

POTENSI BAKTERIOSIN DARI *Lactobacillus sp.* GALUR SCG 1223 SEBAGAI BIOPRESERVATIF PADA DAGING SEGAR

Sri Usmiati dan Nur Richana

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu, Bogor, 11644

ABSTRAK

Kerusakan pangan oleh mikroba patogen antara lain *Escherichia coli*, *Salmonella thypimurium*, *Listeria monocytogenes* dan *Staphylococcus aureus* dapat menimbulkan kerusakan produk dan penyakit bahkan kematian. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan usaha pengawetan pangan merupakan salah satu cara untuk menjaga keamanan dan memperpanjang masa simpannya. Aplikasi metode pengawetan pangan secara kimiawi dengan senyawa kimia sintetik dan *non food grade* (formalin, pemutih, boraks) sangat berbahaya akumulasinya dalam tubuh, karena menimbulkan gangguan metabolisme dan merusak kesehatan. Salah satu pengawet yang aman untuk kesehatan adalah yang dihasilkan secara alamiah oleh bakteri asam laktat (BAL) yang dikenal dengan nama *bakteriosin*. Beberapa kelebihan bakteriosin sebagai biopreservatif antara lain tidak toksik, dapat terdegradasi oleh enzim proteolitik pencernaan, tidak membahayakan mikroflora usus, mengurangi penggunaan pengawet bahan kimia, penggunaannya fleksibel, dan tahan terhadap proses pengolahan asam, basa, dan kondisi panas atau dingin. Produksi bakteriosin dengan aktivitas hambat yang baik terhadap patogen dapat menggunakan media komersial seperti *deMann Rogosa Sharpe* dan *Trypton Glucosa Extract* yang harganya mahal atau media alamiah lain yang harganya relatif murah dan mudah diperoleh seperti sayuran, gula dan karbohidrat lain yang dapat menginduksi BAL untuk menghasilkan bakteriosin. Bakteri asam laktat *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 dapat menghasilkan bakteriosin dengan daya hambat yang baik terhadap *E. coli*, *S. thypimurium*, dan *L. monocytogenes* dengan kondisi optimum produksi pH 5, suhu 33,5°C selama waktu inkubasi 9 jam. Dalam bentuk cair, bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 tahan disimpan selama 12 minggu dalam pendingin bersuhu 4°C, kondisi pH 2-4 dan memiliki ketahanan terhadap panas hingga 100°C, sedangkan dalam bentuk enkapsulasinya menggunakan formula 16,67% maltodekstrin: 83,33% susu skim bubuk dengan kondisi suhu masukan *spray drying* 150°C pada kadar bakteriosin cair 20%, aktivitas hambatnya menurun pada kisaran 24,5-44,4% terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Aplikasinya pada daging ayam dan daging sapi segar dengan bakteri uji *E. coli*, *S. thypimurium* dan *L. monocytogenes* menunjukkan potensi daya hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 yang cukup besar, sehingga digolongkan sebagai bakteriosin yang berspektrum penghambatan yang luas terhadap kelompok bakteri Gram negatif dan Gram positif. Dengan potensi tersebut, diperlukan upaya proses pemurnian yang lebih sempurna untuk lebih meningkatkan kemampuannya sebagai biopreservatif serta diuji terhadap berbagai jenis bakteri patogen yang dominan sebagai kontaminan bahan pangan, serta diproduksi dalam bentuk serbuk seperti halnya bakteriosin komersial yang telah beredar di pasar seperti Nisin.

Kata kunci: bakteriosin, biopreservatif, *Lactobacillus sp.*, daya hambat, daging segar

