

STUDI IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT YANG DI
ISOLASI DARI FERMENTASI SPONTAN DAN PENGGUNAAN
KULTUR (*Lactobacillus plantarum*) PADA CABAI MERAH
KERITING (*Capsicum annum L.*)

*Study Of Identification Lactate Acid Bacteria Isolated From Pepper (Capsicum
annum L.) Fermented Spontaneously And Using Culture Of Lactobacillus
plantarum*

OLEH

NOVIYANTI. S

G 311 09 268




PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2014

**STUDI IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT YANG DI
ISOLASI DARI FERMENTASI SPONTAN DAN FERMENTASI
DITAMBAH KULTUR MURNI (*Lactobacillus plantarum*) CABAI
MERAH KERITING (*Capsicum annum L.*)**

Oleh

NOVIYANTI

G 311 09 268



SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada
Jurusan Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2014

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : STUDI IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT YANG DI ISOLASI DARI FERMENTASI SPONTAN DAN FERMENTASI DITAMBAH KULTUR MURNI (*Lactobacillus plantarum*) CABAI MERAH KERITING (*Capsicum annum L.*)
Nama : NOVIYANTI. S
Stambuk : G 311 09 268
Program Studi : ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

Disetujui

1. Tim Pembimbing



Dr. Ir. Mariyati Bilang, DEA
NIP. 19540327 198203 2 001

Pembimbing I

Dr. Ir. Jumriah Langkong, Ms
NIP. 19571215 198703 2 001

Pembimbing II

Mengetahui

2. Ketua Jurusan

3. Ketua Panitia
Ujian Sarjana

Prof. Dr. Ir. Hj. Mulyati M. Tahir, MS
NIP. 19570923 198312 2 001

Ir. Nandi K.Sukendar, M.App.Sc
NIP. 19571103 198406 1 001

Tanggal Lulus : Januari 2014

Noviyanti. S (G31109268) Study Of Identification Lactate Acid Bacteria Isolated From Pepper (*Capsicum annum L.*) Fermented Spontaneously And Using Culture Of *Lactobacillus plantarum*. By Mariyati Bilang And Jumriah Langkong

Abstract

Studies have been conducted regarding the identification of LAB that was isolated from spontant fermentation and fermentation using culture of *Lactobacillus plantarum* for pepper. The purpose of this research was to identify particular types of microorganisms the LAB genus that play role in spontant fermentation and fermentation using culture of *Lactobacillus plantarum* pepper for 72 hours with 24 hours intervals. The treatment applied in this study was the type of fermentation : spontant fermentation (A₁) and fermentation using culture of *Lactobacillus plantarum* (A₂). The observation parameters were, pH, total acid, gram staining, catalase, identification of LAB and endospores. The results showed the best fermentation time of spontant fermentation time and fermentation using culture (*Lactobacillus platarum*) pepper was 72 hours. That was indicated by the highest growth of total LAB for chili pepper of spontant fermentation (9.55 log cfu/ml) also for fermentation using cultures *Lactobacillus plantarum* (9.59 log cfu/ml). Total colony of LAB was positively correlated with pH and total acid both type of chili fermentation. The first growth of LAB in pepper fermented was *Leuconostoc* genus that followed by *Streptococcus* genus and terminated by *Lactobacillus* genus. The most colonies were founded in both of pepper fermented (spontant and used cultures of *Lactobacillus plantarum*) were *Lactobacillus* genus.

Keywords: Chili Pepper, Fermentation, Lactate Acid Bacteria.

Noviyanti. S (G31109268). Studi Identifikasi Bakteri Asam Laktat Yang Di Isolasi Dari Fermentasi Spontan Dan Penggunaan Kultur (*Lactobacillus plantarum*) Pada Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum L.*). Di Bawah Bimbingan Mariyati Bilang dan Jumriah Langkong

Ringkasan

Telah dilakukan penelitian mengenai studi identifikasi BAL yang di isolasi dari fermentasi spontan dan penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum* pada cabai merah keriting. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis mikroorganisme khususnya genus BAL yang berperan didalam fermentasi spontan dan penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum* pada cabai merah keriting selama 72 jam dengan interval 24 jam. Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini adalah jenis fermentasi : fermentasi spontan (A₁) dan fermentasi penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum* (A₂). Parameter pengamatan yang diukur pada penelitian ini yaitu uji pH, uji TAT, uji pewarnaan gram, uji katalase, identifikasi BAL serta uji katalase. Hasil penelitian menunjukkan waktu fermentasi spontan dan penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum* pada cabai merah keriting terbaik adalah 72 jam yang di indikasikan dengan total pertumbuhan BAL tertinggi untuk cabai merah keriting dengan fermentasi spontan (9,55 log cfu/ml) dan untuk fermentasi penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum* (9,59 log cfu/ml). Total koloni BAL berkolerasi positif dengan pH dan total asam kedua jenis cabai fermentasi. Pertumbuhan BAL pada fermentasi cabai merah keriting diawali oleh pertumbuhan genus *Leuconostoc* lalu diikuti oleh pertumbuhan genus *Streptococcus* dan diakhiri oleh pertumbuhan genus *Lactobacillus*. Koloni terbanyak ditemui pada kedua cabai merah keriting yang difermentasi (spontan dan penggunaan kultur *Lactobacillus plantarum*) adalah genus *Lactobacillus*.

Kata Kunci : Cabai Merah Keriting, Fermentasi, Bakteri Asam Laktat.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi yang berjudul "**Studi Identifikasi Bakteri Asam Laktat Yang Di Isolasi Dari Fermentasi Spontan Dan Penggunaan Kultur (*Lactobacillus plantarum*) Pada Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum L.*)**" ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menghaturkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada **Dr. Ir. Mariyati bilang, DEA** dan **Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS** selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, kritikan, saran dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Tak lupa pula ucapan dan terima kasih kepada **Prof. Dr. Ir. H. Jalil Genisa, MS** dan **Ir. Nandi K. Sukendar, M.App.Sc** yang telah meluangkan waktunya selaku penguji guna memberikan masukan dan petunjuk menuju kesempurnaan skripsi ini.

Melalui kesempatan yang berharga ini, penulis tak lupa pula mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua Jurusan dan Staf Dosen beserta seluruh karyawan Jurusan Teknologi Pertanian yang telah banyak memberikan pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan.

