

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* Linn.) atau dikenal juga dengan istilah ketela rambat merupakan tanaman yang termasuk ke dalam jenis tanaman palawija, dapat berfungsi sebagai pengganti bahan makanan pokok (beras) karena merupakan sumber karbohidrat. Provinsi Jawa Barat merupakan daerah sentra dan penghasil komoditas ubi jalar terbesar di Indonesia (Handawi, 2010).

Pantastico (1986) menyatakan, bahwa pada ubi jalar basah yang berdaging lunak kandungan patinya antara 13-20%, sedangkan pada jenis yang lebih kering, umbinya lebih kompak mengandung 18-25% zat pati. Jenis ubi jalar yang berwarna putih mengandung kadar air yang lebih sedikit daripada yang berwarna merah. Varietas ubi jalar yang berwarna kuning tidak semanis varietas yang berwarna putih tetapi memiliki bau dan rasa serta sifat-sifat yang baik untuk dikonsumsi. Jumlah kandungan gizi ubi jalar dalam 100 g bahan yang dapat dimakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi ubi jalar setiap 100 g bahan yang dapat dimakan

Komponen	Ubi jalar merah	Ubi jalar putih
Air (g)	68,5	68,5
Kalori (kal)	123	123
Protein (g)	1,8	1,8
Lemak (g)	0,7	0,7
Karbohidrat (g)	27,9	27,9
Kalsium (mg)	30	30
Fosfor (mg)	49	49
Zat besi (mg)	0,7	0,7
Vitamin A (IU)	7700	60
Vitamin B1 (mg)	0,09	0,09
Vitamin C (mg)	22	22
Bagian yang dapat dimakan (g)	86	86

Sumber : Rukmana (1997)

Selain mengandung zat gizi yang sangat diperlukan oleh tubuh, ubi jalar juga mengandung zat anti gizi tripsin inhibitor dengan jumlah 0,26 %, 43,6 IU per 100 g ubi jalar segar (Bradbury, 1985). Tripsin inhibitor tersebut akan menutup gugus aktif enzim tripsin sehingga aktivitas enzim tersebut terhambat dan tidak dapat melakukan fungsinya sebagai pemecah protein. Namun demikian, aktivitas tripsin inhibitor tersebut dapat dihilangkan dengan pengolahan sederhana yakni dengan cara pengukusan, perebusan dan pemasakan (Bradbury and Halloway, 1988).

Senyawa lain yang tidak menguntungkan pada ubi jalar adalah senyawa-senyawa penyebab flatulensi. Flatulensi dapat disebabkan oleh senyawa karbohidrat yang tidak tercerna yang difermentasi oleh bakteri tertentu dalam usus sehingga menghasilkan gas H<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Flatulensi disebabkan oleh karbohidrat jenis rafinosa, stakiosa dan verbaskosa (Palmer, 1982).

Produktivitas ubi jalar cukup tinggi dibandingkan dengan padi. Ubi jalar dengan masa panen 4 bulan dapat menghasilkan produk lebih dari 30 ton/ha, tergantung dari bibit, sifat tanah dan pemeliharannya. Walaupun saat ini rata-rata produktivitas ubi jalar nasional baru mencapai 12 ton/ha, tetapi jumlah ini masih lebih besar, daripada produktivitas padi ( $\pm$  4.5 ton/ha). Selain itu, masa tanam ubi jalar juga lebih singkat dibandingkan dengan padi (Jamrianti, 2007).

Karbohidrat yang dikandung ubi jalar masuk dalam klasifikasi *Low Glycemix Index* (LGI, 54), artinya komoditi ini sangat cocok untuk penderita diabetes. Mengonsumsi ubi jalar tidak secara drastis menaikkan gula darah, berbeda halnya dengan sifat karbohidrat dengan LGI tinggi, seperti beras dan jagung. Sebagian besar serat ubi jalar merah merupakan serat larut, yang menyerap kelebihan lemak/kolesterol darah, sehingga kadar lemak/kolesterol dalam darah tetap aman terkendali (Rohidah, 2010).