ABSTRACT. Sri Usmiati dan Nur Richana. 2011. **Potential of Bacteriosin from *Lactobacillus sp* strain SCG 123 as biopreservative on fresh meat.** Damage to food by the pathogenic microbes such as *Escherichia coli*, *Salmonella thypimurium*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* can cause large losses, besides causing damage to products also cause illness and even death. Application of chemical methods of food preservation through the addition of various compounds of synthetic and non-food grade chemicals (formalin, bleach, borax) is very dangerous due to accumulation in the body's metabolism and will be harmful to health. One preservative which is safe is produced naturally by lactic acid bacteria (LAB) known as bacteriocins. Some of the advantages of bacteriocins as biopreservatif are non-toxic material, can be degraded by proteolytic digestive enzymes, secure to intestinal microflora, reducing the use of chemical preservatives, flexible to use, resistant to acidity treatment, and hot or cold conditions. Production of bacteriocin with good inhibitory activity against the pathogen may use commercial media such as *deMann Rogosa Sharpe* and *Trypton Glucose Extract* which are expensive or by other natural media which are relatively cheap and easily obtained such as vegetables, sugar and other carbohydrates that can induce LAB to produce bacteriocins. Lactic acid bacteria of *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223 can produce bacteriocins with good inhibitory capacity against *E. coli*, *S. thypimurium*, and *L. monocytogenes*. The optimum production conditions are at pH 5, temperature of 33.5°C for 9 hours incubation time.

In liquid form, bacteriocin from *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223 is still in stable condition during storage for 12 weeks in 4°C and pH 2 and has heat resistance up to 100°C, whereas in the form of the encapsulated powder prepared with maltodextrin 16.67%:skim milk powder 83.33% using inlet temperature of spray drying 150°C fed with liquid bacteriocin levels of 20%, its inhibitory activity decreased in the range 24.5 to 44.4% against Gram positive and Gram negative bacteria. Its application to chicken meat and beef with test bacteria *E. coli*, *S. thypimurium* and *L. monocytogenes* showed the good potential of inhibitory capacity, so it is classified as a bacteriocin which has a broad spectrum inhibition against the Gram-negative and Gram positive bacteria. A necessary effort is needed to develop a more perfect purification process for bacteriocin production to further enhance its capacity as biopreservative and tested with different types of pathogenic bacteria which are dominant as food contaminants. Bacteriocin in powder form would also be more commercially advantageous to produce, such as Nisin which is a branded bacteriocin that has been marketed commercially.

Key words: bacteriocin, biopreservative, *Lactobacillus sp.*, inhibitory capacity, fresh meat

PENDAHULUAN

Mutu dan keamanan pangan sangat memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Beberapa bahan pangan yang berasal dari komoditas pertanian umumnya bersifat mudah rusak (*perishable*) contohnya daging yang sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba pembusuk dan patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella thypimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* dan lain-lain. Beberapa kasus keracunan, penyakit infeksi, dan pembusukan pada pangan selama pengolahan, transportasi dan penyimpanan antara lain disebabkan oleh mikroba patogen. Infeksi patogen jika tidak ditangani dengan baik selain menimbulkan penyakit juga dapat menimbulkan kematian.

Dalam industri pangan, kerusakan mikrobiologi pada bahan pangan banyak menimbulkan kerugian besar. Untuk mengatasi hal tersebut preservasi atau pengawetan pangan merupakan salah satu cara untuk menjaga keamanan dan memperpanjang masa simpan produk pangan. Pengawetan pangan bertujuan untuk mengamankan pangan dan bahan pangan dari aktivitas mikroba patogenik dan pembusuk, menghambat atau membatasi reaksi-reaksi enzimatik, kimiawi dan mikrobiologis, serta kerusakan fisik sehingga produk juga tahan simpan selama jangka waktu yang lama.

Berbagai metode pengawetan pangan telah banyak digunakan masyarakat antara lain pengawetan secara fisik dengan pemanasan dan pembekuan, pengawetan secara biologik dengan fermentasi, dan pengawetan secara kimiawi melalui penambahan senyawa nitrit, nitrat, klorin, bahkan pengawet *non food grade* yang tidak diizinkan seperti formalin, pemutih dan boraks. Penambahan senyawa kimia terutama yang tergolong *non food grade* sangat berbahaya karena dapat terakumulasi dalam tubuh, dan menimbulkan gangguan metabolisme bahkan pada konsentrasi yang tinggi dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan kematian.