2. Dekan Fakultas Pertanian dan para Wakil Dekan, Karyawan dan Staf dalam lingkup Fakultas Pertanian atas bantuannya dalam penyelesaian berkas-berkas selama penulis menempuh pendidikan.
3. Ketua Panitia Seminar, Bapak **Februadi Bastian, STP., M.Si** atas bantuannya dalam penyelenggaraan seminar proposal dan hasil.
4. Ketua Panitia Ujian Sarjana, Bapak **Ir. Nandi K. Sukendar, M.App.Sc** atas bantuannya dalam penyelesaian berkas-berkas ujian sarjana dan dukungannya yang luar biasa.
5. Semua pihak, termasuk Laboran **Ibu Ati dan Ibu Yuli**, yang terlibat dalam membantu penyelesaian skripsi ini mulai dari awal penelitian hingga skripsi tersebut selesai ditulis.

Penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna, sama halnya dengan skripsi ini yang masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan skripsi ini ke depannya.

*Ketika kita sepakat untuk jalan bersama
Maka, setiap gerak adalah tari, setiap suara adalah lantunan lagu
Dan setiap wajah adalah lukisan
Maka, setiap tempat adalah sekolah dan setiap orang adalah guru*

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang besar nantinya. Secara umum, tentunya bagi para pembaca dan khususnya kepada penulis sendiri. Amin.

Makassar, Januari 2014

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Ayahanda terkasih **(Almarhum) H. Syamsuddin Sangkala** dan Ibunda **Hj. Ramlah Amin, S.TP** tercinta yang dengan penuh ketulusan dan kasih sayang selama ini telah membimbing dan membesarkan ananda (penulis) serta senantiasa sabar dalam menerima keluh kesah ananda, tiada pernah putus untuk memberikan dukungan baik materi maupun moril, utamanya doa yang luar biasa untuk ananda yang tak akan ternilai harganya. Tak lupa pula untuk saudara-saudaraku terkasih, **Winda Widyastuti** dan **IIN KARLINA PRATIWI** serta nenekku yang tersayang **AMINAH TAHIR** yang terus memotivasi kakanda untuk sukses dalam menyelesaikan skripsi ini.

You are the BEST Family I ever have..thank you. ☺

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih kepada **ASWAR ASKAR** yang tersayang yang senantiasa ada, menemani, mendukung, selalu bersabar dan menjadi penyemangat penulis selama ini, dari awal perjalanan bahkan hingga skripsi ini terselesaikan.

Thanks a lot, my boyfriend... ☺

Sepupu tersayang **DHIA, DAMA, ANI, DIDIN, SUL, JAYA, DILLA, KIKI** yang selalu mendukung penulis selama ini.

Thanks a lot, my dear... ☺

Sahabat terbaik **RISKA VIVI ALFIRA SYAM** yang selalu ada, menemani, dan mendukung penulis selama ini, dari awal perjalanan bahkan hingga skripsi ini terselesaikan.

Thanks a lot, my bestfriend... ☺

Sahabat seperjuangan “**RISKA VIVI ALFIRA SYAM, UMMU FARAH FADILLAH, HASRIANI, SURYA ASHAR AKBAR**” yang mewarnai hari-hari penulis di kampus, mulai dari awal perkuliahan, penelitian, hingga tahapan skripsi dan terus saling menyemangati satu sama lain hingga akhirnya penulis selesai.

Thanks, dear... ☺

Teman-teman terkasih penulis ucapkan kepada teman-teman yang selalu hadir disetiap keluh kesah dan pemberi dukungan dan bantuannya **ERWIN WIJAYA, RARA, AMEL, SIKEMBAR AMEL DAN WULAN, RERE, ANI PANGKAT DUA, VANO, YOLANDA FRANSISKA S.TP, MUKARAMMAH LUBIS S.TP, KHUSNUL YATIM SALMAN S.TP, MUSDALIFAH UMAR S.TP, JOHN FISHER, MUHPIDAH S.TP, MUSTAR S.TP, IN SRIKANDI S.TP, RAHMADANA S.TP, NUR ALIYAH, SUHARTONO AKKAS, FADLYL HASQIAL, ASRIYANTI S.TP, HASRAYANTI S.TP, HUSAIN HASAN, ABDUL HALIM DAN KAMIKASE SOSEK 09** dan teman-teman lain yang tidak sempat saya sebutkan namanya satupersatu. Terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, pengertian, dan semangatnya selama ini kepada penulis. Dan terima kasih juga buat Anak-Anak **ITP 09 “THE TE_XA** semoga apa yang kita lalui

bersama dapat menjadi sebuah kenangan yang tak terlupakan, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat serta hidayah-NYA kepada kita semua.

Thanks, dear... 😊

Teman-teman/Saudara(i) **Tekpert 09 "OBOR"** atas bantuan dan kerjasamanya selama ini, maaf selalu merepotkan.

Thanks, to be my brothers and sisters... 😊

Warga KMJ TP UH, kakanda dan adinda yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini. 😊😊😊



RIWAYAT HIDUP PENULIS

Noviyanti. S atau biasa dipanggil dengan Novi atau No' lahir di Ujung Pandang, 14 November 1991. Penulis dilahirkan oleh pasangan (Alm.) H. Syamsuddin Sangkala dan Hj. St. Ramlah Amin, S.TP dan merupakan anak sulung dari tiga

bersaudara.

Pendidikan formal yang pernah dijalani adalah:

1. TK LAYANG MAKASSAR (1996-1997)
2. SD NEGERI MANDAI MAKASSAR (1997 – 2003)
3. SMP NEGERI 9 MAKASSAR (2003 – 2006)
4. SMA NEGERI 6 MAKASSAR (2006 – 2009)
5. Pada tahun 2009 penulis diterima diperguruan tinggi negeri Universitas Hasanuddin melalui jalur SNMPTN pada Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas dengan nim G311 09 268 Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar (2009 – 2014).

