

BAKTERIOSIN ASAL BAKTERI ASAM LAKTAT SEBAGAI BIOPRESERVATIF PANGAN

*Hafsan**

*) Dosen Pada Jurusan Biologi Fakultas sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

***Abstract** : Lactic Acid Bacteria origin Bacteriocins are protein substances that generally have small molecular weight as well as bactericidal activity that has the potential to be used as biopreservatif to prevent spoilage, and inhibit the growth of pathogenic bacteria in food. Bacteriocins as biopreservatif mechanism is to form holes in the membrane. Effect of cytoplasmic hole formation is the presence of bacteriocins impact that caused the membrane potential gradient changes and the release of intracellular molecules and influx of extracellular substance. The effect causes inhibited cell growth and cell death in the producing process that is sensitive to bacteriocins. Bacteriocins will work actively in the pH range 5-8, and are stable on heating to 80 ° C and the activity was marred by the presence of proteolytic enzymes. Advantages of the use of antimicrobial bacteriocins in mengeliminir ability of pathogenic microbes and food spoilage origin of milk and meat. Application as a therapeutic substance is possible due to its antimicrobial characteristics that are not toxic, capable of inhibiting the low levels and produced by bacteria belonging to GRAS (Generally recognised as safe) which microbes are not a health risk.*

Key words:

I. PENDAHULUAN

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Pengolahan dan pengawetan bahan pangan memiliki keterkaitan erat terhadap pemenuhan gizi masyarakat, sehingga tidak mengherankan jika semua Negara baik negara maju maupun berkembang selalu berusaha untuk menyediakan suplai pangan yang cukup, aman dan bergizi. Salah satunya dengan melakukan berbagai cara pengolahan dan pengawetan pangan yang dapat memberikan perlindungan terhadap bahan pangan yang akan dikonsumsi. Salah satu sektor pangan yang selalu menjadi perhatian adalah kualitas yang merupakan bagian yang penting bagi keamanan. pangan yang disimpan pada suhu kamar pada waktu tertentu akan mengalami kerusakan. Hal ini karena bahan pangan mengandung nutrisi sehingga dapat menjadi media yang

baik untuk pertumbuhan mikroba dan menyebabkan rusakan sehingga menurunkan mutu bahan pangan dan atau pangan tersebut.

Besarnya kontaminasi mikroba menentukan kualitas dan masa simpan pangan. Untuk menghindari kerusakan, bahan pangan dan atau pangan perlu diawetkan dengan memperhatikan persyaratan keamanan pangan. Namun, saat ini masih sering dijumpai adanya penggunaan bahan kimia berbahaya, seperti formalin dan boraks untuk pengawet yang bertujuan untuk mempertahankan kesegaran dan daya tahan yang sebenarnya hanya tampak secara fisik dari luar. Pada dasarnya proses pembusukan dapat tetap berlangsung mengingat terjadinya degradasi protein, karbohidrat secara alamiah selama penyimpanan. Salah satu alternatif untuk mempertahankan kesegaran dan daya tahan secara aman adalah secara biologis dengan penggunaan biopreservatif (pengawetan alami) menggunakan bakteriosin yang dapat disintesis oleh bakteri asam laktat (BAL) yang cukup banyak di Indonesia. Biopreservasi menarik perhatian karena potensial untuk diaplikasikan dalam pengawetan produk pangan, yaitu dengan mengontrol bakteri pembusuk dan patogen secara alami. Dengan biopreservasi maka waktu penyimpanan produk pangan dapat diperpanjang sehingga keamanan pangan dapat meningkat. Tersedianya bakteriosin diharapkan menjadi solusi agar pengawet kimia yang berbahaya bagi kesehatan tidak digunakan lagi.

Mikroorganisme dapat menyebabkan banyak bahaya dan kerusakan. Hal itu nampak dari kemampuannya menginfeksi manusia, hewan, serta tanaman, serta mampu menimbulkan penyakit yang berkisar dari infeksi ringan sampai kepada kematian. Mikroorganisme pun dapat mencemari makanan mulai pada saat pengolahan, transportasi dan penyimpanan, dengan menimbulkan perubahan-perubahan kimiawi didalamnya, sehingga membuat pangan tersebut tidak dapat dikonsumsi atau bahkan beracun. Karena itulah proses pengendalian pertumbuhan mikroba yang tidak terkontrol akibat kontaminasi merupakan suatu tindakan keharusan dalam penyimpanan maupun pengolahan pangan.