Aplikasi pengawet dalam produk pangan harus dipertimbangkan secara cermat bahkan harus

dicegah atau dilarang untuk penggunaan pengawet non pangan. Saat ini wawasan konsumen telah terbuka dan menyadari pentingnya kesehatan sehingga lebih memilih pada bahan pangan tanpa pengawet. Oleh karena itu orientasi penggunaan bahan pengawet lebih kepada penerimaan oleh masyarakat dan terdapat secara alamiah dalam pangan dan bahan pangan, misalnya yang berasal dari tanaman, hewan atau yang dihasilkan oleh mikroba. Pengawet alamiah ini dikenal dengan istilah biopreservatif. Salah satu jenis biopreservatif yang telah teruji aman untuk digunakan adalah bakteriosin. Bakteriosin dihasilkan oleh berbagai bakteri asam laktat (BAL) yang jumlah dan jenisnya cukup melimpah di Indonesia.

PATOGENISITAS MIKROBA KONTAMINAN DAGING

Kontaminasi patogen terhadap makanan bersifat toksik dan menimbulkan penyakit. Beberapa mikroba patogenik dalam pangan yang berbahaya antara lain *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Listeria sp.*, dan lain-lain.

Kontaminasi patogen pada daging dapat menyebabkan degradasi atau pemecahan protein menjadi molekul-molekul sederhana seperti asam amino. Pemecahan ini menyebabkan sel-sel daging rusak dan busuk. Jaminan mutu dan keamanan daging menjadi sangat penting¹, karena keberadaan mikroba patogen dan pembusuk seperti *E.coli*, *Salmonella sp* dan *L. monocytogenes* pada daging dapat menyebabkan penyakit dan bahkan kematian.

Escherichia coli terutama dijumpai pada daging mentah² atau daging matang yang terkontaminasi oleh daging mentah atau sayuran selama proses pemasakan³. Strain patogen *E. coli* dapat menimbulkan penyakit diare berdarah, pembengkakan dan kelainan ginjal, demam, kelainan syaraf bahkan kematian³.

Salmonella sp merupakan bakteri patogenik dan pembusuk⁴ yang dapat menyebabkan gangguan

Tabel 1. Perbedaan utama antara bakteriosin dengan antibiotik
 Table 1. The primer differentiation between bacteriocin and antibiotic

Karakteristik/ <i>Characteristics</i>	Bakteriosin/ <i>Bacteriocin</i>	Antibiotik/ <i>Antibiotic</i>
Aplikasi/ <i>Application</i>	Pangan/ <i>Foods</i>	Klinikal/ <i>Clinically</i>
Sintesis/ <i>Syntesis</i>	Ribosomal/ <i>Ribosomal</i>	Metabolit sekunder/ <i>Secondary metabolite</i>
Aktivitas/ <i>Activity</i>	Spektrum sempit/ <i>Limited spectrum</i>	Spektrum luas/ <i>Wide spectrum</i>
Imunitas sel induk semang / <i>Immunity of cell host</i>	Ya/ <i>Yes</i>	Tidak/ <i>No</i>
Mekanisme sel target/ <i>Mechanism of targeted cell</i>	Biasanya penyesuaian sel yang dipengaruhi/ <i>Customarily the adaptation of affected cell</i>	Biasanya pemindahan secara genetik/ <i>Customarily it movement genetically</i>
Kebutuhan interaksi/ <i>Interaction need</i>	Docking molekul/ <i>Docking molecule</i>	Target khusus/ <i>Specific target</i>
Mekanisme kerja/ <i>Mechanism of action</i>	Sebagian besar pembentukan pori dan beberapa dalam biosintesis dinding sel/ <i>Most of pores developing and some included in bio-syntesis of cell wall</i>	Membran sel atau target intraseluler/ <i>Cell membrane or intracellular target</i>
Efek samping/ <i>Side effect</i>	Belum diketahui/ <i>Hasn't known</i>	Ya/ <i>Yes</i>

Sumber/ Source: Cleveland et al.¹⁷

kesehatan yang serius⁵. Secara kuantitatif, sekitar 72,3% *Salmonella sp* terdapat pada daging unggas dan sapi⁶. Sekitar 33% dari daging unggas di Inggris terkontaminasi oleh *Salmonella sp*⁷. *Salmonella sp* merupakan kontaminan utama pada daging sapi dan unggas segar². *Salmonella sp* banyak ditemukan pada kulit daging unggas segar sehingga sangat memungkinkan *Salmonella sp* terdapat dalam produk seperti sosis, karena kulit daging unggas merupakan komponen penting pada pembuatan sosis⁵. Salah satu strain *Salmonella sp* yang terdapat pada daging yaitu *S. typhimurium*⁸.