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3-4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Cabai Merah keriting (<i>Capsicum annum L.</i>)	5
B. Capsaicin dan Capsaicinoid	6
C. Fermentasi	8
D. Bakteri Asam Laktat (BAL)	11
E. Fermentasi Sayuran	16
F. Bakteriosin.....	17
G. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Pertumbuhan Mikroba.	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Posedur Kerja Penelitian	23
D. Perlakuan Penelitian	26

E. Parameter Pengamatan	26
F. Metode Analisa.....	26
G. Pengolahan Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
1. Penelitian Pendahuluan.....	31
2. Penelitian utama.....	32
a. pH	33
b. Total Asam Titrasi (TAT)	34
c. Total Mikroorganisme.....	36
d. Perubahan Total Bakteri Asam laktat (BAL)	38
e. Tahapan Perubahan Genus Bakteri Asam Laktat (BAL).....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	49
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

NO	JUDUL	HALAMAN
1.	Kandungan Gizi Cabai Merah Keriting Dalam 100 gram	6
2.	Hasil Perhitungan Nilai pH dan Total Asam Titrasi (TAT) Pada Fermentasi Cabai Merah Keriting	31
3.	Hasil Uji Genus Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Pada Cabai Merah Keriting Fermentasi Spontan (A ₁)	40
4.	Hasil Uji Genus Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Pada Cabai Merah Keriting Fermentasi Yang Menggunakan Kultur Murni <i>Lactobacillus plantarum</i> (A ₂).....	42

DAFTAR GAMBAR

NO	JUDUL	HALAMAN
1.	Siklus Krebs / Siklus TCA.....	10
2.	Proses Fermentasi Spontan cabai Merah keriting (A ₁)	24
3.	Proses Fermentasi Penggunaan Kultur Murni <i>Lactobacillus plantarum</i> (A ₂).....	25
4.	Hubungan Lama Fermentasi Dengan Nilai pH Yang Terdapat Pada Fermentasi Cabai Merah keriting	33
5.	Hubungan Lama Fermentasi Dengan Total Asam tertitiasi Yang Terdapat Pada Fermentasi Cabai Merah keriting	35
6.	Hubungan Lama Fermentasi Dengan Perubahan Total Mikroorganisme Yang Terdapat Pada Cabai Merah keriting Fermentasi spontan	36
7.	Hubungan Lama Fermentasi Dengan Perubahan Total Bakteri Asam Laktat Yang Terdapat Pada Fermentasi Cabai Merah keriting	38
8.	Cabai Merah keriting Segar.....	56
9.	Cabai Merah Keriting (Setelah Dipisahkan Tangkai dan Dicuci) Dalam Toples.....	56
10.	Fermentasi Cabai Merah keriting Fermentasi Spontan.....	57
11.	Fermentasi Cabai Merah keriting Penggunaan Kultur	57
12.	Analisa pH Terhadap Larutan Cabai merah Keritng Terfermentasi.....	57
13.	Analisa Total Asam Tertitiasi Terhadap Larutan Cabai Merah Keritng Terfermentasi	57
14.	Analisa Total Mikroba Terhadap Larutan Cabai merah Keritng Terfermentasi.....	58
15.	Pipet Volume 9 mL Yang telah Disterilisasi	58

16. Cawan Petri Yang Telah Disterilisasi	58
17. Tabung Reaksi Yang Berisi Larutan NaCL.....	58
18. Erlenmeyer Yang Berisi Media	59
19. Cawan Petri Yang Berisi Mikroba Pengenceran 10^{-7}	59
20. Cawan Petri Yang Berisi Mikroba Pengenceran 10^{-8}	59
21. Analisa Morfologi Terhadap Bakteri Asam laktat	59

DAFTAR LAMPIRAN

NO	JUDUL	HALAMAN
1.	Hasil Analisa Nilai pH Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	54
2.	Hasil Analisa Nilai Total Asam Titrasi Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	54
3.	Hasil Analisa Total Angka Lempeng Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	55
4.	Hasil Analisa Total Kapang dan Khamir Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	55
5.	Hasil Analisa Total Bakteri Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	55
6.	Hasil Analisa Total Bakteri Asam Laktat Cabai Merah Keriting Selama Fermentasi 0 Sampai 72 Jam	56
7.	Profil Cabai Merah keriting Fermentasi	56

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsumsi cabai di Indonesia rata-rata sebesar 4,6 kg per kapita per tahun. Permintaan yang cukup tinggi dan relatif kontinu serta cenderung terus meningkat ini memberi dorongan kuat masyarakat luas terutama petani dalam pengembangan komoditi cabai (Hartuti, 1996). Cabai merupakan produk hortikultura yang mudah rusak dan merupakan tanaman bermusim. Untuk mengantisipasi menurunnya harga cabai, diperlukan teknologi pengolahan cabai, yang selain dapat memberi nilai tambah bagi petani, juga dapat membuka lapangan kerja. Bentuk olahan cabai yaitu bentuk olahan setengah jadi dan bentuk olahan langsung jadi, misalnya saus cabai (Nasrullah, 2011).

Fermentasi merupakan kegiatan mikrobial sebagai biokatalis pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikrobial yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. Proses fermentasi dapat terjadi secara spontan maupun dengan fermentasi menggunakan kultur murni. Fermentasi spontan merupakan fermentasi yang tidak ditambahkan mikroorganisme sebagai starter/inokulum atau ragi (Anonim, 2013c).

Fermentasi yang menggunakan kultur murni mikroorganisme digunakan dalam fermentasi untuk mendapatkan sifat dan karakteristik yang diketahui dengan pasti sehingga produk yang dihasilkan memiliki stabilitas kualitas yang jelas. Usaha untuk menghasilkan kultur murni bakteri asam laktat (BAL) yaitu melakukan fermentasi ditambah kultur murni (BAL). Peran bakteri asam laktat (BAL) dalam bahan pangan yaitu sebagai pengawet, H_2O_2

menghambat *Candida albicans* (patogen) oleh substansi yang diperoleh *Lactobacillus*, asam-asam amino aromatik dan asam organik lain hasil pemecahan bakteri asam laktat (BAL) dapat menghilangkan efek racun (detoksifikasi) didalam hati. CO₂ yang dihasilkan oleh BAL dapat berperan sebagai antimikroba, peran CO₂ sebagai pelindung (pengawet) sangat penting pada produk fermentasi sayuran untuk mencegah pertumbuhan jamur (anonim, 2013d).

