II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Buah Durian Lay (*Durio kutejensis*)

Buah durian lay (*Durio kutejensis*) merupakan salah satu komoditas buah tropika Indonesis, memiliki *flavor* dan aroma khas yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku makanan dan minuman. Buah durian lay merupakan jenis durian yang berasal dari di Kalimantan Timur. Produk olahan berbahan dasar lay berpotensi besar untuk dikembangkan dan memiliki peluang pasar dalam negeri yang besar dan ekspor ke luar negeri (Gadug dkk, 2000).

Buah durian lay diklasifikasikan sebagai kerajaan *plantae*, divisi *magnoliophyta*, kelas *magnoliopsida*, ordo *Malvales*, famili *Malvaceae* (*Bombacaceae*), genus *Durio*, spesies *Durio kutejensis*. Buah lay atau dikenal juga dengan sebutan pampaken, merupakan kerabat dekat dari genus jenis *Durio zibethinus Mgrr*. Tinggi pohonnya hampir sama dengan *Durio zibethinus Mgrr* yang dapat mencapai ketinggian hingga 50 m. Daun buah durian lay lebih lebar dari *Durio zibethinus Mgrr*, berwarna lebih hijau dari daun *Durio zibethinus Mgrr* dan pada bagian bawah berwarna kuning coklat keemasan yang lebih cerah dan mengkilap. Pada buah perbedaan dapat dilihat dari kulit, daging, aroma dan rasa buah. Kulit buah durian lay berwarna kuning kehijauan, duri lebih rapat, kecil dan kurang tajam (lunak). Daging buah durian lay lebih kering, berwarna kuning - jingga dengan aroma yang khas lain (tidak seperti durian) dan kurang

menyengat. Di Kalimantan, durian lay berbunga pada bulan September dan berbuah pada bulan November hingga Februari (Wahida, dkk., 2002).

Gambar 1. Buah Durian Lay (*Durio kutejensis*)

Buah durian lay tergolong buah berukuran besar, namun pada umumnya buah durian lay lebih kecil daripada durian. Bobot buah durian lay berkisar antara 0,7—1,1 kg. Buah durian lay berbentuk bulat dan duri yang tidak tajam. Kulit buah sedikit lebih tebal daripada durian yaitu 1,1 cm. Kekerasan buah durian lay dan buah durian, diukur pada bagian kulitnya, sehingga nilainya sangat tinggi (keras) walaupun buah telah masak. Hal tersebut tidak menjadi masalah, karena pada saat buah masak setelah dipetik, juring pada pampaken dan durian akan membuka dengan sendirinya dan daging buah dapat diambil dengan mudah. Karakteristik fisik buah durian lay dapat dilihat pada tabel 1. Kadar air buah durian lay berkisar 58,75—76,48% sedangkan kadar pati dan kalori, masing-masing sebesar 12,24% dan 78,19 kal/100g. Pada buah durian lay, kandungan kalori, kadar gula dan kadar lemaknya lebih rendah daripada durian pada

umumnya. Warna daging buah durian lay lebih kuning daripada buah durian pada umumnya, maka kadar vitamin A buah durian durian lay jauh lebih tinggi daripada buah durian, karena warna jingga mencerminkan kandungan beta-karoten yang merupakan provitamin A, yang lebih tinggi pula. Ditinjau dari komponen kimianya, buah durian lay lebih baik daripada buah durian, namun buah durian durian lay belum sepopuler durian dan sebagian masyarakat belum menggemari buah durian lay tersebut. Komposisi kimia buah durian lay disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Buah Durian Lay.

No	Karakter	Lay
1	Warna kulit	Hijau muda (1)
2	Warna kulit masak/tua	Hijau kekuningan (1)
3	Permukaan	Kulit berduri (1)
4	Warna daging	Kuning-jingga (1)
5	Warna biji	Coklat (1)
6	Ukuran buah	Besar (1)
7	Bobot buah	0,7 – 1,1 kg (1)
8	Volume buah	-
9	Densitas	0,70 g/ml (2)
10	Panjang (P) buah	12,8 – 15,3 cm (2)
11	Lebar (L) buah	12,8 – 14,2 cm (2)
12	Lingkar buah	-
13	Nisbah P/L buah	0,97 – 1,09 (2)
14	Bentuk buah	Bulat-lonjong (2)
15	Kekerasan buah berkulit	-
16	Tebal kulit	1,1 cm (2)
17	Jumlah juring	-
18	Jumlah biji per juring	-
19	Jumlah biji	10 – 21 (2)
20	Tebal daging	-
21	Persentase daging (BDD)	19,95% (2)
22	Tekstur daging	Lunak-padat (1)
23	Rasa daging	Manis khas (1)
24	Aroma buah Khas	kurang tajam (1)

Sumber: (1) Antarlina, dkk. 2003; (2) Wahida, dkk. 2003.