Listeria monocytogenes merupakan bakteri psikrotropik patogen yang terdapat pada daging unggas dan sapi segar serta produk olahannya⁹ di rumah pemotongan dan industri pengolahan⁵. *Listeria monocytogenes* dapat bertahan pada pH rendah, aw rendah dan suhu dingin, sehingga berbahaya untuk produk beku. Keberadaan *L. monocytogenes* dalam produk daging merupakan pertimbangan untuk keamanan pangan⁹. Masalah yang dihadapi pasien yang terinfeksi *L. monocytogenes* yaitu 63% *bacteriemia* dan 26% bermasalah dengan sistem syaraf³.

POTENSI BAKTERIOSIN SEBAGAI BIOPRESERVATIF PANGAN

Bakteriosin merupakan molekul protein atau peptida yang dihasilkan oleh mikroba yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroba sensitif, terutama yang tergolong kelompok Gram positif. Aktivitas antimikroba bakteriosin bersifat bakterisidal dan bakteriostatik¹⁰.

Bakteriosin umumnya dihasilkan oleh BAL yang memproduksi asam laktat sebagai produk utama dalam metabolismenya. Berbagai spesies BAL diketahui dapat memproduksi bakteriosin antara lain *Streptococcus lactis*¹¹, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*¹², *Enterococcus faecum*, *Lactococcus lactis*, dan *Lactococcus sp*¹³.

Istilah bakteriosin sering dikacaukan dengan antibiotik. Antibiotik adalah substansi kimia yang dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme, sedangkan bakteriosin adalah substansi kimia berupa peptida atau protein yang dihasilkan oleh bakteri. Bakteriosin berbeda dengan antibiotik dalam hal sintesis, mekanisme kerja, spektrum penghambatan dan tujuan pemakaiannya¹⁴. Beberapa perbedaan antara bakteriosin dan antibiotik dapat dilihat pada Tabel 1.

Bakteriosin saat ini menarik perhatian banyak pihak karena merupakan substansi yang dapat digunakan sebagai pengawet pangan. Bakteriosin telah banyak digunakan sebagai pengawet susu dan keju, dan produk-produk olahan lainnya¹⁵. Bakteriosin sebagai biopreservatif telah memenuhi kriteria keamanan pangan antara lain aman bagi konsumen, memiliki aktivitas bakterisidal terhadap bakteri Gram positif, stabil, terdistribusi secara merata dalam sistem makanan, dan ekonomis¹⁶.

Sebagai komponen protein, bakteriosin dapat terdegradasi pada sistem pencernaan. Beberapa kelebihan bakteriosin yang menjadikannya potensial digunakan sebagai biopreservatif antara lain:

- bukan bahan toksik, mudah mengalami degradasi oleh enzim proteolitik karena merupakan senyawa protein;
- tidak membahayakan mikroflora usus karena mudah dicerna oleh enzim saluran pencernaan;

Tabel 2. Pemakaian Nisin di beberapa negara
 Table 2. Usage of nisin in some countries

Negara/ Countries	Makanan yang diaplikasi bakteriosin komersial (nisin)/ Kind of food which is applied by commercial bacteriocin (nisin)	Kadar maksimal bakteriosin komersial (nisin)/ Max concentration of commercial bacteriocin (nisin) (IU/g)
Amerika/ United State	Keju oles/ Spred cheese	10.000
Argentina/ Argentina	Keju olah/ Processed cheese	500
Italia/ Italia	Keju/ Cheese	500
Belanda/ Dutch	Keju olah/ Processed cheese	800
Rusia/ Soviet Union	Sayur dalam kaleng, keju olah/ Canned vegetables, Processed cheese	8.000
Belgia/ Belgium	Keju/ Cheese	100
Inggris/ England	Keju, makanan kaleng/ Cheese, canned foods	Tidak ada batasan/ No limitation
Australia/ Australia	Keju, tomat dalam kaleng, keju olah/ Cheese, canned tomatoes, processed cheese	Tidak ada batasan/ No limitation
Perancis/ France	Keju olah/ Processed cheese	Tidak ada batasan/ No limitation

Sumber/ Source: Cleveland et al.¹⁷

- c. dapat mengurangi penggunaan bahan kimia sebagai pengawet pangan;
- d. penggunaannya fleksibel;
- e. stabil terhadap pH dan suhu yang cukup luas sehingga tahan terhadap proses pengolahan yang melibatkan asam dan basa, serta kondisi panas dan dingin¹⁷.