Bakteri asam laktat (BAL) sudah lama digunakan sebagai starter didalam produksi pangan fermentasi, termasuk didalamnya *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* dan *Streptococcus thermophilus*. Hal ini berlangsung secara alamiah maupun secara spontan karena ketersediaan nutrisi, kondisi lingkungan, starter bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan terus menerus di evaluasi agar dapat beradaptasi dengan lingkungan, mampu menghasilkan bakteriosin, khususnya untuk mengontrol (menghambat) *Listeria monocytogenes*. Bakteriosin merupakan senyawa protein yang bersifat antimikroba, mempunyai berat molekul rendah, kationik, molekul amfifilik, cenderung untuk beagregasi dan ramah terhadap organisme produsennya (BAL) : *Collisin*, *Defensius*, *Cecropins* dan *magainin*, mirip antibiotik dan proteinnya bersifat bakteriosidal (Amin dan Leksono, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis mikroorganisme khususnya bakteri asam laktat (BAL) yang berperan dalam fermentasi yang lingkungannya dikondisikan dan yang ditambah kultur murni *Lactobacillus plantarum* pada cabai merah keriting.

B. Rumusan Masalah

Bakteri asam laktat dapat diketahui dengan beberapa macam uji (pewarnaan gram, uji endospora, uji katalase) dan mempunyai sifat homofermentatif dan sifat heterofermentatif. Bakteri asam laktat (BAL) yang tumbuh didalam sayuran dan buah-buahan dapat berbeda sifat yang disebabkan oleh kandungan atau komposisi sayuran dan buah-buahan tersebut. Beberapa kelompok bakteri pathogen dan penyebab kerusakan pada bahan pangan dapat dicegah atau di inaktifkan oleh bakteri asam laktat, selama memberi flavour yang khas pada bahan pangan dari proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat tersebut. Sifat-sifat tersebut diatas ini menjadi latar belakang dilakukan penelitian identifikasi bakteri asam laktat (BAL) yang terdapat didalam cabai fermentasi khususnya cabai merah keriting.

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi jenis mikroorganisme khususnya bakteri asam laktat yang berperan didalam fermentasi spontan dan fermentasi menggunakan kultur *Lactobacillus plantarum* cabai merah keriting.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Menguji pH dan Total Asam Titrasi pada cabai merah keriting yang di fermentasi spontan dan fermentasi menggunakan kultur *Lactobacillus plantarum* selama 0, 24, 48, 72 jam untuk mengetahui bahwa terjadi proses fermentasi pada cabai.

2. Melakukan uji morfologi bakteri asam laktat (BAL) dengan metode pewarnaan gram, uji katalase, identifikasi bakteri asam laktat dan uji endospora dibawah mikroskop.
3. Mengidentifikasi genus dari bakteri asam laktat yang diisolasi berdasarkan rujukan pustaka.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melihat tahapan pertumbuhan mikroorganisme fermentatif dan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) pada fermentasi cabai merah keriting.
2. Mendapatkan isolat bakteri asam laktat alamiah dari fermentasi cabai merah keriting yang dapat berfungsi sebagai starter untuk bahan pangan lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.)

Cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran penting. Buahnya dikenal sebagai bahan penyedap dan pelengkap berbagai menu masakan khas di Indonesia. Karenanya, hampir setiap hari produk ini dibutuhkan. Varietas cabai besar umumnya diberi nama berdasarkan tempat tanaman ini dibudidayakan. Misalnya, *Capsicum annum* L dari Brastagi, Semarang, Indragiri, dan Pemanukan. Buah cabai besar berukuran panjang 6-10 cm, diameter 0,7-1,3 cm (Nawangsih, dkk, 1994).

Klasifikasi cabai merah keriting menurut Wiryanta (2006) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub Divisio : *Angiospermae*
Classis : *Dicotyledonae*
Ordo : *Solanales*
Familia : *Solanaceae*
Sub Familia : *Solanaceae*
Genus : *Capsicum*
Spesies : *Capsicum annum* L.

Cabai atau cabe merah keriting atau lombok (bahasa Jawa) adalah tumbuhan anggota genus *Capsicum*. Buahnya dapat digolongkan sebagai sayuran maupun bumbu, tergantung bagaimana digunakan. Cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang

memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Cabai mengandung berbagai senyawa yang berguna bagi kesehatan manusia (Anonim, 2013a). Cita rasa pedas pada cabai disebabkan adanya senyawa *capsaicin*. Tingkat kepedesan cabai berbeda-beda sesuai dengan jenisnya. Tingkat kepedesan cabai besar secara garis besar dapat dikelompokkan seperti cabai sangat pedas, cabai kepedesan pertengahan bubuk, cabai kepedesan, dan cabai kurang pedas berdasarkan skala scoville (Nawangsih, *dkk*, 1994).

Kandungan gizi yang terdapat pada cabai merah keriting segar dapat dilihat pada tabel berikut (Anonim, 2013a) :

Tabel 01. Kandungan gizi cabai merah keriting segar dalam 100 gr

No	Jenis zat	Kadar
1	Kadar air	90,9%
2	Kalori	31 kal
3	Protein	1 g
4	Lemak	0,3 g
5	Karbohidrat	7,3 g
6	Kalsium	29 mg
7	Fosfor	24 mg
8	Besi	0,5 mg
9	Vitamin A	470 SI
10	Vitamin C	18 mg
11	Vitamin B1	0,05 mg
12	Berat yang dapat dimakan	85%

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes RI (1981).

B. Capsaicin dan Capsaicinoid

Capsaicin merupakan alkaloid yang terdapat dalam cabai. Nama kimia capsaicin adalah (E)-N-(4-hidroksi-3-retoksiphenilmetil) 8-metil-6 noneamida; trans-8 metil-N-Vinilil-6-noneamida; $C_{18}H_{27}NO_3$. Capsaicin sebagai salah satu senyawa kimia yang terkandung di dalam cabai selain dapat memicu keluarnya keringat, senyawa ini juga dapat menyebabkan iritasi pada lidah

berupa rasa panas. Inilah apa yang kita sebut sebagai "rasa" panas. Cabai berasa pedas karena mengandung zat capsaicin (senyawa oleoresin) yang terdapat pada daging buah, biji atau dalam plasenta tempat melekatnya biji, sehingga banyak digunakan sebagai penyedap dan menimbulkan nafsu makan pada berbagai masakan (Makfoeld, 1983; Purseglove, et al., 1981; Setiadi, 1992).

