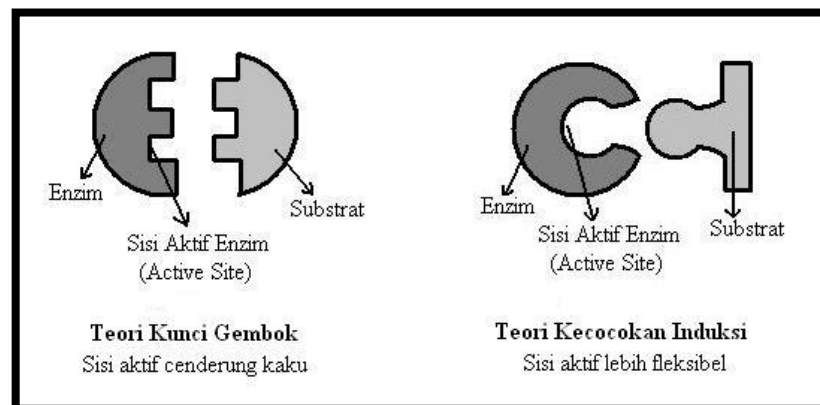
## **2.6. Enzim**

Enzim adalah biokatalisator yang mempercepat laju reaksi kimia dalam tubuh, dengan menurunkan energi aktivasi reaksi. Fungsi suatu enzim ialah sebagai katalis untuk proses biokimia yang terjadi dalam sel maupun di luar sel. Suatu enzim dapat mempercepat reaksi  $10^8$  sampai  $10^{11}$  kali lebih cepat dibandingkan reaksi yang dilakukan tanpa katalis, selain itu enzim dapat menurunkan energi aktivasi suatu reaksi kimia. Reaksi kimia ada yang membutuhkan energi (reaksi endergonik) dan ada pula yang menghasilkan energi atau mengeluarkan energi (Poedjiadi, 2005).

Suatu enzim bekerja secara khas terhadap suatu substrat tertentu, kekhasan inilah ciri suatu enzim, enzim sangat berbeda dengan katalis lain (bukan enzim) yang dapat bekerja terhadap berbagai macam reaksi. Untuk dapat bekerja terhadap suatu zat atau substrat harus ada hubungan atau kontak antara enzim dan substrat.

Oleh karena itu tidak seluruh bagian enzim dapat berhubungan dengan substrat, hubungan antara substrat dan enzim hanya terjadi pada bagian atau tempat tertentu saja. Tempat atau bagian enzim yang mengadakan hubungan atau kontak dengan substrat dinamai bagian aktif (*Active site*). Hubungan hanya mungkin terjadi apabila bagian aktif mempunyai ruang yang tepat dapat menampung substrat, apabila substrat mempunyai bentuk atau kondormasi lain, maka tidak dapat ditampung pada bagian aktif suatu enzim, dalam hal ini enzim tidak dapat berfungsi terhadap substrat. Hal ini yang menyebabkan setiap enzim mempunyai kekhasan terhadap substrat tertentu. Hubungan atau kontak antara enzim dengan substrat menyebabkan terjadinya kompleks enzim-substrat (Poedjiadi, 2005).

Enzim bekerja dengan dua cara, yaitu menurut Teori Kunci-Gembok (*Lock and Key Theory*) dan Teori Kecocokan Induksi (*Induced Fit Theory*). Menurut teori kunci-gembok, terjadinya reaksi antara substrat dengan enzim karena adanya kesesuaian bentuk ruang antara substrat dengan situs aktif (*active site*) dari enzim, sehingga sisi aktif enzim cenderung kaku. Substrat berperan sebagai kunci masuk ke dalam situs aktif, yang berperan sebagai gembok, sehingga terjadi kompleks enzim-substrat. Substrat tersebut kemudian diubah menjadi produk tertentu, produk inilah yang kemudian dilepaskan dari sisi aktif enzim untuk kemudian enzim siap menerima substrat baru. Pada saat ikatan kompleks enzim-substrat terputus, produk hasil reaksi akan dilepas dan enzim akan kembali pada konfigurasi semula. Mekanisme kerja enzim berdasarkan teori kunci gembok dan teori kecocokan induksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Kerja Enzim