Tabel 2. Komposisi kimia buah durian lay

No	Komponen	Lay
1	Air	58,75% [(1)]
2	Abu	1,69% [(1)]
3	Pati	12,24% [(1)]
4	Serat Kasar	0,41% [(1)]
5	Protein	2,92% [(1)]
6	Lemak	1,95% [(1)]
7	Karbohidrat	34,69% [(1)]
8	Sukrosa	-
9	Total Gula	4,59% [(2)]
10	Total Asam	4,68 mgKOH/g [(2)]
11	Vitamin A	-
12	Vitamin C	0,03% [(2)]
13	Kalori	78,19 kal/100g [(2)]

Sumber: [(1)]Antarlina, dkk., 2003; [(2)] Wahida, dkk., 2003.

B. Minuman Probiotik

Probiotik didefinisikan sebagai suplementasi makanan dengan menggunakan mikroba hidup yang mempunyai pengaruh menguntungkan terhadap kesehatan yang digunakan pada mikroorganisme hidup yang dapat memberikan efek baik atau kesehatan pada organisme lain/inangnya dengan memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal (Soegijanto dan Soegeng, 2002). Bakteri yang digolongkan sebagai probiotik yaitu bakteri yang memproduksi asam laktat terutama dari spesies *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, dan beberapa jenis bakteri lain. BAL memproduksi asam laktat sebagai produk utamanya. Bakteri ini tersebar luas secara alami pada tanah, sayuran, daging, susu dan tubuh manusia. Selain itu juga banyak digunakan pada produk-produk fermentasi. *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* adalah dua

bakteri yang biasa digunakan untuk membuat yoghurt. Bahan makanan yang mengandung probiotik antara lain:

a. Yoghurt, berisi *Lactobacillus bulgaricus* dan *S. thermophilus* dan jenis lain berisi *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacteria*.
b. *Acidophilus* milk, berisi *Lactobacillus acidophilus.*
c. Kefir, berisi sejumlah BAL, termasuk *Lactobacillus lactis, Lactobacillus. cremoris, Lactobacillus kefir, Lactobacillus casei, Lactobacillus acidophilus,* dan *Leuconostoc sp.*
d. Produk-produk probiotik juga telah banyak diproduksi oleh berbagai perusahaan dengan bermacam-macam kemasan.

Karakterisitik probiotik yang diinginkan dari satu strain spesifik mencakup beberapa hal, antara lain (Lisai, 2005) yaitu : (1) mempunyai kapasitas untuk bertahan hidup (*survive*), untuk melakukan kolonisasi (*colonize*), serta melakukan metabolisme (*metabolize*) dalam saluran cerna; (2) mampu mempertahankan suatu keseimbangan mikroflora usus yang sehat melalui kompetisi dan inhibisi kuman-kuman patogen; (3) dapat menstimulasi bangkitnya pertahanan imun; (4) bersifat non-patogenik dan non-toksik; (5) harus mempunyai karakteristik teknologik yang baik, yaitu mampu bertahan hidup dan stabil selama penyimpanan dan penggunaan (*storage dan use*) dalam bentuk secara optimal preparat makanan yang didinginkan dan dikeringkan, agar dapat disediakan secara massal dalam industri.

Komponen bioaktif probiotik yang bersifat antimikroba dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Komponen tersebut adalah asam-asam organik, nisin, reuterin, H_2O_2, disasetil dan bakteriosin (Salminen, 1993 dan

Jay, 1992). BAL terutama *Lactobacillus* memproduksi H_2O_2 yang bersifat membunuh mikroba pembusuk dan memproduksi senyawa antibiotik . Disamping itu beberapa spesies bakteri asam laktat yang menghasilkan sernyawa antibakteri seperti bakteriosin, nisin, dan reuterin (Jay, 1992). Asam organik yang dihasilkan selama fermentasi seperti asam asetat, asam propionat dan asam format kemungkinan memiliki daya antimikroba yang lebih kuat dibandingkan asam laktat (Ray, 1992). Produk fermentasi lain yaitu diasetil dalam kadar 200 µg/ml atau lebih bersifat menghambat khamir atau ragi dan bakteri gram negatif, dan bakteri asam laktat dapat mengontrol pertumbuhan *Yersinia enterocolitica* (Hadi dan Fardiaz, 1990).

Bakteriosin adalah salah satu substansi yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang memiliki tipe resisten terhadap panas dan tidak mempengaruhi produksi strain bakteri (Jay, 1992). Peranannya dapat menghambat atau membunuh bakteri lain (Cogan and Acccolas, 1996). Resistensi bakteriosin terhadap panas tidak terpengaruh pasteurisasi sehingga tidak mengurangi aktivitas dari bakteriosin. Secara umum bakteriosin juga stabil terhadap asam atau pH netral dan dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan tempat diproduksinya. Komponen bakteriosin pada umumnya mempunyai sifat: nontoksik, panasnya stabil dan mempunyai stabilitas penyimpanan yang lebih baik, tidak mengubah cita rasa, dan mempunyai spektrum yang kecil terhadap aktivitas mikroorganisme (Jay, 1992).