Capsaicinoid meliputi capsaicin, dihydrocapsaicin, norcapsaicin, nordihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin, homocapsaicin, nonivamide (Krajewska, 1987). Capsaicin merupakan komponen aktif yang menghasilkan panas dalam cabai. Capsaicin bersifat iritan terhadap mamalia termasuk manusia, dan menimbulkan rasa terbakar dan panas pada jaringan manapun yang tersentuh. Capsaicin mempunyai nilai ekonomis yang tinggi pada bidang farmasi. Semakin tinggi kadar capsaicin maka semakin baik kualitasnya sebagai sediaan farmasi. Selain itu cabai mengandung minyak atsiri, yaitu capsicol. Capsicol juga dapat menggantikan fungsi minyak kayu putih, kandungan bioflavonoids yang terdapat dalam cabai dapat menyembuhkan penyakit polio serta menyembuhkan peradangan akibat udara dingin. Dalam bidang farmasi selain untuk meredakan rasa sakit atau nyeri, capsaicin juga dikenal memiliki aktivitas anti kanker. Dalam cabai (*Capsicum annum*, *Capsicum frutescens* dan beberapa spesies lainnya), gugus senyawa yang memicu sensasi pedas adalah capsaicinoid. Gugus senyawa ini bisa diisolasi dengan ekstraksi pelarut (Surh, 2002).

C. Fermentasi

Fermentasi dapat didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim dari beberapa bakteri, khamir, dan jamur. Contoh perubahan kimia dari fermentasi meliputi pengasaman susu, dekomposisi pati, dan gula menjadi alkohol dan karbondioksida, serta oksidasi senyawa nitrogen organik (Hidayat, 2006).

Secara sederhana, proses biokimia fermentasi dapat dijelaskan bahwa hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO₂, dan energi (ATP) yang digunakan untuk kegiatan pertumbuhan. Hasil penguraian adalah energi, CO₂, air, dan sejumlah asam organik lainnya seperti asam laktat, asam asetat, etanol, serta bahan-bahan organik yang mudah menguap yakni alkohol, ester, dan sebagainya (Muchtadi, 2010).

Fermentasi cabai hampir sama dengan fermentasi pada pembuatan sayur asin. Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Fermentasi sayur asin sangat sensitif terhadap suhu, jika konsentrasi asam yang dikehendaki telah tercapai, maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi. Pada pembuatan sayur asin terdapat tiga macam mikroba yang akan mengubah gula dari kubis menjadi asam asetat, asam laktat dan hasil hasil lainnya. Mikroba tersebut adalah *Leuconostoc Mesentroides*, *Lactobacillus Cucumeris*, dan *Lactobacillus Pentoaceticus*. *Leuconostoc* mempunyai suhu optimum yang lebih tinggi. Pada suhu diatas 21°C, *Leuconostoc* tidak dapat tumbuh sehingga tidak

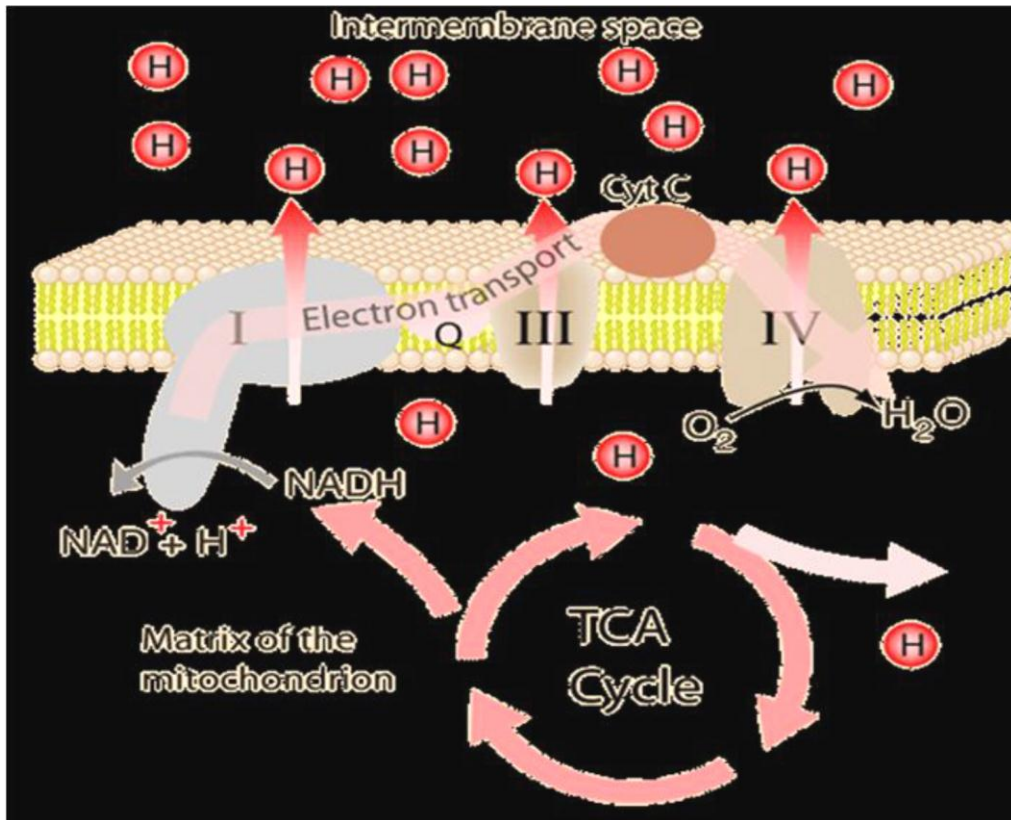
terbentuk asam asetat, tetapi pada suhu ini akan diproduksi bakteri asam laktat oleh *Lactobacillus*. Penambahan garam akan menyebabkan pengeluaran air dan gula dari sayur-sayuran dan menyebabkan timbulnya bakteri asam laktat (Septiadi, 2000).

Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif (sebagian besar hasil akhir merupakan asam laktat) dan heterofermentatif (hasil akhir berupa asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂). Secara garis besar, keduanya memiliki kesamaan dalam mekanisme pembentukan asam laktat, yaitu piruvat akan diubah menjadi laktat (atau asam laktat) dan diikuti dengan proses transfer elektron dari NADH menjadi NAD⁺. Pola fermentasi ini dapat dibedakan dengan mengetahui keberadaan enzim-enzim yang berperan di dalam jalur metabolisme glikolisis. Pada heterofermentatif, tidak ada aldolase dan heksosa isomerase tetapi menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO₂ (Boukes, G.J; Venter; Oostuizen, 2008). Metabolisme heterofermentatif dengan menggunakan heksosa (golongan karbohidrat yang terdiri dari 6 atom karbon) akan melalui jalur heksosa monofosfat atau pentosa fosfat sedangkan homofermentatif melibatkan aldolase dan heksosa aldolase namun tidak memiliki fosfoketolase serta hanya sedikit atau bahkan sama sekali tidak menghasilkan CO₂. Jalur metabolisme dari yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan *Embden-Meyerhof-Pathway* (Anonim, 2013b).

Respirasi aerob adalah proses reaksi kimia yang terjadi apabila sel menyerap O₂, menghasilkan CO₂ dan H₂O. Respirasi dalam arti yang lebih khusus adalah proses penguraian glukosa dengan menggunakan O₂,

menghasilkan CO_2 , H_2O , dan energi (dalam bentuk energi kimia, ATP) (prescott dan dunn, 1959).

Siklus krebs atau siklus TCA dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 01. Siklus krebs / siklus TCA

Di dalam industri, fermentasi diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk oleh massa sel mikrobia, termasuk juga proses anabolisme pembentukan sel (komponen) dengan fermentasi asam sitrat secara aerob. Asam sitrat merupakan produk metabolit primer yang terbentuk dari siklus TCA. Glukosa merupakan sumber karbon utama dalam produknya. Pada sebagian besar mikroba 80% dipecah melalui reaksi-reaksi dalam lintasan Embelen Meyakof Parnas (EMP). Asam piruvat yang merupakan produk akhir dari lintasan EMP adalah dioksidasi lebih lanjut kemudian dengan bantuan enzim dikarboksilase membentuk

asetat. Asetat yang terbentuk berikatan dengan koenzim A menghasilkan Acetyl-CoA yang kemudian berkondensasi dan oksiloasetat membentuk asam sitrat dengan bantuan enzim pengkondensasi sitrat sintesa (Prescott et al, 1959).

D. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang bersifat gram positif, tidak membentuk spora, dan dapat terbentuk koki, kokobasili atau batang, katalase negatif, non-motil atau sedikit motil, mikroaerofilik sampai anaerob, toleran terhadap asam, kemoorganotrofik, dan membutuhkan suhu mesofilik (Salminen dan Von Wright, 1998).

Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3 sampai dengan 4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Efektivitas BAL dalam menghambat bakteri pembusuk dipengaruhi oleh kepadatan BAL, strain BAL, dan komposisi media. Selain itu, produksi substansi penghambat dari BAL dipengaruhi oleh media pertumbuhan, pH, dan temperatur / suhu lingkungan (Amin dan Leksono, 2001).

Lactobacillus terdiri dari homofermentatif dan heterofermentatif. Koloni pada media agar biasanya 2-5 mm, cembung, entire, berwarna putih atau kuning dan tanpa pigmen, kemoorganotrof, metabolismenya adalah fermentatif. Hal ini disebabkan karena sebagian kecil produk akhir karbon adalah laktat, tidak menghasilkan nitrat, gelatin tidak menjadi cair, sitokrom negatif, katalase negatif dan oksidase positif. Tumbuh optimum pada suhu

30-40°C. *Lactobacillus* tersebar luas dilingkungan, terutama pada hewan dan produk makanan sayur-sayuran (Schlegel, G. Hans. 1993).

Pada bakteri ini dikenal dua golongan, yaitu mikroba homofermentatif dan mikroba heterofermentatif. Golongan homofermentatif dalam proses fermentasi hanya menghasilkan asam laktat sebagai hasil akhir, sedangkan yang heterofermentatif selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan CO₂, sedikit asam-asam organik lainnya, alkohol, dan ester. Bakteri asam laktat golongan homofermentatif contohnya genus *Lactobacillus*, sedangkan bakteri asam laktat golongan heterofermentatif contohnya *Streptococcus* (Anonim, 2011).

Bakteri gram positif berwarna ungu sedangkan bakteri gram negatif berwarna merah muda. Hal tersebut didasarkan atas perbedaan komposisi dinding sel yang dimiliki keduanya. Gram positif terbentuk karena asam-asam ribonukleat pada sitoplasma sel-sel membentuk ikatan yang lebih kuat dengan kompleks ungu kristal violet, sehingga ikatan kimiawi tersebut tidak mudah dipecahkan oleh pemucat warna (Sudarsono, 2008).

Sel gram positif mempunyai dinding dengan lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dari sel gram negatif. Bakteri gram negatif mengandung lipid dan lemak dalam persentase yang lebih tinggi daripada bakteri gram positif. Dinding sel bakteri gram negatif terdiri dari 5-20% peptidoglikan, selebihnya adalah polisakarida, sedangkan dinding sel bakteri gram positif mengandung 90% peptidoglikan selebihnya adalah asam teikoat. Sel bakteri gram positif terlihat berwarna ungu, karena dapat membentuk ikatan kompleks dengan pewarna pertama yaitu kompleks ungu kristal iodium. Pada sel bakteri gram negatif pemberian larutan alkohol 95% dapat meningkatkan porositas dinding

sel dengan melarutkan lipid pada membran luar, sehingga kompleks ungu kristal iodium akan terlepas dan sel menjadi tidak berwarna. Selanjutnya, sel akan berwarna merah karena terwarnai oleh warna pembanding yaitu safranin (Madigan, 2011).

Beberapa jenis bakteri asam laktat antara lain sebagai berikut (Sumanti, 2008):

- a. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semuanya ini adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat (coccus) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.
- b. *Pediococcus cerevisae*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempat (tetrads). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bir dan anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
- c. *Leuconostoc mesenteroides* dan *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperanan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir.
- d. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. 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.

Secara spesifik, salah satu jenis BAL yaitu *Lactobacillus* sp merupakan jenis bakteri yang cukup populer karena selain dapat digunakan dalam produksi asam laktat juga banyak berperan dalam fermentasi pangan seperti yogurt, sauerkraut, dan juga produk probiotik yang saat ini banyak diminati masyarakat. Probiotik merupakan mikrobial yang dikonsumsi untuk mengatur keseimbangan flora usus (Hidayat, 2006).