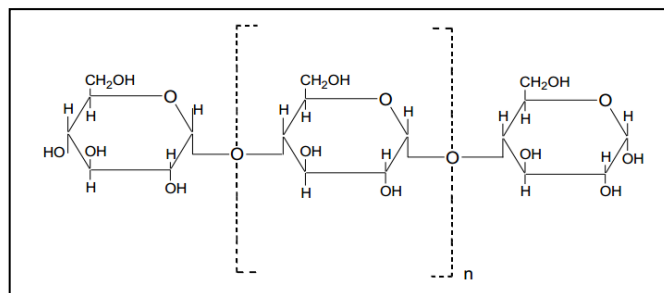
Menurut teori kecocokan induksi reaksi antara enzim dengan substrat berlangsung karena adanya induksi substrat terhadap situs aktif enzim sedemikian rupa sehingga keduanya merupakan struktur yang komplemen atau saling melengkapi, menurut teori ini situs aktif tidak bersifat kaku, tetapi lebih fleksibel. Molekul enzim mempunyai sisi aktif tempat menempelnya substrat sehingga terbentuklah molekul kompleks enzim-substrat. Pengikatan substrat menginduksi penyesuaian pada enzim sehingga meningkatkan kecocokan antara keduanya dan mendorong moleku; kompleks enzim-enzim substrat ada dalam kondisi yang lebih reaktif.

## 2.7. Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Granula pati mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat inilah yang disebut *birefringent*. Pada saat granula mulai pecah, sifat *birefringent* ini akan menghilang. Granula pati terdiri dari dua fraksi yang

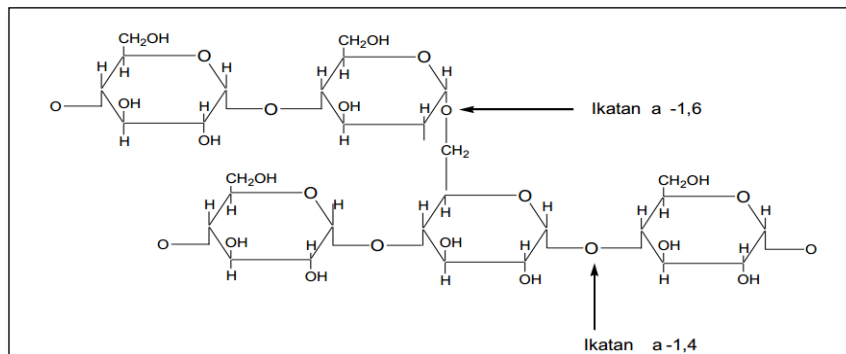
dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin (Winarno, 2002).

Amilosa merupakan rantai lurus yang terdiri dari molekul-molekul glukosa yang berikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa. Panjang polimer dipengaruhi oleh sumber pati dan akan mempengaruhi berat molekul amilosa. Pada umumnya amilosa dari umbi-umbian mempunyai berat molekul yang lebih besar dibandingkan dengan berat molekul amilosa sereal, dengan rantai polimer lebih panjang daripada rantai polimer amilosa sereal (Moorthy, 2004). Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur rantai linier molekul amilosa (Kusnandar, 2010).

Pada dasarnya, struktur amilopektin sama seperti amilosa, yaitu terdiri dari rantai pendek  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dalam jumlah yang besar. Perbedaannya ada pada tingkat percabangan yang tinggi dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa dan bobot molekul yang besar. Amilopektin juga dapat membentuk kristal, tetapi tidak seaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal (Taggart, 2004). Struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Amilopektin (Kusnandar, 2010)

Pati dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih kecil, yaitu dengan memotong ikatan glikosidiknya. Salah satu enzim yang dapat memotong ikatan tersebut adalah enzim  $\alpha$ -amilase ( $\alpha$ -1,4 glukanhidrolase),  $\alpha$ -amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber, diantaranya dari *malt (barley)*, air liur manusia, pankreas, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis* (Reilly, 1985 dan Novo, 2000).