Bakteriosin bisa bersifat bakteriosidal atau bakteriostatik. Bakteriosin yang diproduksi oleh bakteri asam laktat salah satunya memiliki kemampuan mengontrol pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen pangan. Bakteriosin

yang dihasilkan bermacam-macam jenis tergantung dari strain yang menghasilkan atau organisme penghasilnya. Sebagian besar bakteriosin yang dihasilkan oleh berbagai strain adalah nisin. Nisin merupakan salah satu bakteriosin yang paling banyak ditemukan (Jay, 1992). Nisin mempunyai spektrum aktivitas yang luas dalam melawan bakteri terhadap Gram (+). Nisin dapat berpengaruh terhadap bakteri Gram (-) apabila membran terluar mengalami kerusakan subletal (Marcel, 1998).

Secara umum, fungsi probiotik serupa dengan antibiotik, yaitu dapat meningkatkan kesehatan. Bedanya, mekanisme kerja antibiotik langsung membunuh mikroorganisme target dan meninggalkan residu dalam jaringan tubuh, sedangkan probiotik menekan pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan dan merangsang mikroorganisme sejenis, serta tidak meninggalkan residu dalam jaringan (Soeharsono, 1997). Probiotik menawarkan alternatif yang lebih baik untuk memperbaiki keseimbangan mikroflora usus yang terganggu dari pada antibiotik (Hull and Evans, 1992).

Minuman probiotik termasuk kedalam makanan fungsional yang mempunyai kandungan komponen aktif dan dapat memberikan efek terhadap kesehatan. Ada tiga fungsi dasar yang harus dipenuhi oleh makanan fungsional, yaitu (1) *sensory* (warna dan penampilan menarik, citarasa enak), (2) *nutritional* (bernilai gizi tinggi), dan (3) *Physiological* (memberikan pengaruh fisiologis yang menguntungkan bagi tubuh). Beberapa fungsi fisologis yang diharapkan adalah (a) pencegahan timbulnya bahaya penyakit; (b) meningkatkan daya tahan tubuh; (c) regulasi kondisi ritme fisik tubuh; (d) memperlambat proses penuaan; dan (e) penyehatan kembali dari sakit (*recovery*) (Fuller, 1992).

Salah satu contoh minuman probiotik adalah minuman asam laktat yang dibuat dari bahan baku susu, kacang-kacangan, buah-buahan dan sayur-sayuran. Menurut standar makanan Jepang komposisi kimia minuman asam laktat per 100 g adalah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia minuman asam laktat (per 100 g)

Komposisi	Penambahan SNF ≥ 3%	Penambahan SNF < 3%
Energi Kal	69,00	56,00
KJ	289,00	234,00
Air (g)	82,10	85,40
Protein (g)	1,10	0,40
Lemak (g)	0,10	0,00
Gula (g)		
Laktosa	1,90	0,70
Gula lain	14,50	13,30
Abu (g)	0,30	0,20
Mineral		
Ca (mg)	43,00	17,00
P (mg)	30,00	12,00
Fe (mg)	0,00	0,00
Na (mg)	18,00	19,00
K (mg)	48,00	32,00
Vitamin		
A (UI)	0,00	0,00
B1 (mg)	0,01	0,00
B2 (mg)	0,05	0,00
Niacin (mg)	0,00	0,00
C (mg)	0,00	0,00

Sumber : (Orihara *et al.,* 1992)
SNF : *Solid Non Fat*

Jenis sari buah fermentasi yang sudah dikenal luas antara lain sari buah murbei (Zubaidah, dkk., 2008), papaya-nanas (Hartati dkk., 2005). Selain itu minuman probiotik berbahan baku sayuran, seperti kubis (Youngyoon *et al.,* 2005), tomat (Youngyoon *et al.,* 2004), dan wortel (Tzaskowska *et al.,* 2005), melon dan kurma. Minuman ini dibuat dengan mencampurkan beberapa bahan-bahan lain dengan memanfaatkan teknik dasar seperti pada susu fermentasi

(Buckle *et al.*, 1987). Definisi dan standar mutu minuman susu fermentasi berprisa seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Standar Nasional Indonesia syarat mutu minuman susu fermentasi berperisa

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan			
			Tanpa perlakuan panas setelah fermentasi		Dengan perlakuan panas setelah fermentasi	
			Normal	Tanpa lemak	Normal	Tanpa lemak
1	Keadaan:					
1.1 1.2 1.3	Penampakan Bau rasa	- - -	Cair Normal/khas homogen		Cair Normal/khas Homogeny	
1.4	Homogenitas	-	Homogen		Homogen	
2	Lemak (b/b)	%	Min 0.6	Maks 0.5	Min 0.6	Maks 0.5
3	Padatan susu tanpa lemak (b/b)	%	Min. 3.0		Min. 3,0	
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	Min. 1,0		Min. 1,0	
5	Abu (b/b)	%	Maks. 1,0		Maks. 1,0	
6	Keasaman tertitrasi (dihitung sebagai asam laktat	%	0,2 s.d 0,9		0,2 s.d 0,9	
7	Cemaran logam:					
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,02		maks. 0,02	
7.2	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03		maks. 0,03	
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1		maks. 0,1	
9	Cemaran mikroba:					
9.1	Bakteri *coliform*	APM/ml	maks. 10		maks. 10	
9.2	*Salmonella sp* / 25 ml	-	negatif		Negative	
9.3	*Listeria monocytogenes*/ 25 ml	-	negatif		Negative	
10	Kultur starter	Koloni/ ml	min. 1 x 10^6		-	

Sumber : SNI, 2009.