Bakteri terdapat dua macam yaitu bakteri positif dan bakteri negatif. Bakteri gram positif berwarna ungu atau ungu kebiru-biruan sedangkan bakteri gram negatif berwarna merah atau merah muda. Hal tersebut didasarkan atas perbedaan komposisi dinding sel yang dimiliki keduanya. Gram positif terbentuk karena asam-asam ribonukleat pada sitoplasma sel-sel membentuk ikatan yang lebih kuat dengan kompleks ungu kristal violet, sehingga ikatan kimiawi tersebut tidak mudah dipecahkan oleh pemucat warna (Anonim, 2013f).

Sel gram positif mempunyai dinding dengan lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dari sel gram negatif. Bakteri gram negatif mengandung lipid dan lemak dalam persentase yang lebih tinggi daripada bakteri gram positif. Dinding sel bakteri gram negatif terdiri dari 5-20% peptidoglikan, selebihnya adalah polisakarida, sedangkan dinding sel bakteri gram positif mengandung 90% peptidoglikan selebihnya adalah asam teikoat. Sel bakteri gram positif terlihat berwarna ungu, karena dapat membentuk ikatan kompleks dengan pewarna pertama yaitu kompleks ungu kristal iodine. Pada sel bakteri gram negatif pemberian larutan alkohol 95% dapat meningkatkan porositas dinding sel dengan melarutkan lipid pada membran luar, sehingga kompleks ungu kristal iodine akan terlepas dan sel menjadi tidak berwarna. Selanjutnya, sel

akan berwarna merah karena terwarnai oleh warna pembanding yaitu safranin (Madigan, 2011).

Berkaitan tentang manfaat, sebagian bakteri asam laktat berpotensi memberikan dampak positif bagi kesehatan dan nutrisi manusia. Bakteri asam laktat dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain dengan memproduksi protein yang disebut bakteriosin. Salah satu contoh bakteriosin yang dikenal luas adalah nisin, diproduksi oleh *Lactobacillus lactis* sp. Nisin dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, yaitu *Bacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, dan *Listeria*. Senyawa bakteriosin yang diproduksi BAL dapat bermanfaat karena menghambat bakteri patogen yang dapat merusak makanan ataupun membahayakan kesehatan manusia, sehingga keamanan makanan lebih terjamin. Selain bakteriosin, senyawa antimikroba (penghambat bakteri lain) yang dapat diproduksi oleh BAL adalah hidrogen peroksida, asam lemah, reuterin, dan diasetil. Senyawa-senyawa tersebut juga berfungsi untuk memperpanjang masa simpan dan meningkatkan keamanan produk pangan. Bakteri asam laktat (BAL) menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) untuk melindungi selnya terhadap keracunan oksigen. Namun H_2O_2 dapat bereaksi dengan senyawa lain (contohnya tiosianat endogen dalam susu mentah) hingga menghasilkan senyawa penghambat mikroorganisme lain. Mekanisme ini disebut sebagai sistem anti mikroba laktoperoksidase. BAL tetap dapat hidup sedangkan bakteri lain, termasuk bakteri pembusuk makanan yang merugikan akan mati. Reuterin adalah senyawa anti mikrobial efektif untuk melawan berbagai jenis bakteri (bersifat spektrum luas), yang diproduksi oleh *Lactobacillus reuteri* selama pertumbuhan anaerobik terjadi dengan keberadaan gliserol. Diasetil

adalah senyawa yang menentukan rasa dan aroma mentega, serta aktif melawan bakteri gram negatif, khamir, kapang. Bakteri asam laktat juga dikonsumsi manusia dan hewan sebagai bakteri probiotik, yaitu bakteri yang dimakan untuk meningkatkan kesehatan atau nutrisi tubuh (Anonim, 2013b).

E. Fermentasi Sayuran

Fermentasi sayuran berlangsung secara selektif dan spontan. Dalam fermentasi spontan perlu diperhatikan kondisi lingkungan yang memungkinkan pertumbuhan mikroba pada bahan organik yang sesuai. Mutu hasil fermentasi sayuran tergantung pada jenis sayuran, mikroba yang bekerja, konsentrasi garam, suhu dan waktu fermentasi, komposisi substrat, pH, dan jumlah oksigen. Pada awal fermentasi asam laktat, bakteri yang tumbuh pertama adalah *Leuconostoc mesenteroides* yang akan menghambat pertumbuhan bakteri awalnya dan meningkatkan produksi asam dan karbondioksida sehingga menurunkan pH dan tercipta kondisi yang anaerobic. Fermentasi dilanjutkan oleh jenis-jenis bakteri yang lebih tahan terhadap pH rendah, yaitu *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cereviseae*, *Lactobacillus plantarum*. Bakteri-bakteri ini menghasilkan asam laktat, CO₂ (karbon dioksida), etanol, asam asetat, *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri yang paling tahan terhadap asam dan pH rendah sehingga merupakan mikroba akhir yang dapat tumbuh. Bakteri ini juga penghasil asam laktat terbanyak (Anonim, 2013e).

F. Bakteriosin

Bakteriosin adalah senyawa peptida antimikroba yang mudah didegradasi oleh enzim proteolitik dalam sistem pencernaan manusia dan hewan. Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat sangat menguntungkan dalam industri makanan terutama dalam produk makanan hasil fermentasi, karena aktivitasnya yang mampu menghambat pertumbuhan beberapa bakteri kontaminan penyebab pembusukan dan penyakit yang ditularkan melalui makanan (*food borne illness*). Penambahan bakteriosin dalam makanan selain untuk mencegah terjadinya pembusukan, juga untuk memperpanjang waktu penyimpanan makanan dan menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen. Bakteriosin yang berasal dari bakteri asam laktat dan digunakan sebagai biopreservatif mempunyai beberapa keuntungan yaitu (Sri, 2009):

1. Bakteriosin bukan bahan toksik dan mudah mengalami biodegradasi karena merupakan senyawa protein.
2. Penggunaan bakteriosin tidak membahayakan mikroflora usus karena mudah dicerna oleh enzim-enzim dalam saluran pencernaan.
3. Penggunaan bakteriosin dalam industri makanan dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet makanan.
4. Penggunaan bakteriosin sangat fleksibel; dapat berupa strain kultur bakteri penghasil bakteriosin atau senyawa bakteriosin yang telah dipurifikasi atau semipurifikasi.