Berbagai alasan utama untuk mengendalikan mikroorganisme antara lain: (1) mencegah penyebaran penyakit; (2) membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi; dan (3) mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme dapat disingkirkan, dihambat atau dibunuh dengan sarana atau proses fisik maupun kimiawi (Pelczar dan Chan, 1988).

Riview ini membahas potensi proses pengendalian mikroorganisme menggunakan bahan antimikrobal alamiah asal BAL, terutama penekanan pada aspek kemampuan dan mekanisme aksi substansi alamiah yaitu bakteriosin terhadap mikroba lain serta potensi aplikasinya. Beberapa peranannya telah

diyakini mampu mempengaruhi masa simpan produk makanan dan menyembuhkan infeksi, yang dikenal dengan fungsi biopreservatif dan kemoterapeutik. Dengan mengetahui lebih jauh mengenai karakter substansi ini, diharapkan di masa depan pengembangan substansi ini akan jauh bermanfaat sesuai dengan perkembangan bioteknologi.

A. Bakteri Asam Laktat Penghasil Antimikroba

Bakteri asam laktat mampu berperan sebagai penghasil senyawa antimikroba, baik melalui penggunaannya secara langsung di dalam makanan pada proses fermentasi maupun melalui metabolit-metabolit yang dihasilkannya untuk memperpanjang masa simpan, meningkatkan kualitas produk serta menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk. Senyawa antimikroba adalah senyawa kimiawi atau biologis yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Senyawa antimikroba dapat bersifat bakterisidal (membunuh bakteri), bakteristatik (menghambat pertumbuhan mikroba), fungisidal (membunuh kapang), fungistatik (menghambat pertumbuhan kapang) dan germisidal (menghambat germinasi spora bakteri).

Komponen antimikroba yang terdapat dalam bahan pangan dapat melalui salah satu dari berbagai cara, yaitu terdapat secara alamiah di dalam bahan pangan, ditambahkan secara sengaja ke dalam makanan dan terbentuk selama pengolahan atau oleh jasad renik yang tumbuh selama fermentasi pangan. Suatu preservatif untuk memperpanjang masa simpan produk pangan, harus memenuhi kriteria antara lain tidak mengubah flavor, bau dan tekstur bahan pangan; aman bagi konsumen dan efektif sebagai preservatif atau aman untuk dikonsumsi selama masa simpan tertentu; preservatif harus mudah dikenali dan kadarnya dapat dipastikan secara pasti serta harus memenuhi kebutuhan yang diizinkan; kualitas bahan pangan tidak merugikan konsumen; ekonomis dan tidak menyebabkan timbulnya galur resisten dan diutamakan bersifat membunuh daripada hanya menghambat pertumbuhan mikroba (Heller, 2001).

Metabolit-metabolit bakteri asam laktat yang berfungsi sebagai senyawa antimikroba antara lain asam organik (asam laktat dan asam asetat), bakteriosin, hidrogen peroksida (Ouweland dan Vesterlund, 2004).

1) Asam Organik

Asam organik merupakan substansi alami dari berbagai jenis makanan. Aksi antimikroba dari asam organik berdasarkan pada kemampuannya untuk menurunkan pH dalam pangan. Asam organik dalam pangan dapat berfungsi sebagai asidulan atau pengawet, sementara garamnya atau ester dapat menjadi

antimikroba yang efektif pada pH mendekati netral. Asam laktat adalah produk utama bakteri asam laktat, sedangkan asam asetat, propionat, malat dan asam-asam lainnya dengan konsentrasi beragam juga dihasilkan tergantung jenis produk dan mikroba yang digunakan (Samelis dan Sophos, 2003).

Penghambatan pertumbuhan pada mikroba yang disebabkan oleh asam organik diakibatkan adanya pelepasan proton ke dalam sitoplasma sehingga pH dalam membran sel menjadi sangat asam secara mendadak. Bakteri asam laktat dan juga bakteri lain meniadakan efek dari akumulasi anion dengan cara mengurangi pH pada sitoplasma (Ouwehand dan Vesterlund, 2004). Perubahan permeabilitas membran akan menghasilkan efek ganda, yaitu mengganggu transportasi nutrisi ke dalam sel dan menyebabkan metabolit internal keluar dari sel.