Beberapa bakteriosin telah digunakan sebagai pengawet dalam produk pangan. *Nisin* (nama dagang) adalah bakteriosin yang diproduksi oleh *Lactococcus lactis*, dikenal aman mengontrol bakteri patogen dan pembusuk. Bakteriosin ini telah digunakan di beberapa negara sebagai pengawet untuk berbagai jenis makanan dengan dosis yang bervariasi (Tabel 2).

Pediosin AcH yang dihasilkan *P. acidilactici* memiliki aktivitas bakterisidal yang efektif mengontrol bakteri Gram positif pembusuk dan patogen dalam susu cair, es krim, keju, daging segar, daging giling dan produk daging¹⁸. Spesies *Leuconostoc* beberapa diantaranya memiliki bakteriosin dengan spektrum antibakteri yang luas terhadap bakteri Gram positif, dapat digunakan dalam fermentasi makanan⁸. Bakteriosin dari *Lac. brevis* dan *Leuconostoc* dapat menghambat pertumbuhan *E. coli*, *S. typhimurnium* dan *L. monocytogenes*¹⁹; bakteriosin dari *Lac. sakei* dan *Lac. plantarum* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *L. monocytogenes* pada daging masak²⁰; dan bakteriosin dari *Lac. plantarum* juga mampu menghambat *E. coli*²¹.

MEKANISME PENGHAMBATAN BAKTERIOSIN TERHADAP MIKROBA TARGET

Dinding sel bakteri merupakan kerangka kaku di luar membran sel bakteri. Membran sel bakteri membungkus suatu massa yang bertekanan tinggi mencapai 20 atm karena mengandung metabolit yang tekanannya lebih tinggi dari tekanan sekitar sel. Bila tidak ada dinding sel maka membran sel tidak mampu menahan tekanan osmotik di dalam sel bakteri sehingga sel akan pecah¹¹. DeVuyst dan Vandame²² menyatakan bahwa target utama bakteriosin adalah membran sitoplasma sel bakteri melalui perusakan permeabilitas membran dan menghilangkan *proton motive force* (PMF) sebagai reaksi awal, sehingga menghambat pembentukan energi dan biosintesis asam nukleat.

Bakteriosin dalam aksi penghambatan membutuhkan reseptor spesifik pada permukaan sel²³, atau yang mengakibatkan sel menjadi lisis. Hal ini merupakan efek sekunder dari bakteriosin melalui depolimerisasi lapisan peptidoglikan, sehingga secara tidak langsung mengaktifkan sistem autolisis sel²⁴.

Bakteriosin efektif sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen dan pembusuk²⁵ dan penyebab penyakit yang ditularkan melalui makanan. Beberapa cara antibakteri dalam aksinya melawan mikroorganisme adalah melalui efek bakterisidal, bakteriostatik ataupun bakteriolisis. Secara umum bakteriosin memiliki kemampuan melawan bakteri lain dengan efek bakterisidal dengan mekanisme sebagai berikut: (1) molekul bakteriosin kontak dengan

Tabel 3. Aktivitas hambat optimum bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223
 Table 3. The optimum of inhibition activity of bacteriocin extracting from *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223

Komposisi media efisien dan efektif/ <i>Composition of efficient and effective of medium</i>	Daya Hambat Optimum/ <i>Optimum inhibition activity (AU/ml)</i>		
	<i>E. coli</i>	<i>S. thyphimurium</i>	<i>L. monocytogenes</i>
A. Tauge (metode RSM)/Bean sprouts (RSM methods)			
• ekstrak khamir 1,77%, pepton 2,08%, tauge 7,5% <i>Yeast extract 1.77%, peptone 2.08%, bean sprouts 7.5%</i>	1.159,95		
• ekstrak khamir 1,96%, pepton, 1,68%, tauge 7,5% <i>Yeast extract 1.96%, peptone 1.68%, bean sprouts 7.5%</i>		995,10	
• ekstrak khamir 2,44%, pepton 0,45%, tauge 7,5% <i>Yeast extract 2.44%, peptone 0.45%, bean sprouts 7.5%</i>			1.114,52
B. Molasses/Molasses			
Ekstrak khamir 1%, pepton 2%, tween-80 (1%), molasses 4% <i>Yeast extract 1%, peptone 2%, tween-80 (1%), molasses 4%</i>	958,41	529,80	2.047,59