Salah satu enzim yang berperan dalam menghidrolisis pati menjadi glukosa adalah enzim amilase. Berdasarkan kemampuan hidrolitiknya, enzim amilase dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu  $\alpha$ -amilase yang mampu menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik dan glukoamilase yang mampu menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,6-glikosidik. Berdasarkan letak pemotongan ikatan, enzim amilase dikelompokkan menjadi tiga yaitu *exospliting*, *endospliting*, dan *debranching* (Pandey *et al.*, 2000; Moo Young, 1985). Secara umum, amilase dibedakan menjadi tiga berdasarkan hasil pemecahan dan letak ikatan yang dipecah, yaitu  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan glukoamilase (Richana, 2000 dalam Saidin, 2008).

Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan endo enzim yang berfungsi memutuskan ikatan  $\alpha$ -1,4 secara acak dibagian dalam molekul, baik pada amilosa maupun amilopektin.

Sifat dan mekanisme kerja enzim  $\alpha$ -amilase tergantung pada sumbernya, namun secara umum pemotongan ikatan dimulai dari bagian tengah sehingga menurunkan kemampuan pati mengikat zat warna iodium. Mekanisme pemotongan ikatan  $\alpha$ -1,4 pada molekul amilosa oleh  $\alpha$ -amilase dilakukan dalam 2 tahap, yaitu :

- a. Amilosa didegradasi menjadi maltosa dan maltotriosa, proses tersebut terjadi secara acak dan cepat yang diikuti dengan penurunan viskositas larutan pati secara drastis.
- b. Maltotriosa di degradasi menjadi maltosa dan glukosa, dimana prosesnya berlangsung sangat lambat dan tidak terjadi secara acak.

Pemotongan ikatan  $\alpha$ -1,4 pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa, dan beberapa jenis  $\alpha$ -limit dekstrin, yaitu oligosakarida yang terdiri dari empat atau lebih residu gula yang semuanya mengandung ikatan  $\alpha$ -1,6 (Whistler *et al.*, 1984 dan Winarno, 1983).

Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan enzim amilase *endospliting* yang memutuskan ikatan glikosidik pada bagian dalam rantai pati secara acak baik pada molekul amilosa dan amilopektin. Enzim  $\alpha$ -amilase hanya spesifik untuk memutuskan atau menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik tetapi mampu melewati titik percabangan (ikatan  $\alpha$ -1,6-glikosidik) untuk memutuskan ikatan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik diseberrangnya sehingga menghasilkan isomaltosa. Hasil hidrolisis pati dan glikogen oleh  $\alpha$ -amilase adalah oligosakarida (maltodekstrin), maltosa, dan dekstrin. Dekstrin tersebut kemudian dipotong-potong lagi menjadi campuran antara glukosa, maltosa, maltotriosa, dan ikatan lain yang lebih panjang. Enzim  $\alpha$ -amilase umumnya diisolasi dari *Bacillus amyloquefaciens*, *B. licheniformis*,



*Aspergillus oryzae*, dan *Aspergillus niger* (Sivaramakrishnan *et al.*, 2006; Kunamneni *et al.*, 2005; Melliawati dkk., 2006 dalam Saidin, 2008).

Enzim glukoamilase memecah ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosida pada pati secara berturut-turut dari ujung rantai non reduksi menghasilkan  $\beta$ -D-glukosa, sedang  $\alpha$ -amilase memecah ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosida secara acak (Bernfeld, 1955). Menurut Kombong (2004), pH optimum aktivitas enzim glukoamilase, yaitu 4,0-5,0 dan suhu optimum 40°C. Enzim glukoamilase atau amiloglukosidase merupakan enzim ekstraselular yang mampu menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4 pada rantai amilosa, amilopektin, glikogen, dan pullulan. Enzim glukoamilase juga dapat menyerang ikatan  $\alpha$ -1,6 pada titik percabangan, walaupun dengan laju yang lebih rendah. Hal ini berarti bahwa pati dapat diuraikan secara sempurna menjadi glukosa (Josson *et al.*, 1992; Soebiyanto, 1986; Melliawati dkk., 2006 dalam Saidin, 2008).

Sakarifikasi hasil likuifikasi pati, baik secara enzimatik maupun asam dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai enzim, baik enzim tunggal maupun enzim campuran. Jenis enzim tunggal yang banyak digunakan adalah enzim amiloglukosidase (AMG), sedangkan enzim campuran adalah dextrozyme, yang merupakan campuran antara pullulanase dan AMG.