2) Hidrogen Peroksida

Bakteri asam laktat (BAL) memproduksi hidrogen peroksida di bawah kondisi pertumbuhan aerob, dan karena berkurangnya katalase selular, pseudokatalase atau peroksidase. BAL mengekskresikan H₂O₂ tersebut sebagai alat pelindung diri yang mampu bersifat bakteristatik maupun bakterisidal. Hidrogen peroksida merupakan salah satu agen pengoksidasi yang kuat dan dapat dijadikan sebagai zat antimikroba melawan bakteri, fungi dan bahkan virus. (Ouwehand dan Vesterlund, 2004). Kemampuan H₂O₂ untuk mengoksidasi menyebabkan perubahan tetap pada sistem enzim sel mikroba sehingga digunakan sebagai antimikroba.

3) Bakteriosin

Bakteriosin yang diproduksi oleh bakteri asam laktat merupakan senyawa antimikroba yang telah banyak dimanfaatkan sifat antagonistiknya dalam bidang biopreservatif pangan, maupun kemampuannya dalam menghambat bakteri Gram positif dan atau Gram negatif dan sebagai terapeutik (Ali *et al.*, 1998).

B. Bakteriosin

Istilah bakteriosin pertama kali ditemukan oleh A. Gratia dari BAL pada tahun 1925, yang dinamakan colicine karena zat tersebut memiliki kemampuan membunuh *E. coli*. Substansi serupa dapat diproduksi oleh berbagai strain bakteri asam laktat (Yulneriwarni, 2006).

Bakteriosin merupakan substansi protein yang umumnya mempunyai berat molekul kecil serta memiliki aktivitas sebagai bakterisidal yang bersifat letal terhadap intraspecies (Abdelbasset *et al.*, 2008). Bakteriosin disintesa secara ribosomal berupa kompleks peptida berukuran 20-60 asam amino dengan gen

pengkode terdapat di dalam plasmid. Bakteriosin mudah didegradasi enzim proteolitik dan tahan terhadap panas (thermostabil). Jumlah spesies bakteri asam laktat yang telah dimanfaatkan cukup banyak akan tetapi tidak semua spesies menghasilkan bakteriosin (Ali *et al.*, 1993). Beberapa spesies dari genus *Lactobacillus* dilaporkan menghasilkan bakteriosin seperti lactocin oleh *L. helveticus*, lactacin F oleh *L. acidophilus*, plantacin B oleh *L. plantarum*, sakacin A oleh *L. sake*, brevicin oleh *L. Brevis*, *Enterococcus faecum*, *Lactococcus lactis* (Aymerich, *et al.*, 1996).

1. Sintesis bakteriosin dari bakteri asam laktat

Bakteriosin diproduksi oleh bakteri asam laktat (BAL), didefinisikan sebagai protein yang aktif secara biologi atau kompleks protein (agregat protein, protein lipokarbohidrat, glikoprotein) yang disintesis secara ribosomal, dan menunjukkan aktivitas antibakteri. Bakteriosin disintesis selama fase eksponensial pertumbuhan sel mengikuti pola klasik sintesis protein. Sistem ini diatur oleh plasmid DNA ekstrakromosomal dan dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama pH. Umumnya bakteriosin disintesis melalui jalur ribosomal, sedangkan kelompok antibiotik disintesis secara ribosomal sebagai prepeptida kemudian mengalami modifikasi. Sekresi prepeptida dilakukan pada fase eksponensial dan diproduksi secara maksimal pada fase stasioner.

Prinsip regulasi sintesis bakteriosin diatur oleh adanya gen pengkode produksi dan pengkode immunitas. Sejumlah BAL yang ditumbuhkan pada media kompleks semi sintesis seperti MRS (*deMann Rogosa Sharpe*) dapat menghasilkan populasi sel bakteri yang tinggi dan Bakteriosin yang relatif banyak. Media komersial mengandung protein tinggi seperti tripton, pepton, ekstrak daging, dan ekstrak khamir yang akan tersisa karena tidak dikonsumsi oleh bakteri. Harga media tersebut mahal sehingga tidak ekonomis untuk produksi bakteriosin. Oleh karena itu perlu ada formula media produksi bakteriosin yang lebih murah. Penggunaan beberapa limbah industri pangan sebagai basis media pertumbuhan kultur tampaknya lebih ekonomis, misalnya *whey* dari limbah pembuatan keju, jus jaitun, jeroan ikan. Produksi bakteriosin umumnya dilakukan dalam kultur substrat cair. Berbagai faktor dapat mempengaruhi produksi bakteriosin dalam media tersebut. Aktivitas produksi bakteriosin oleh BAL dipengaruhi oleh faktor pH, suhu, sumber karbon, serta fase pertumbuhan (Luc De Vuyst, 2007).