Menurut Buckle *et al*. (1987), sifat-sifat bahan pangan hasil fermentasi ditentukan oleh mutu dan sifat-sifat asal bahan itu sendiri. Definisi SNI syarat mutu sari buah dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Standar Nasional Indonesia syarat mutu sari buah

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1.1 Aroma	-	Normal
	1.2 Rasa	-	Normal
2.	Bilangan formal	Ml NaOH 0,1 N/100 ml	Min 7
3.	BTM	-	-
	Pemanis Buatan	-	-
	Pewarna Tambahan	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995
	Pengawet	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995	Sesuai dengan SNI 01-0222-1995
4.	Cemaran Logam		
	4.1 Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 5,0
	4.2 Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,3
	4.3 Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 40,0/250*
	4.4 Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,03
	4.5 Seng (Zn)	Mg/kg	Maks. 5,0
5.	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,2
6.	Cemaran Mikroba		
	6.1 Angka lempeng total	Koloni/ml	Maks. $2x10^2$
	6.2 Bakteri bentuk coli	APM/ml	Maks. 20
	6.3 Escherichia coli	APM/ml	<3
	6.4 Staphylococcus auereus	Koloni/ml	0
	6.5 Salmonella	Koloni/25ml	Negatif
	6.6 Kapang	Koloni/ml	Maks. 50
	6.7 Khamir	Koloni/ml	Maks. 50

Sumber : SNI 01-3719-1995

Dimensi ketiga dari persepsi makanan populer sebagai makanan kesehatan *(health food)* adalah makanan yang dicirikan oleh kandungan gizi yang tinggi dan makanan probiotik (Jenie, 1996). Walaupun pada awalnya ditujukan untuk pakan ternak, istilah probiotik saat ini juga diterapkan pada konsumsi mikroba hidup oleh manusia sebagai bahan tambahan pangan untuk kesehatan gizi dan kehidupan (Jay, 2000).

Menurut Fuller (1992), probiotik yang berisi milyaran mikroba ini memiliki 5 manfaat, yaitu:

1. Melindungi saluran pencernaan dari bakteri patogen yaitu: probiotik menghasilkan H_2O_2 dan bakteriosin sebagai bakterisida atau anti mikroba bagi

bakteri jahat. Probiotik juga melekatkan diri pada reseptor sel epitel usus sehingga bakteri patogen tidak bisa melekat (karena perlekatan dengan bakteri patogen dapat menyebabkan infeksi).

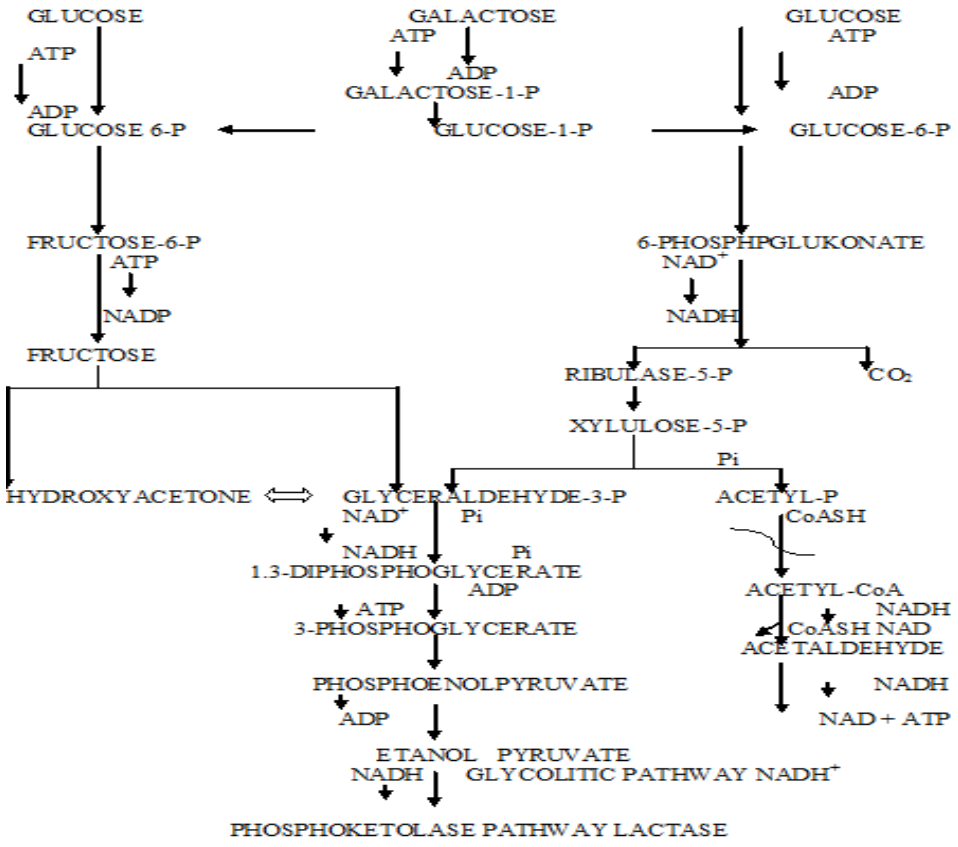
2. Menurunkan kasus kanker kolon. Probiotik menurunkan kasus kanker kolon dengan metode: penghambatan Penghambatan terhadap bakteri yang memproduksi *b-glucosidase*, *b-glucuronidase*, dan *azoreductase* yang mengkatalisa konversi prokarsinogen menjadi proksimal karsinogen ; sel kanker; destruksi karsinogen seperti nitrosamin dan menurunkan aktivitas *nitroreductase*; menyerap senyawa karsinogenik daging panggang dengan mengeluarkan *peptidoglycan*.
3. Menurunkan kasus gangguan intestin diare dan konstipasi Diare karena bakteri patogen (*Salmonella*) dan rotavirus merupakan problem di semua negara. Bahkan angka kematian pada bayi karena diare mencapai 30%. Perlakuan treatment diare dengan antibiotik, harus diikuti dengan pemberian probiotik.
4. Menurunkan kolesterol dalam serum mekanismenya yaitu: penghambatan sintesa kolesterol yaitu: probiotik menghasilkan enzim BSH (*bile salt hydrolase*) yang dapat membantu menurunkan kolesterol; probiotik menghasilkan metabolit yang dapat menghambat sintesa kolesterol di hati, yaitu HMG CoA dan ; pengikatan kolesterol dengan melakukan asimilasi kolesterol di saluran pencernaan
5. Menurunkan alergi terhadap susu. Diare dapat terjadi karena kurangnya enzim galaktosidase. Probiotik dapat menurunkan kadar laktosa pada susu dengan mengeluarkan enzim laktase (mencerna laktosa menjadi monosakarida).

C. Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi asam laktat terjadi pada keadaan anaerob, yang dapat dicapai dengan cara menutup bagian mulut wadah dengan rapat, sehingga oksigen yang terdapat di ruangan akan segera habis oleh proses respirasi sel bakteri (Buckle *et al*., 1987). Pada fermentasi asam laktat, jenis bakteri yang berperan adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri gram positif yang berbentuk batang atau bulat, katalase negatif, tidak membentuk spora, pada umumnya tidak motil tetapi ada beberapa yang motil, suhu optimum pertumbuhan bakteri ini antara 20 – 40ºC. Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, tumbuh pada pH 3,8 sampai 8,0 serta memfermentasi berbagai monosakarida dan disakarida (Stamer, 1979). BAL dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu homofermentatif yaitu bakteri yang hanya menghasilkan asam laktat, dan heterofermentatif adalah bakteri yang menghasilkan senyawa selain asam laktat.

Menurut Ray (1992), gula heksosa (glukosa) akan dimetabolisme oleh BAL yang bersifat homofermentatif melalui jalur glikolisis atau jalur Emden Meyerhoff-Parnas (EMP) dengan menggunakan 2 molekul ATP dan enzim fruktosa difosfat aldolase untuk merubah glukosa menjadi fruktosa 1,6-difosfat. Hidrólisis molekul ini menghasilkan 2 molekul dengan 3 senyawa karbon. Akibat reaksi dehidrogenasi (untuk menghasilkan $NADH^+$ H^+ dari NAD), reaksi fosforilasi dan dihasilkannya 2 molekul ATP akan terbentuk fosfofenol piruvat yang selanjutnya dikonversi menjadi piruvat. Asam piruvat kemudian akan diubah menjadi asam laktat melalui aktifitas dari laktat dehidrogenase. Bakteri asam laktat heterofermentatif akan memfermentasi heksosa melalui jalur 6-

fosfoglukonat atau fosfoketolase (Rahayu, dkk., 1992). Jalur ini mempunyai fase oksidatif awal yang diikuti oleh fase non oksidatif. Pada fase oksidatif, glukosa melalui proses fosforilasi akan dioksidasi menjadi 6- fosfoglukonat oleh glukosa fosfat dehidrogenase dan kemudian didekarboksilasi menghasilkan 1 molekul CO_2 dan senyawa dengan 5-karbon serta ribulosa-5-fosfat. Pada fase non oksidatif, senyawa dengan 5-karbon ini dikonversi menjadi xylulosa-5-fosfat dan dengan proses hidrolisis akan menghasilkan 1 gliseraldehid-3-fosfat dan 1 asetil-fosfat yang kemudian gliseraldehid-3-fosfat akan dirubah menjadi asam laktat. Asetil-fosfat dapat dioksidasi menghasilkan asam asetat atau direduksi menghasilkan etanol (Jay, 1992; Ray, 1992). Metabolisme gula oleh BAL dapat dilihat pada Gambar 2 .