Konsumsi ubi jalar sebagai pangan, sebagian besar dilakukan dengan cara disantap dari pemasakan ubi segar. Keragaman pangan lainnya dilakukan dengan perubahan bentuk atau penambahan bumbu seperti ubi rebus, ubi goreng, kolak dan keripik. Filipina telah mengembangkan produk olahan ubi jalar menjadi berbagai produk seperti manisan, asinan, *jam*, sari buah dan berbagai jenis minuman pada tingkat komersial. Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

## **2.2. Tepung Ubi Jalar**

### **2.2.1. Cara Pengolahan Tepung**

Tepung ubi jalar adalah sejenis pengolahan yang berguna untuk memperpanjang umur simpan ubi jalar. Selain itu, tepung ubi jalar lebih fleksibel dipergunakan untuk pembuatan berbagai jenis makanan lain. Tepung ubi jalar diperoleh dari ubi jalar kering (gaplek ubi jalar) yang digiling kemudian diayak (Syarief dan Irawati, 1986). Pembuatan tepung ubi jalar dapat dilakukan dengan cara biasa dan dengan cara fermentasi.

Pada cara biasa, pembuatan tepung ubi jalar dalam skala rumah tangga maupun industri kecil dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kering dan cara basah (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

#### **a. Cara Kering**

Ubi jalar yang telah disiapkan dikupas dan dicuci. Kemudian ubi jalar diiris dengan ketebalan 2-5 mm. Ubi jalar yang telah diiris lalu direndam dalam larutan garam dapur 3% selama 5 menit. Setelah itu, irisan ubi jalar dijemur diatas rak penjemuran sampai kering. Setelah kering, ubi digiling dan diayak untuk memperoleh partikel-partikel yang seragam.

#### **b. Cara Basah**

Umbi segar yang akan dibuat menjadi tepung dibersihkan, dikupas, dan dicuci.

Umbi yang ada diparut secara mekanik atau manual. Hasil parutan dipres

sehingga sebagian air keluar lalu hasil parutan dijemur sampai kering. Hasil parutan yang telah kering ditumbuk dengan alu atau digiling dengan menggunakan penggiling mekanik. Setelah itu, hasil gilingan diayak agar didapat ukuran partikelnya seragam.

### **2.2.2. Komposisi dan Sifat- Sifat Tepung**

Tepung ubi jalar mengandung protein 3% (bk=basis kering), lemak 0,6% (bk), karbohidrat 94% (bk), dan abu 2% (bk) (Antarlina, 1994). Tepung ubi jalar ini sangat potensial sebagai bahan baku produk-produk pangan berbasis tepung dan mampu bersaing dari segi kualitas produk yang dihasilkan. Sebagai bahan baku kue kering (*cookies*) dan *cake*, penggunaan tepung ubi jalar dapat mencapai 50–100%. Variasi formula yang digunakan tergantung pada selera pembuat sedangkan cara pembuatannya mengikuti cara pembuatan kue berbahan baku terigu. Penggunaan tepung ubi jalar sebagai bahan baku kue juga menguntungkan karena dapat menghemat kebutuhan gula sampai dengan 20%. Sementara untuk bahan baku roti tawar, mie kering dan mie basah, tepung ubi jalar dapat mengganti/mensubstitusi terigu masing-masing sebesar 10% dan 20% (Heriyanto, *et al.*, 1999).

Untuk meningkatkan kualitas gizi tepung ubi jalar, terutama protein, tepung ubi jalar dapat diperkaya dengan cara mencampurnya dengan berbagai jenis tepung kacang-kacangan, seperti kacang kedelai, kacang tunggak, kacang hijau, kacang komak dan lain-lain (tepung komposit). Kualitas fisik dan kimia tepung komposit ubi jalar sangat tergantung pada perbandingan komposisi antara jumlah dan jenis

kacang-kacangan yang digunakan. Sebagai contoh, tepung komposit ubi jalar dengan kacang hijau (75:25), mengandung protein 9%, lemak 0,55%, dan serat 2,13% (Utomo dan Antarlina, 1998). Kandungan gizi tepung ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi tepung ubi jalar