Amiloglukosidase atau glukoaminase adalah enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis maltosa dan maltotriosa menjadi glukosa. Enzim ini melakukan pemecahan maltosa dan maltotriosa dari luar dan melepaskan unit-unit glukosa secara teratur dari ujung non reduksi polimer-polimer pati. Sedangkan pullulanase adalah enzim yang berfungsi menghidrolisis atau memotong ikatan cabang  $\alpha$ -1,6 dari molekul amilopektin menjadi maltotriosa dan dekstrin linier.

## 2.8. Koji

Koji adalah konsentrat enzim amilase, protease dan enzim-enzim lainnya yang diperoleh dengan cara membiakan galur khusus kapang atau bakteri pada beras yang telah dikukus. Koji dibuat baik dari beras maupun barley yang direndam dalam air selama 17 jam pada suhu 25°C. Selanjutnya beras tersebut dikukus selama 70 menit, didinginkan kemudian diinokulasi dengan campuran galur-galur mikroorganisme yang akan dibuat koji, seperti *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis*. Beras yang telah diinokulasi ditebarkan di atas wadah yang terbuat dari bambu. Selama pertumbuhan mikroorganisme, suhu harus dikontrol dan pertumbuhan mikroorganisme dibiarkan berlangsung sampai semua butir beras ditumbuhi oleh sel mikroorganisme yang diperlukan untuk fermentasi (Rahman, 1992).

Enzim amilase dan mikroorganisme penghasil enzim  $\alpha$ -amilase terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, dan mikroba.  $\alpha$ -amilase murni dapat diperoleh dari berbagai sumber, misalnya dari *malt (barley)*, ludah manusia dan pankreas, serta dapat diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* (Winarno, 1983).

Proses koji merupakan fermentasi tradisional yang menggunakan substrat padat dan digolongkan sebagai fermentasi permukaan (Manfaati, 2012). Koji merupakan kumpulan jamur sebagai sumber enzim hidrolitik seperti enzim amilase, protease dan lipase. Proses fermentasi koji merupakan proses pencampuran kedelai, gandum, dan starter dalam jumlah tertentu. Kedelai dan gandum yang telah dicampur dengan perbandingan 5:5 persen sampai 6:4 persen ditambahkan 0,2-0,3 persen starter *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus sojae*

kemudian diinkubasikan selama tiga hari (Huang dan Teng, 2004). Hampir sebagian starter merupakan campuran dari khamir, kapang dan bakteri, tetapi untuk beberapa tujuan telah digunakan kultur murni (Muchtadi, 1989).

Inkubasi koji sempurna setelah tiga hari, menurut Andesta (1987), perlakuan lama inkubasi koji tiga hari menghasilkan kandungan asam nitrogen dan total nitrogen terbesar, selama masa fermentasi koji, fermentasi bahan memberikan kelunakan, kemanisan, dan bau apek (jamuran) dimana pertumbuhan kapang memenuhi seluruh permukaan hamparan kedelai, waktu fermentasi merupakan faktor penting dalam fermentasi koji. Penggunaan beberapa Enzim dari Mikroba dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penggunaan Beberapa Enzim dari Mikroba.

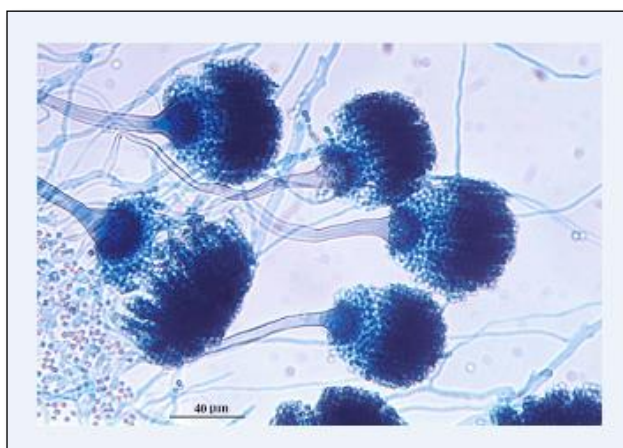
<b>Nama Mikroba</b>	<b>Jenis Enzim Utama</b>	<b>Penggunaan dalam Pengolahan</b>
<i>Bacillus subtilis</i>	Karbohidrase	- sirup coklat (viskositas) - sereal pra tanak (modifikasi pati)
	Protease	- bir (penjernih) - hidrolisat protein
<i>Aspergillus oryzae</i>	Karbohidrase	- sirup konversi - sari buah (penjernihan) - sirup coklat (viskositas)
	Protease	- pengempukan daging
<i>Aspergillus niger</i>	Karbohidrase	- produksi alcohol
	Selulase	- konsentrat kopi (viskositas)
	Glukosa oksidase	- pengeringan telur
	Katalase pectinase	- sari buah/wine
	Lipase	- keju