Jenis sumber karbon maupun sumber nitrogen yang digunakan dalam medium produksi mempengaruhi laju pertumbuhan sel BAL, selanjutnya berpengaruh terhadap metabolisme produksi Bakteriosin, selain itu tingkat salinitas

medium produksi seperti kandungan garam dari media turut mempengaruhi metabolisme produksi bakteriosin. Secara umum kondisi optimum produksi bakteriosin selain dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, pH media, suhu inkubasi, jenis sumber karbon dan sumber nitrogen juga konsentrasi NaCl (Luc De Vuyst, 2007). Secara garis besar prosedur sintesis bakteriosin dari bakteri asam laktat terdiri atas 5 (lima) tahap, yaitu: a). Pembuatan kultur bakteri asam laktat, menggunakan dalam media MRS *broth*, penyegaran isolat dilakukan menggunakan media MRS agar, media untuk produksi bakteriosin digunakan medium TGE (*Tripton-glukosa-yeast ekstrak*); b). Isolasi bakteriosin; c). Uji aktivitas antimikroba dari larutan bakteriosin, dilakukan menggunakan metode difusi sumuran; d). Uji karakterisasi bakteriosin dilakukan dengan cara supernatant bakteriosin hasil isolasi dikarakterisasi yang meliputi uji kestabilan terhadap variasi pH, suhu, enzim, serta cairan surfaktan, dan beberapa parameter yang lain. e). Purifikasi bakteriosin, dilakukan dengan elektroforesis untuk mengetahui besarnya molekul dengan SDS-PAGE, dan dilanjutkan dengan penentuan jenis asam aminonya.

2. Kinerja bakteriosin dalam aktivitas penghambatan

Target kerja bakteriosin dari BAL adalah membran sitoplasma sel bakteri yang sensitif karena reaksi awal bakteriosin adalah merusak permeabilitas membran dan menghilangkan *proton motive force* (PMF) sehingga menghambat produksi energi dan biosintesis protein atau asam nukleat. Aktivitas penghambatan bakteriosin membutuhkan reseptor spesifik permukaan sel, contohnya pada pediocin AcH. Selain itu mengakibatkan terjadinya lisis pada sel. Hal ini adalah efek sekunder dari aktivitas pediocin AcH melalui depolimerisasi lapis peptidoglikan, sehingga secara tidak langsung dapat mengaktifkan sistem autolisis sel (Salvado, 2006).

Mekanisme aktivitas bakterisidal bakteriosin adalah sebagai berikut: (1) molekul bakteriosin kontak langsung dengan membran sel, (2) proses kontak ini mampu mengganggu potensial membran berupa destabilitas membran sitoplasma sehingga sel menjadi tidak kuat, dan (3) ketidakstabilan membran mampu memberikan dampak pembentukan lubang atau pori pada membrane sel melalui proses gangguan terhadap PMF (*Proton Motive Force*). Kebocoran yang terjadi akibat pembentukan lubang pada membran sitoplasma ditunjukkan oleh adanya aktivitas keluar masuknya molekul seluler. Kebocoran ini berdampak pada penurunan gradient pH seluler. Pengaruh pembentukan lubang sitoplasma merupakan dampak adanya bakteriosin yang menyebabkan terjadinya perubahan *gradient potensial membrane* dan pelepasan mekul intraseluler maupun

masuknya substansi ekstraseluler (lingkungan). Efeknya menyebabkan pertumbuhan sel terhambat dan menghasilkan proses kematian pada sel yang sensitif terhadap bakteriosin (Luc De Vuyst, 2007).

Normalnya, strain bakteri Gram positif sensitif terhadap bakteriosin dengan spektrum yang sangat bervariasi, sedangkan strain bakteri Gram negatif resisten terhadap bakteriosin. Namun, bakteri Gram negatif tersebut dapat menjadi sensitif mengikuti kerusakan struktur lipopolisakarida pada permukaan sel secara fisik dan tekanan kimia. Bakteriosin asal bakteri asam laktat tidak efisien dalam menghambat bakteri Gram negatif karena membran terluarnya bersifat hidrofilik dan dapat menghalangi aksi bakteriosin. Bakteri Gram negatif memiliki sistem seleksi terhadap zat-zat asing yaitu pada lapisan lipopolisakarida (Luc De Vuyst, 2007).