Parameter ( % )	Tepung ubi jalar		
	Putih	Orange	Ungu
Kadar air	10,99	6,77	7,28
Kadar abu	3,14	4,71	5,31
Protein	4,46	4,42	2,79
Lemak	1,02	0,91	,81
Karbohidrat	84,83	83,19	83,81
Serat	4,44	5,54	4,72

Sumber : Susilawati dan Medikasari, (2008)

Tepung atau pati disusun oleh amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polisakarida yang linier sedangkan amilopektin adalah polisakarida yang bercabang. Setiap jenis pati tertentu disusun oleh kedua fraksi tersebut dalam perbandingan yang berbeda-beda. Pada pati jenis yang rekat (adhesif) amilosa dalam pati berkisar 20-30% (Sudarmadji, 2003).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Granula pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Kedua fraksi tersebut adalah amilosa dan amilopektin. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin (Winarno, 2002). Amilosa memiliki struktur 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 serealia, dengan rantai polimer lebih panjang dari pada rantai polimer amilosa serealia (Moorthy, 2004). Menurut Taggart (2004), amilosa memiliki kemampuan membentuk kristal karena struktur rantai polimernya yang sederhana. Strukturnya yang sederhana ini dapat membentuk interaksi molekular yang kuat. Interaksi ini terjadi pada gugus hidroksil molekul amilosa. Pembentukan ikatan hidrogen ini lebih mudah terjadi pada amilosa dari pada amilopektin. Pada dasarnya, amilopektin sama seperti amilosa dapat membentuk kristal tetapi tidak sereaktif amilosa. Perbedaannya ada pada tingkat percabangan yang tinggi dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa dan bobot molekul yang besar. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal (Taggart, 2004).

Sifat pati mampu mengentalkan dan membentuk gel. Sifat mengentalkan pati ditunjukkan dengan kemampuan pati mencapai viskositas tinggi, yang mampu dibentuk selama pemanasan. Pemberian air pada pati akan terjadi gelatinisasi. Mekanisme gelatinisasi pati terdiri atas tiga tahapan. Tahap pertama, air berpenetrasi secara bolak-balik kedalam granula. Tahap kedua, granula- granula akan mengembang dengan cepat, dan tahap ketiga temperatur naik maka molekul- molekul pati akan terdifusi dari granula.

Pati ubi jalar memiliki sifat (viskositas dan karakteristik lain) diantara pati kentang dan pati jagung atau pati tapioka. Granula pati ubi jalar berdiameter 2-25  $\mu\text{m}$ . Granula pati ubi jalar berbentuk polygonal dengan kandungan amilosa dan amilopektin berturut-turut adalah 20% dan 80% (Swinkels, 1985). Pati ubi jalar memiliki derajat pembengkakan 20-27 ml/g, kelarutan 15-35%, dan tergelatinisasi pada suhu 75-88°C untuk granula berukuran kecil (Moorthy, 2000).