Gambar 2. Metabolisme gula oleh BAL (Cogan, 1995)

Menurut Prescott, *et al* (1959), bakteri homofermentatif umumnya digunakan dalam pengawetan makanan karena jumlah asam yang tinggi dalam makanan dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain. BAL yang bersifat homofermentatif, misalnya *Streptococcus faecalis, Streptococcus liquifaciens, Pediococcus cereviseae*, dan *Lactobacillus plantarum*. Pada fermentasi heterofermentatif senyawa-senyawa lain yang diproduksi seperti karbondioksida, sedikit asam-asam volatil, alkohol dan ester. Kelompok bakteri heterofermentatif misalnya *Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus pentoacetium* (Fardiaz, 1989). Pembentukan asam selama proses fermentasi akan mengakibatkan kondisi substrat semakin asam sehingga mengakibatkan pH makanan mengalami penurunan (Buckle *et al*., 1987). Ciri-ciri umum yang dapat membedakan bakteri homofermentatif dan heterofermentatif, dapat dilihat pada Tabel 6. Kelompok bakteri asam laktat homofermentatif mengubah kira-kira 95% glukosa dan heksosa lainnya menjadi asam laktat (Rahayu, dkk., 1992). Prosesnya adalah sebagai berikut :

$$\underset{\text{(glukosa)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{(fermentasi)}]{} \underset{\text{(asam laktat)}}{2CH_3CHOHCOOH} + 22{,}5 \text{ kkal}$$

Kelompok heterofermentatif memecah glukosa menjadi asam laktat , CO_2, etanol, asam asetat dan asam format dalam jumlah yang hampir sama (Fardiaz *et al.*, 1989). Proses fermentasi yang umum dari tipe ini:

$$\underset{\text{Glukosa}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \underset{\text{asam laktat}}{CH_3CHOHCHOH} + CO_2 + \underset{\text{etanol}}{C_2H_5OH}$$

Tabel 6. Sifat-sifat umum bakteri asam laktat

	Morfologi	Toleransi NaCl (%)	Suhu Optimal	pH
Klas fisiologis				
1. Homofermentatif				
Genus				
Lactobacillus	Batang	3 – 6	37 – 45	
Spesies				
thermobacterium		3 – 6	37 – 45	
streptobacterium		9	28 – 32	4,0 – 7,4
Pediococcus	Kokus		25 – 33	
Spesies				
1. *cerevisiae*		10		
2. *demnosus*		4		4,2 – 8,8
3. *halophilus*		10 – 18		
4. *parbulus*		6,5		
Streptococcus	Kokus			
Spesies				
1. *enterococcus*		6,5	37	4,6 – 9,6
2. *lactis*		2,4	30	4,2 – 9,2
3. *pyogenes*		6,5	37	4,6
4. *viridans*		6,4	37	4,0
2. Heterofermentatif				
Genus				
Lactobacillus	Batang			
Spesies				
1. *betabacterium*		6,8	28 – 40	3,2 – 7,2
Leuconostoc	Kokus			
Spesies				
1. *cremoris*		3	20 – 25	
2. *mesenteroides*		6,5	20 – 25	

Sumber : Stamer (1978).

Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu minuman laktat yang diproduksi adalah mutu kultur yang digunakan, dalam hal ini adalah *Lactobacillus casei, Lactobacillus acidophilus,* dan *Lactobacillus plantarum*. Menurut Kusumawati (2002), galur *Lactobacillus casei, Lactobacillus acidophilus,* dan *Lactobacillus plantarum* menunjukkan aktivitas penghambatan yang tinggi terhadap bakteri patogen, sehingga menyebabkan peningkatan yang nyata

terhadap jumlah laktobasili yang diiringi penurunan yang nyata jumlah bakteri koliform dan *Staphylococci* pada feses *tikus*.

D. BAL yang Berperan dalam Minuman Probiotik Sari Buah

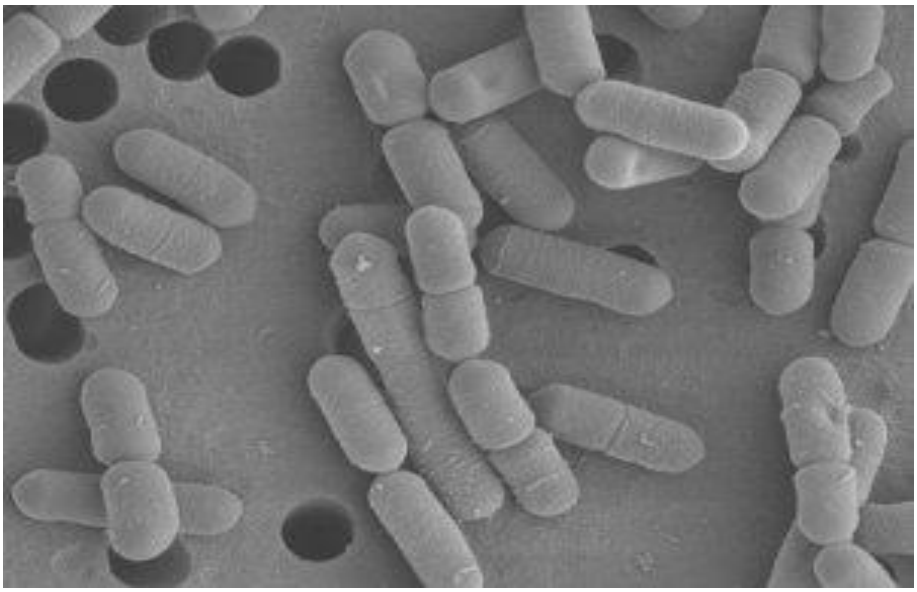
Jenis BAL berpengaruh terhadap sensori minuman probiotik. Jenis BAL yang sering digunakan pada pembuatan minuman probiotik antara lain *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus.*