Sumber : Beckhorn *et al.*, 1965 dalam Winarno, 1983

Selama proses fermentasi koji dilakukan pengadukan secara berkala agar pertumbuhan kapang merata. Fermentasi koji berlangsung selama 2-3 hari. Apabila fermentasi terlalu cepat, maka keaktifan enzim yang dihasilkan oleh kapang belum mencapai maksimum sehingga tidak akan menghasilkan komponen yang dapat menimbulkan reaksi penting, sebaliknya makin lama waktu fermentasi semakin banyak spora dan amonia yang dihasilkan sehingga diduga menjadi *offflavor* (Amalia,2008).

### **2.9. *Aspergillus oryzae***

*Aspergillus oryzae* merupakan jamur berfilamen probiotik yang biasa digunakan dalam proses fermentasi kedelai, beras, gandum dan kentang. Hal ini digunakan untuk membuat makanan Asia fermentasi tertentu seperti kecap, tempe, miso, sake, cuka beras , dan sebagainya. Proses fermentasi ini menghasilkan enzim yang dikenal bermanfaat bagi manusia dan hewan. Secara khusus, *Aspergillus oryzae* menghasilkan enzim amilase, enzim penting bagi usus yang sehat dan pencernaan yang baik. Jamur *Aspergillus oryzae* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Aspergillus oryzae* (Wahyu, 2015).

Jamur *Aspergillus oryzae* hidup sebagai saprofit atau parasit dengan masa berbentuk benang atau *filamen*, multiseluler, bercabang-cabang, dan tidak berklorofil. Masing-masing benang disebut hifa, dan kumpulan hifa disebut miselium. Miselium *Aspergillus oryzae* bersekat-sekat. Koloni yang sudah menghasilkan spora warnanya menjadi coklat kekuning-kuningan, kehijauhijauan, atau kehitam-hitaman, miselium yang semula berwarna putih sudah tidak tampak lagi (Suriawiria, 1986). Menurut Raper dan Fennel (1977), taksonomi jamur *Aspergillus oryzae* yaitu :

Divisi	: Eumycophyta
Kelas	: Deuteromycetes
Bangsa	: Moniliales
Suku	: Moniliaceae
Marga	: <i>Aspergillus</i>
Jenis	: <i>Aspergillus oryzae</i>

Perkembangbiakkan secara vegetatif dilakukan dengan konidia, sedangkan pembiakkan secara generatif dilakukan dengan spora yang terbentuk dalam askus. Beberapa askus terdapat di dalam suatu tubuh buah. Pada umumnya *askus* itu suatu ujung hifa yang mengandung 4 atau 8 buah spora. Kegunaan dari jamur *Aspergillus oryzae* adalah dalam pembuatan minuman, etanol, dan kecap (Dwidjoseputro, 1990).