Selain bakteriosin, senyawa antimikroba (penghambat bakteri lain) yang dapat diproduksi oleh BAL adalah hidrogen peroksida, asam lemah, reuterin, dan diasetil. Senyawa-senyawa tersebut juga berfungsi untuk

memperpanjang masa simpan dan meningkatkan keamanan produk pangan. BAL menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) untuk melindungi selnya terhadap keracunan oksigen. Namun, H_2O_2 dapat bereaksi dengan senyawa lain (contohnya tiosianat endogen dalam susu mentah) hingga menghasilkan senyawa penghambat mikroorganisme lain. Mekanisme ini disebut sebagai sistem antimikroba laktoperoksidase. Asam laktat dan asam lemah lain yang dihasilkan BAL dapat memberikan efek bakterisidal untuk bakteri lain karena pH lingkungan dapat turun menjadi 3-4,5. Pada pH tersebut, BAL tetap dapat hidup sedangkan bakteri lain, termasuk bakteri pembusuk makanan yang merugikan akan mati (Anonim, 2011).

Reuterin adalah senyawa antimikrobal efektif untuk melawan berbagai jenis bakteri yang diproduksi oleh *Lactobacillus reuteri* selama pertumbuhan anaerobik terjadi dengan keberadaan gliserol sementara itu diasetil adalah senyawa yang menentukan rasa dan aroma mentega, serta aktif melawan bakteri gram negatif yaitu khamir dan kapang. Sebagian BAL dapat mengurangi jumlah bakteri patogen secara efektif pada hewan ternak, contohnya bakteri jahat *E. coli* dan *Salmonella* (Anonim, 2013a).

Disamping itu, BAL juga dikonsumsi manusia dan hewan sebagai bakteri probiotik, yaitu bakteri bakteri yang dimakan untuk meningkatkan kesehatan atau nutrisi tubuh. Beberapa spesies BAL merupakan probiotik yang baik karena dapat bertahan melewati pH lambung yang rendah dan menempel atau melakukan kolonisasi usus. Akibatnya, bakteri jahat di usus akan berkurang karena kalah bersaing dengan BAL (Anonim, 2013c).

G. Faktor - Faktor yang Berpengaruh Terhadap Pertumbuhan Mikroba

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme antara lain meliputi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik, faktor proses, dan faktor implisit. Faktor intrinsik meliputi pH, aktivitas air (*activity of water*, a_w), kemampuan mengoksidasi-reduksi, kandungan nutrien, bahan antimikroba, dan struktur bahan makanan. Faktor ekstrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu penyimpanan, kelembaban, tekanan gas (O_2), cahaya dan pengaruh sinar ultraviolet. Meningkatnya jumlah asam laktat, selain menurunkan nilai pH juga akan mempengaruhi nilai total asam tertitiasi (Fardiaz, 1989).

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika gen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari tersebut akan hilang. Pada keadaan ini mikroba proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak. Dalam hal ini mula mula adalah *Streptococcus lactis* sehingga dapat menghasilkan asam laktat, tetapi pertumbuhan selanjutnya dari bakteri ini akan terhambat oleh keamsamaan yang dihasilkannya sendiri. Oleh karena itu bakteri tersebut akan menjadi inaktif sehingga kemudian akan tumbuh bakteri jenis *Lactobacillus* yang lebih toleran terhadap asam daripada *Streptococcus*. *Lactobacillus* juga akan menghasilkan asam lebih banyak lagi sampai jumlah tertentu yang dapat menghambat pertumbuhannya, selama pembentukan asam tersebut pH akan menurun (Suharto, 1994).

Kadar asam yang dihasilkan berkisar antara 0,8 sampai 1,5% (dinyatakan sebagai asam laktat). Sayur-sayuran setelah persiapan yang memadai, kemudian direndam dalam larutan garam 3-10% dimana dalam

kondisi anaerobik yang terbentuk, organisme-organisme pembentuk asam laktat berkembang menyebabkan terhambatnya organisme-organisme pembusuk, untuk jangka waktu beberapa minggu tergantung keadaannya. konsentrasi garam yang ditambahkan untuk pembuatan sayur asin adalah 2,25-2,5% (Anonim, 2011).

Kadar garam harus dipertahankan selama proses fermentasi, karena garam menarik air dari jaringan sayuran, maka selama proses fermentasi secara periodik ditambahkan garam pada media fermentasi. Kecepatan fermentasi juga dipengaruhi oleh kadar garam. Pada umumnya makin tinggi konsentrasi garam makin lambat proses fermentasi. Untuk fermentasi pendek sebaiknya digunakan larutan garam 2-10% agar laju fermentasi berkisar antar sedang dan cepat. Konsentrasi medium melebihi 20% tidak dianjurkan, karena menghasilkan produk yang keriput dan menyebabkan bakteri yang tumbuh adalah bakteri halofilik atau bahkan fermentasi tidak berlangsung (Muchtadi, 2010).

Pada awal proses fermentasi, pH cairan sekitar 5,34 - 5,57 karena asam laktat belum terbentuk. Fermentasi asam laktat terjadi karena adanya aktivitas bakteri laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat. Setelah proses fermentasi berlangsung, yang ditandai dengan timbulnya gas, jumlah asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH (Buckle, 1987).

Lactobacillus dapat menghasilkan H_2O_2 akibat adanya oksigen dan berfungsi sebagai antibakteri yang dapat menyebabkan adanya daya hambat terhadap pertumbuhan mikroorganisme lain. *Lactobacillus* mampu mengakumulasi H_2O_2 selama penyimpanan dalam refrigerasi tanpa pertumbuhan kultur dan memproduksi asam, hal ini memungkinkan aplikasi

kultur laktat untuk pengawetan makanan tanpa harus melalui proses fermentasi (Rampengan, 1885).

Lactobacillus mempunyai kemampuan untuk menghasilkan antibiotik yang disebut bakteriosin. Koloni pada media agar biasanya 2-5 mm, cembung, entire, buram (opaque) dan tanpa pigmen, kemoorganotrof, metabolismenya adalah fermentatif. Sebagiankecil produk akhir karbon adalah laktat, tidak menghasilkan nitrat, gelatin tidak menjadi cair, sitokrom negatif, katalase negatif dan oksidase positif. Tumbuh optimum pada suhu 30-40°C (Anonim, 2008).