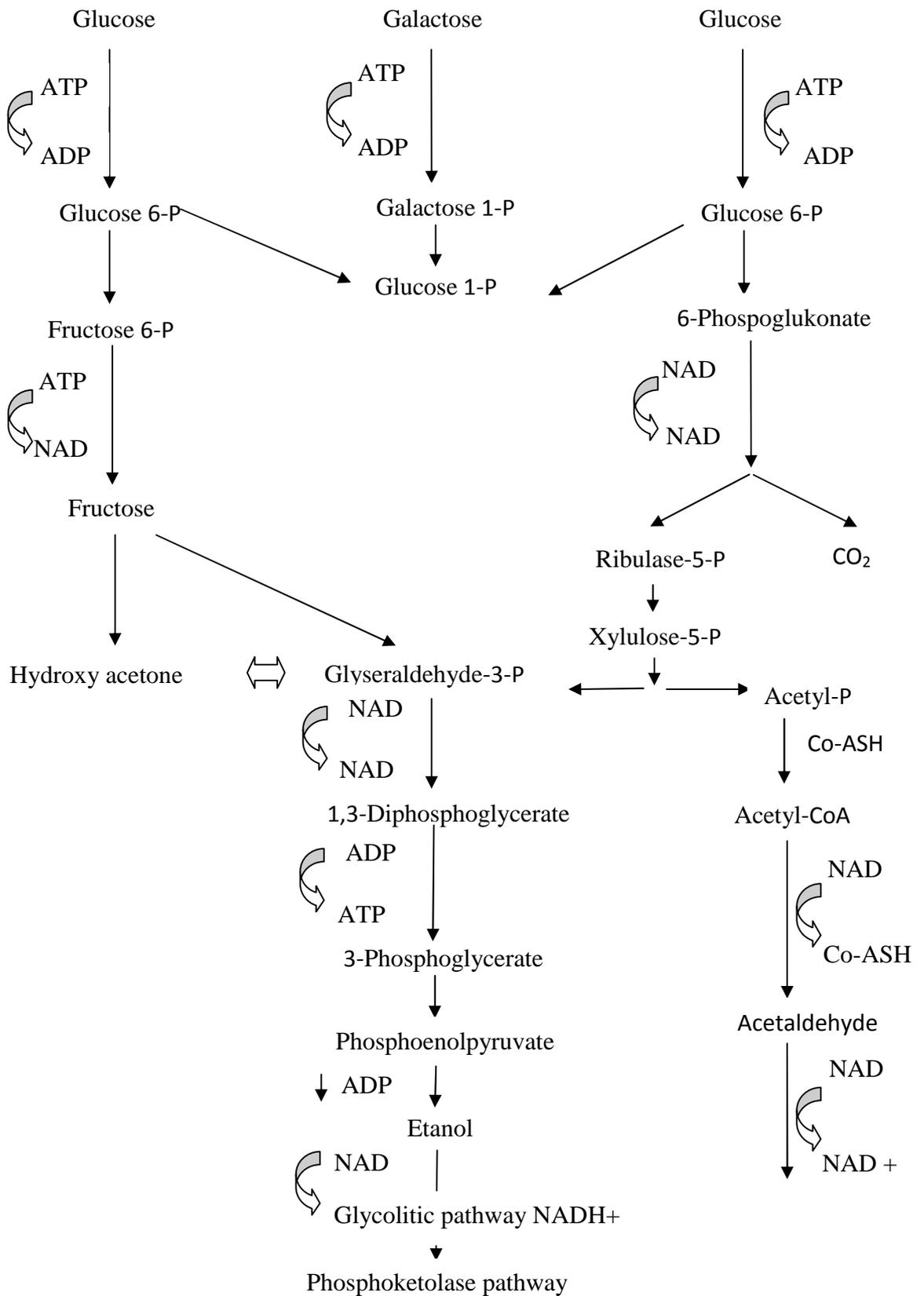
### **2.3. Fermentasi Asam Laktat**

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan melalui proses memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks. Fermentasi secara teknik dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik atau partial anaerobik karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta beberapa asam (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010). Menurut Prescott *and* Dunn (1959) fermentasi pada umumnya menggunakan senyawa organik berupa karbohidrat yang dapat digolongkan sebagai berikut bahan bergula seperti tebu, molase, bit gula dan cairan buah-buahan; bahan berpati seperti jagung, ubi kayu dan kentang; bahan berselulosa seperti kayu dan berbagai limbah industri pertanian.

Bakteri asam laktat (BAL) yang memiliki kemampuan memanfaatkan pati sebagai substratnya dikenal sebagai bakteri asam laktat amilolitik. Aktivitas bakteri asam laktat pada fermentasi bahan berpati berperan terhadap perubahan karakteristik produk untuk memproduksi asam laktat, enzim spesifik, dan senyawa aromatik (Camargo *et al.*, 1988; Demiate *et al.*, 1999; Marcon *et al.*, 2006). BAL dapat menghasilkan amilase ekstraseluler dan memfermentasi pati secara langsung

menjadi asam laktat. Hal ini disebabkan fermentasi dengan BAL amilolitik akan menggabungkan dua proses yaitu hidrolisis enzimatis substrat karbohidrat (pati) sekaligus fermentasi yang memanfaatkan gula yang dihasilkan menjadi asam laktat (Reddy *et al.*, 2008; Petrov *et al.*, 2008).