*Aspergillus oryzae* termasuk kedalam kapang bersepta, tidak menghasilkan spora seksual, konidiofor terletak bebas dan tumbuh ireguler, miselium bersih dan tidak berwarna serta bercabang (Frazier dan Westhoff, 1988). Pertumbuhannya

memerlukan kondisi aerobik, suhu optimum 35-37°C, pH optimum 4-6,5, substrat terutama karbohidrat dan kadar air harus tinggi (Suwaryono dan Ismeini, 1988) Menurut Crus dan Park (1982), *Aspergillus oryzae* dikenal sebagai jamur yang paling banyak menghasilkan enzim. Jamur ini mempunyai kelebihan dibanding mikrobia yang lain, antara lain bahwa enzim yang dihasilkan telah dimanfaatkan secara luas pada proses pengolahan pangan dan telah berstatus GRAS (*Generally Recognized as Safe*) dan enzim yang dihasilkan bersifat ekstraselular. Azmi (2006) melaporkan kadar pati biji nangka 2% menghasilkan enzim amilase tertinggi oleh *Aspergillus oryzae*. Rosita (2008) mendapatkan *Aspergillus oryzae* yang ditumbuhkan pada substrat onggok menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase dengan kadar masing-masing berturut-turut sebesar 385,14 U/ml dan 222,65 U/ml.

## **2.10. Mie Kering**

Mie adalah salah satu bentuk makanan pokok yang cukup diminati oleh masyarakat Indonesia sebagai contoh mie kering dan mie instant yang sering dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia khususnya yang tinggal di wilayah perkotaan, yang mempunyai jadwal atau aktifitas yang padat. Mereka memilih mie kering dan mie instant karena dapat dijadikan makanan alternatif pengganti nasi (Astawan, 2001).

Berbagai jenis mie telah dikenal oleh masyarakat, selain mie instan, jenis mie yang dikenal cukup luas adalah mie segar (mie mentah), mie basah, mie kering, dan mie telur. Meskipun tampak beragam, tahap awal pembuatan mie ini serupa, yakni melalui tahap pengadukan, pencetakan lembaran (sheeting), dan pemotongan

(cutting). Berdasarkan komposisi bahan (*ingredient*), tingkat atau cara pemasakan lanjutan dan tingkat pengeringannya, maka mie dapat dikategorikan ke dalam kelompok mie tertentu, yaitu:

1. Mie Segar sering juga disebut mie mentah. Jenis ini biasanya tidak mengalami proses tambahan setelah benang mie dipotong. Mie segar umumnya memiliki kadar air sekitar 35%, yang menyebabkan mie ini bersifat lebih mudah rusak. Namun jika penyimpanannya dilakukan di dalam refrigerator, mie segar dapat bertahan hingga 50-60 jam dan warnanya akan menjadi gelap bila melebihi waktu simpan tersebut. Mie ini biasanya dibuat dari tepung terigu jenis keras (*hard wheat*), agar dapat ditangani dengan mudah dalam keadaan basah.
2. Mie Basah adalah jenis mie yang mengalami proses perebusan setelah tahap pemotongan. Kadar air mie basah dapat mencapai 52%, sehingga daya simpannya relatif singkat (40 jam pada suhu kamar). Di Cina, mie basah biasa dibuat dari terigu jenis lunak dan ditambahkan *Kan-sui* (larutan alkali yang tersusun oleh garam natrium dan kalium karbonat). Garam karbonat ini membuat adonan bersifat alkali yang menghasilkan mie yang kuat dengan warna kuning yang cerah. Warna tersebut muncul akibat adanya pigmen flavonoid yang berwarna kuning pada keadaan alkali.
3. Mie kering adalah mie segar yang telah dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 8 - 10%. Pengeringan umumnya dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari atau dengan oven. Karena bersifat kering maka mie ini

mempunyai daya simpan yang relatif panjang dan mudah penanganannya (Astawan, 2001).

4. Mie telur umumnya ditemukan dalam keadaan kering ketika dipasarkan. Namun tidak menutup kemungkinan memasarkan mie telur dalam keadaan basah. Faktor komposisi bahan adalah faktor yang membedakan mie telur ini dengan mie kering maupun mie basah. Dalam pembuatan mie telur biasanya ditambahkan telur segar atau tepung telur pada saat pembuatan adonan.
5. Mie instan seringkali disebut juga sebagai ramen atau ramyeon di luar negeri. Mie ini dibuat dengan menambahkan beberapa proses setelah mie segar diperoleh pada akhir tahap pemotongan. Tahap-tahap tambahan tersebut adalah pengukusan, pembentukan (forming, per porsi), dan pengeringan. Mie instan dengan kadar air 5-8 % biasanya dikemas bersama dengan bumbunya. Dalam keadaan seperti ini, mie instan memiliki daya simpan yang lama (Bambang, 2010).