1. *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum merupakan salah satu jenis BAL homofermentatif. Bakteri ini mampu tumbuh optimal pada suhu lebih rendah dari 37º C yaitu 30º C (Frazier and Westhoof, 1988). *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang (0,5-1,5 s/d 1,0-10 µm) dan tidak bergerak (nonmotil). Bakteri ini bersifat katalase negatif, aerob atau fakultatif anaerob, cepat mencerna protein, tidak mereduksi nitrat, toleran terhadap asam dan mampu memproduksi asam laktat. *Lactobacillus plantarum* ini sering ditemui pada sauerkraut dan pikel (Jay, 2000*).*

Lactobacillus plantarum mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan hasil akhirnya yaitu asam laktat. *Lactobacillus plantarum* dapat memproduksi asam laktat sampai 1,5% pada substrat temperature pertumbuhan yang optimal yaitu 30º C (Jay, 2000). Dalam keadaan asam, *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri patogen dan bakteri pembusuk (Delgado *et al*., 2001). Beberapa penelitian seperti penelitian Retnowati, dkk (2013), menggunakan kultur campuran (*L. plantarum* dan *L. casei*) pada pembuatan minuman probiotik sari buah kurma, (*L. plantarum, L. debrueckii* dan *L. casei*) pada pembuatan

minuman probiotik sayuran kubis (Youngyoun *et al*., 2004), (*L. plantarum*) pada pembuatan minuman probiotik sari buah papaya-nanas (Hartati, 2005) dan (*L. plantarum*) pada pembuatan minuman probiotik sari buah murbei (Zubaidah, 2008).



Gambar 3. *Lactobacillus plantarum*
Sumber : http://www.nfia.com/fft/201005/article2.php

Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dapat menghambat kontaminasi dari mikrooganisme patogen dan penghasil racun karena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH substrat, *Lactobacillus plantarum* juga mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bakteriosin yang berfungsi sebagai zat antibiotik (Jenie, 1996).

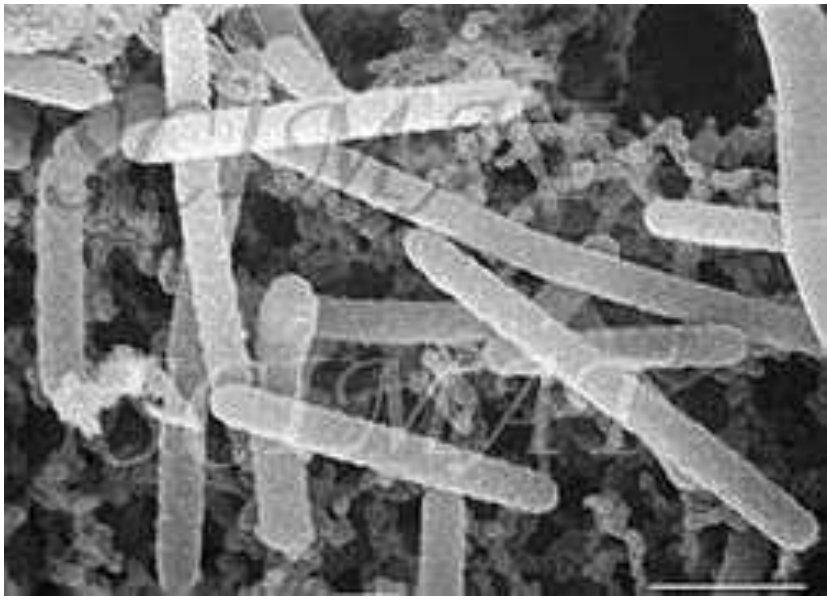
2. *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus merupakan bakteri gram positif dan hidup pada kondisi asam dan tumbuh pada suhu 45°C. *Lactobacillus acidophilus* yang

digunakan sebagai starter pada pembuatan minuman fermentasi laktat termasuk bakteri asam laktat homofermentatif dan dapat tumbuh dengan baik pada media selain susu dan bakteri ini mempunyai toleransi yang tinggi terhadap asam lambung dan mampu mencapai usus dalam keadaan hidup dengan jumlah yang relatif sama pada saat berada dalam lambung (Jay, 2000).