Proses fermentasi dapat dilakukan oleh bakteri asam laktat. BAL akan memfermentasikan bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dan yang terutama adalah terbentuknya asam laktat yang akan menurunkan nilai pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Hal ini juga berakibat menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme patogen lainnya. Produk yang dihasilkan dari fermentasi BAL akan berbeda tergantung pada jenis bakteri asam laktatnya apakah homofermentatif atau heterofermentatif (Daulay dan Rahman, 1992). Diagram metabolisme atau perubahan gula menjadi metabolitnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metabolisme Gula oleh BAL (Cogan, 1995)

BAL adalah kelompok bakteri gram positif berbentuk kokus atau batang yaitu suatu mikroorganisme yang dapat menahan kompleks berwarna primer ungu kristal iodium (sel tampak biru atau ungu), tidak membentuk spora, suhu optimum  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , pada umumnya tidak motil, bersifat anaerob, katalase negatif dan oksidase positif, dengan asam laktat sebagai produk utama fermentasi karbohidrat. Sifat-sifat khusus BAL adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida (Syahrurahman, 1994).

Hampir semua BAL hanya memperoleh energi dari metabolisme gula sehingga habitat pertumbuhannya hanya terbatas pada lingkungan yang menyediakan cukup gula atau bisa disebut dengan lingkungan yang kaya nutrisi. Kemampuan mereka untuk menghasilkan senyawa (biosintesis) juga terbatas dan kebutuhan nutrisi kompleks BAL meliputi asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin (Fardiaz, 1992).

BAL dapat dibedakan atas 2 kelompok berdasarkan hasil fermentasinya, yaitu:

- a. Bakteri homofermentatif : glukosa difermentasi menghasilkan asam laktat sebagai satu-satunya produk. Contoh : *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan *Lactobacillus*.
- b. Bakteri heterofermentatif : glukosa difermentasikan selain menghasilkan asam laktat juga memproduksi senyawa-senyawa lainnya yaitu etanol, asam asetat dan  $\text{CO}_2$ . Contoh : *Leuconostoc* dan *Lactobacillus*.

Berikut merupakan beberapa jenis BAL menurut Sumanti (2008) antara lain sebagai berikut *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis*, dan *Streptococcus cremoris* yang berperan dalam industri susu. *Pediococcus cerevisiae* yang berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran. *Leuconostoc mesenteroides* dan *Leuconostoc dextranicum* yang berperan dalam fermentasi sayuran dan juga ditemukan dalam sari buah anggur.

Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terdapat pada sayuran. Pada hewan ternak lain seperti Sapi Bali dapat ditemukan BAL seperti *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus brevis* (Suardana, 2007).

Menurut Rahman (1989), ada empat hal pokok yang harus diperhatikan dalam proses fermentasi yaitu mikroba, medium fermentasi, fermentor dan kondisi lingkungan. Proses fermentasi menurut Judoamidjojo *et al.* (1991), dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar gula, oksigen, pH, medium, CO<sub>2</sub>, nitrogen, mineral, faktor tumbuh, suhu, tekanan medium, dan tekanan udara.

Pada fermentasi asam laktat ada beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya garam dan lama fermentasi. Garam dapat berperan sebagai penyeleksi mikroorganisme yang diperlukan. Jumlah garam yang ditambahkan berpengaruh pada populasi dan jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh (Desrosier, 1969).

Konsentrasi garam dapat menentukan mutu hasil fermentasi bersama-sama dengan jenis substrat, mikroorganisme yang tumbuh, suhu, waktu, pH, dan jumlah oksigen (Pederson, 1970). Berbedanya konsentrasi garam yang ditambahkan akan membuat perbedaan kecepatan tumbuh bakteri asam laktat.

Selain konsentrasi garam, faktor lain yang mempengaruhi hasil fermentasi adalah lama fermentasi. Selama fermentasi, BAL akan tumbuh menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat yang akan berpengaruh terhadap total asam dan pH akhir yang dihasilkan, semakin lama fermentasi berlangsung maka konsentrasi asam meningkat terutama asam laktat sehingga pH akan turun (Wulan, 2004; Subagia, 1996; Palgunadi, 1996).