Prosedur pembuatan mie secara umum melibatkan proses pencampuran tepung, air, dan berbagai jenis bahan lain ke dalam adonan. Tahapan ini terdiri dari proses pencampuran, kompresi, penyimpanan adonan, pembentukan adonan menjadi lembaran, dan pemotongan adonan menjadi untaian mie.

Proses pencampuran bertujuan untuk mendistribusikan bahan agar terbentuk adonan mie yang bersifat homogen. Air yang digunakan saat pencampuran berguna sebagai media reaksi antara gluten dan karbohidrat (sehingga mie yang dihasilkan dapat mengembang). Jumlah air yang digunakan yaitu sebesar



28-38% dari campuran bahan yang digunakan. Jika lebih dari 38%, maka adonan akan menjadi sangat lengket. Sebaliknya jika kurang dari 28%, maka adonan akan menjadi rapuh sehingga sulit untuk dicetak. Waktu pengadukan yang baik yaitu sekitar 15-25 menit pada temperatur 25-40<sup>0</sup>C. Hal ini perlu diperhatikan untuk menjaga sifat adonan agar tidak terlalu lengket maupun terlalu rapuh (Astawan, 1999).

Kompresi adalah tahap dimana adonan mie dilewatkan melalui *roller* baja. Selama tahap ini, meskipun tampilan visual adonan sudah terlihat merata, namun sebenarnya pengembangan adonan masih belum sempurna. Proses selanjutnya dilakukan dengan menyimpan adonan dalam wadah yang tertutup selama waktu yang telah ditetapkan (*dough resting*). Proses ini sangat bermanfaat dilakukan sebelum proses *sheeting* untuk menghasilkan lembaran yang lebih halus. Hal ini dapat terjadi karena proses ini membantu meningkatkan gelatinisasi pati dan membantu mengembangkan gluten dalam tepung. Proses pengistirahatan adonan yang cukup akan menghasilkan kualitas mie yang baik saat dimakan (tidak lembek) (Moss *et al.*,1987).

Pembentukan adonan menjadi lembaran (*sheeting*) dilakukan dengan melewati adonan beberapa kali ke dalam *roller* yang mengalami proses penyempitan secara terus menerus. Fungsi tahap ini adalah untuk menghasilkan mie dengan ketebalan yang sama dan membantu mengembangnya gluten agar lebih merata. Selama proses penyempitan roller baja, gluten mengembang secara sempurna. Terakhir adalah proses pemotongan adonan mie, dimana lembaran adonan dilewatkan ke dalam sepasang celah yang akan membentuk untaian mie

dengan ukuran yang diinginkan. Ukuran yang dihasilkan biasanya berkisar 0,6-6 mm.

Kualitas mie digambarkan dengan sifat visual mie sebelum dan sesudah dimasak. Kualitas mie yang sudah dimasak dan layak makan dinilai dari tidak terjadinya perubahan warna, permukaan mengkilap, dan juga memiliki tingkat transparansi tinggi (warna tidak buram). Untuk mie yang sudah dimasak, rasa dan tekstur menjadi batasan kualitas yang penting. Mie harus tetap berada dalam keadaan tidak lembek, kenyal, dan tidak lengket. Mie yang baik memiliki waktu pemasakan yang singkat tanpa kehilangan massa mie (Galvez and Resurrection, 1992). Syarat mutu untuk mie kering dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Syarat mutu SNI 01-2974-1996 untuk mie kering.

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2.	Air	% b/b	Maksimal 8
3.	Protein (N x 6.25)	% b/b	Minimal 11
4.	Bahan tambahan makanan		
4.1	Boraks		Tidak boleh ada sesuai dengan SNI 01-0222-1995
4.2	Pewarna tambahan		
5.	Cemaran Logam		
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 1
5.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 10
5.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40
5.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 0.05
6.	Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 0.5
7.	Cemaran mikroba		
7.1	Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maksimal $10^6$
7.2	E. colli	APM/g	Maksimal 10
7.3	Kapang	Koloni/g	Maksimal $10^4$

Sumber : SNI 01-2974-1996