Lactobacillus acidophilus sangat membutuhkan suplai makanan yang menyediakan sumber energi dan menyediakan unsur-unsur kimia untuk pertumbuhan sel. Karbon sebagai sumber energi untuk hampir semua mikroorganisme yang berhubungan dengan bahan pangan, dapat diperoleh dari jenis gula sederhana seperti glukosa. *Lactobacillus acidophilus* berperan penting dalam produksi enzim pencernaan, mengendalikan konstipasi dan diare yang tak terkendali, melawan *lactose intolerance*, melindungi permukaan usus halus, dan lain-lain. *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri baik yang ditemukan pada usus atau alat pencernaan.

Lactobacillus acidophilus memiliki beberapa dampak positif yaitu susu yang difermentasi oleh *Lactobacillus acidophillus* mengandung antibiotik yang disebut "*achidophilin*". Ini merupakan antibiotik yang kemampuannya sama seperti penicillin, streptomycin, dan terramycin. *Lactobacillus acidophillus* dapat melindungi sistem pencernaan dari mikroorganisme penyebab infeksi dan penyakit. *Lactobacillus acidophilus* merupakan suplemen yang dapat melindungi tubuh dan bekerja sebagai "*natural antibiotik*", membantu menurunkan tingkat kolesterol, membantu meningkatkan penyerapan laktosa, mencegah kanker, meningkatkan sistem imun dan menegah diare (Tenney, 1996).



Gambar 4. *Lactobacillus acidophilus*
Sumber : http://www.magma.ca/~scimat/acidophilus.htm

Bakteri *Lactobacillus acidophilus* memberikan banyak keuntungan apabila kita mengkonsumsi bahan pangan yang mengandung bakteri ini. Beberapa kentungan apabila kita mengkonsumsi bakteri asam laktat yaitu, meningkatkan sistem imun, mengurangi gejala laktosa intolerance, dan mengurangi resiko kanker. Menurut Parvis *et al*. (2006), bakteri *Lactobacillus acidophilus* dapat mengurangi diare pada pasien yang menerima radiasi pelvi, mencegah infeksi dari *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginos*, dan dapat menurunkan tingkat kolesterol. Beberapa penelitian yang menggunakan *L. acidhopillus* sebagai kultur pada pembuatan minuman probiotik sari buah antara lain pada penelitian Youngyoon *et al*. (2004), menggunakan kultur campuran (*L. acidhopillus*, *L. casei*, dan *L. plantarum*) pada pembuatan minuman probiotik sari buat tomat, (*L. acidhopillus*) dan pada pembuatan minuman probiotik sari buah wortel (Tzaskowska *et al.*, 2005)

D. Penyimpanan Dingin

Minuman probiotik rentan mengalami kerusakan apabila disimpan pada suhu simpan yang tidak optimum. Lama penyimpanan mempengaruhi sifat sensori minuman probiotik. Pertumbuhan dan perkembangbiakkan BAL selama proses penyimpanan akan memecah glukosa menjadi asam laktat dan produk metabolit-metabolit lainnya, seperti karbondioksida, asam-asam volatil, alkohol, dan ester selama penyimpanan (Fardiaz, 1989). Produksi asam yang terus menerus akan menurunkan pH minuman probiotik dan akan menyebabkan rasa asam pada minuman tersebut. Penelitian Retnowati dkk (2013), pada minuman probiotik fermentasi sari buah kurma menggunakan kultur campuran (*L.* casei dan *L. plantarum*) pada suhu 37°C akan semakin baik penilaian organoleptiknya pada penyimpanan dingin 4°C selama 20 jam (skor 0,98) dibandingkan dengan penyimpanan selama 16 jam (skor rata-rata 0,56) dan 18 jam (skor rata-rata 0,24) pada kondisi yang sama.

Lama penyimpanan dingin juga akan mempengaruhi jumlah BAL pada minuman probiotik. Pada penelitian Yusmarini *et al.* (2010), semakin lama penyimpanan minuman probiotik susu kedelai menggunakan kombinasi *L. plantarum* dan *L. acidophilus* pada suhu 37°C maka total BAL akan semakin tinggi dari hari ke 0 (10^{3} cfu/ml$^{)}$ hingga hari ke 20 (10^{11} cfu/ml). Pada penelitian Youngyoon *et al.* (2004), penyimpanan minuman probiotik sari buah tomat pada suhu 4^{0}C selama 4 minggu menghasilkan total BAL 10^{6}-10^{8} kol/ml. Selain itu, penelitian Shin *et al.*, 2000 dilaporkan total BAL yoghurt yang disimpan pada suhu dingin 4^{0}C (*refrigerated*) yaitu, 10^{6} kol/ml.

Penyimpanan pada suhu rendah merupakan salah satu cara pengendalian dari pembiakan mikroorganisme. Pada suhu rendah aktivitas mikroorganisme perusak sangat terhambat dan hampir tidak ada aktivitas pada suhu di bawah titik beku. Frazier dan Weshoff (1988) mengatakan bahwa keadaan dingin biasanya mengakibatkan penurunan dalam jumlah besar mikroorganisme yang hidup dalam suatu makanan, tetapi keadaan dingin juga dapat menyebabkan denaturasi sel-sel protein (Sugiarto, 1997).