C. Aplikasi Bakteriosin sebagai Biopreservatif Pangan

Secara umum pengawetan secara biologis merupakan cara yang aman dalam pengawetan bahan pangan dengan menurunkan kadar garam, gula, lemak, dan asam dalam bahan makanan yang merupakan faktor penyebab pertumbuhan mikroba. Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat sangat menguntungkan untuk diterapkan pada industri makanan pada umumnya dan terutama makanan-makanan hasil fermentasi, dikarenakan aktivitasnya yang mampu menghambat pertumbuhan beberapa bakteri kontaminan penyebab pembusukan makanan dan penyakit yang ditularkan melalui makanan (*food borne illness*) (Abdelbasset *et al.*, 2008).

Beberapa strategi yang mungkin untuk dilakukan dalam aplikasi bakteriosin untuk pengawetan pangan: 1) Inokulasi bakteri asam laktat dalam makanan yang memproduksi bakteriosin pada makanan (produksi in situ) Contohnya pada proses fermentasi makanan; 2) Penambahan bakteriosin sebagai pengawet makanan biasanya digunakan dalam pengawetan bahan makanan segar, seperti daging, ikan, dan buah segar; dan 3) Menggunakan produk hasil fermentasi dengan bakteriosin yang menghasilkan strain sebagai bahan formulasi makanan. Contohnya pada pembuatan keju (Adetunji *et al.*, 2007).

Bakteriosin dari BAL yang digunakan sebagai biopreservatif mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: tidak bersifat toksik serta tidak merubah rasa dan tekstur bahan pangan, mudah mengalami biodegradasi karena merupakan senyawa protein, tidak membahayakan mikroflora usus karena mudah dicerna oleh enzim-enzim dalam saluran pencernaan, serta telah terseleksi dan mampu menghambat dalam kadar yang rendah sebagai bahan pengawet pada makanan atau sebagai bahan aditif (Abdelbasset *et al.*, 2008).

Bakteriosin sebagai metabolit bakteri cukup berpotensi dimanfaatkan dalam efek terapeutik. Namun terdapat perbedaan mendasar antara bakteriosin dan antibiotik. Bakteriosin pada umumnya merupakan peptida atau kompleks peptida dengan efek antagonis intraspesifik terhadap strain produktopnya dan bersifat bakterisidal berspektrum relatif sempit, hal inilah yang membedakannya dengan antibiotik.

Salah satu keuntungan penggunaan bakteriosin BAL sebagai antimikroba yakni kemampuannya dalam mengeliminir mikroba-mikroba patogen dan pembusuk makanan asal susu dan daging. Kemungkinan aplikasi terapeutik selanjutnya erat kaitannya dengan karakteristik substansi antimikroba tersebut, yakni tidak toksik, mampu menghambat dalam kadar yang rendah dan dihasilkan oleh bakteri yang tergolong GRAS (*generally recognised as safe*) yaitu mikroba yang tidak beresiko terhadap kesehatan. Sehingga memberikan peluang pemanfaatannya melalui teknologi rekayasa genetik untuk pengembangan, terutama menjadi produk komersial.

D. Potensi Pengembangan Rekayasa Genetik

Beberapa penemuan pada tingkat rekayasa genetik telah dicoba bagi pengembangan selanjutnya, meliputi upaya transfer gen pengkode produksi bakteriosin. Gen pengkode produksi bakteriosin (gen Lcn B) diekspresikan pada *E. coli* dan hasilnya menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki aktivitas hambatan serupa (Vam Belkum et al., 2002). Hal ini merupakan peluang penggunaan mikroorganisme lain sebagai prodaktor bakteriosin, terutama bertujuan ke arah komersial.

Transfer plasmid intergeneric konjugat juga telah dicoba dari *L. lactis* ke *Leuconostoc dextranicum*, *Pediococcus* ke *Lactococcus*; *Lactococcus*, *L. plantarum*. Transfer gen pengkode imunitas juga telah dicoba. Gen pengkode imunitas terhadap lactacin F yaitu Laf I yang ada pada *Lactobacillus johnsonii* VP1 11088 berhasil ditransformasikan pada strain *Lactobacilli* yang heterolog yakni *L. fermentatum*. Hasil ini memberikan peluang bahwa Laf I sebagai gen pengkode imunitas terhadap lactacin F berpotensi untuk digunakan sebagai *food grade marker* (Gonzalez et al., 1996).

II. KESIMPULAN

- a. Bakteriosin asal Bakteri Asam laktat mempunyai potensi untuk dipergunakan sebagai biopreservatif untuk mencegah terjadinya pembusukan serta menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada bahan pangan.

- b. Mekanisme bakteriosin sebagai biopreservatif adalah dengan membentuk lubang pada membran. Pengaruh pembentukan lubang sitoplasma merupakan dampak adanya bakteriosin yang menyebabkan terjadinya perubahan gradient potensial membran dan pelepasan molekul intraseluler maupun masuknya substansi ekstraseluler (lingkungan). Efeknya menyebabkan pertumbuhan sel terhambat dan menghasilkan proses kematian pada sel yang sensitif terhadap bakteriosin. Bakteriosin akan bekerja aktif pada kisaran pH tertentu (5 – 8), dan bersifat stabil pada pemanasan sampai 80°C dan aktifitasnya dirusak oleh keberadaan enzim proteolitik.
- c. Keuntungan penggunaan bakteriosin terutama asal bakteri asam laktat sebagai substansi antimikroba yakni kemampuannya dalam mengeliminir mikroba-mikroba patogen dan pembusuk makanan asal susu dan daging. Kemungkinan aplikasi terapeutik selanjutnya erat kaitannya dengan karakteristik substansi antimikroba tersebut, yakni tidak toksik, mampu menghambat dalam kadar yang rendah dan dihasilkan oleh bakteri yang tergolong GRAS (*generally recognised as safe*) yaitu mikroba yang tidak beresiko terhadap kesehatan. Sehingga memberikan peluang pemanfaatannya melalui teknologi rekayasa genetik untuk pengembangan selanjutnya, terutama menjadi produk komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelbasset M and Kirane Djamila., 2008. *Antimicrobial activity of autochthonouslactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk "Raïb"* AfricanJournal of Biotechnology Vol. 7 (16), pp. 2908-2914, Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315 © 2008 AcademicJournals (diakses pada tanggal 12 April 2014).
- Adetunji, 2007. *Bakteriosin and Cellulose production by Lactic Acid Bacteria Isolated*, African Journal of Biotechnology, Vol. 6 (22), pp. 2616-2619 Available online at <http://www.AfricanJournalofBiotechnology.org/> (diakses pada tanggal 12 April 2014).
- Ali. G.R.R. and S. Radu. 1998. *Isolation and Screening of Bakteriosin Producing LAB from Tempe*. University of Malaysia.
- Aymerich, T., Holo, H., Havarstein, L.S., Hugas, M., Garriga, M. and Nes, I.F. 1996. *Biochemical and Genetic Characterization of Enterocin A from *Enterococcus faecium*, a New Anti listerial Bakteriosin in the Pediocin Family of Bakteriosins*. App. and Environ. Microbiol. 62(5): 1676-1682.

- Gonzalez, B., E. Glaasker, E.R.S. Kunji, A.J.M. Driessen, J.E. Suarez, and W.N. Konings. 1996. *Bactericidal mode of action of plantaricin C*. *App. Environ. Microbiol.*, 62:2701-2709.
- Heller, K.J. 2001. *Probiotic Bacteria in Fermented Food: Product Characteristics and Starter Organism*. *Am. J. Clin. Nutr.* 73, 374s-379s.
- Luc De Vuyst. 2007. *Bakteriosins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Application*, *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 13, 194-1999).
- Ouwehand, A.C., Vesterlund, S. 2004. *Antimicrobial Components From Lactic Acid Bacteria*. In *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, ed. Salminen, S.A., Von Wright, a., ouwehand, A.C. Marcel Dekker, new york: 375-395.
- Salvado, A. 2006. *Bacteriocins and Lactic Acid Bacteria-a miniriview*. *African Journal of Biotechnology* 5(9):678-683.
- Usmiati S, 2009. *Penggunaan Bakteriosin sebagai Alternatif Pengawetan Daging Ayam (Kasus Daging Ayam Berformalin)*, *JITV* 14(1) : 145-15411).
- Van Belkum, M.J., J.Kok and G. Venema. 2002. *Cloning, sequencing, and expression in Escherichia coli of IcnB, a third bacteriocin determinant from the Lactococcal bacteriocin plasmid p9B4-6*. *App. Environ. Microbiol.* 58:572-577.
- Yulneriwarni. 2006. *Bakteri Asam Laktat sebagai Fermentatif, Biopreservatif dan Probiotik*. *Jurnal ilmu dan budaya* volume: 27, no. 2.
- Zoneyama, 2004. *Bakteriosins Produced by Lactic Acid Bacteria and Their Usefor Food Preservation*, *Tohoku Journal of Agriculture Research*, vol. 55, n0 1-2, pp.51-67.