Sumber/Source: Usmiati *et al.*³⁴

membran sel, (2) proses kontak ini mengganggu potensial membran sitoplasma berupa destabilisasi sehingga sel menjadi tidak kuat, dan (3) ketidakstabilan membran sel mengakibatkan pembentukan lubang/pori pada membran dengan mengganggu PMF²⁴. Pembentukan lubang pada sitoplasma merupakan akibat adanya bakteriosin yang menyebabkan terjadinya perubahan gradien potensial membran (DP) dan pelepasan molekul intraseluler maupun masuknya substansi ekstraseluler (dari lingkungan). Efeknya, pertumbuhan sel terhambat dan menyebabkan proses kematian sel yang sensitif terhadap bakteriosin.

Mekanisme antibakteri bakteriosin telah banyak dipelajari. Aktivitas awal *Nisin* adalah interaksi atau pengikatan pada struktur permukaan sel; membran dan atau molekul reseptor; selanjutnya insersi molekul dan pembentukan pori/lubang membran²⁶. Pengikatan ini dipengaruhi oleh komposisi dan muatan membran, serta struktur molekul target (reseptor). Selain karena hidrofobisitas yang tinggi, kemampuan bakteriosin merusak membran sitoplasma sel yang sensitif juga disebabkan oleh ukurannya yang kecil²⁷.

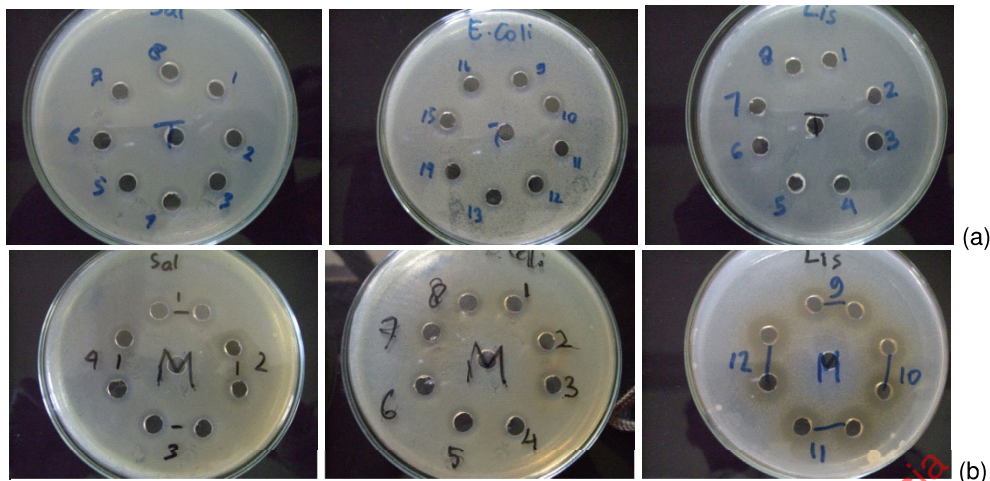
Mekanisme penghambatan *Mesentericin Y-105* disebabkan oleh penghambatan pada transport asam amino dengan hilangnya potensial membran akumulasi asam amino keluar dari sel target yang sensitif. *Mesentericin Y-105* juga menghambat mekanisme respirasi dan sintesis ATP, serta translokasi nukleotida adenin melalui pembentukan pori/lubang pada membran yang terlibat dalam transduksi energi. Pada *Lakticin F* mekanisme ini melibatkan peran peptida Laf A dan Laf X, membentuk kompleks *Laktacin F* aktif yang dapat menginduksi

keluarnya ion K⁺ dan fosfat, menghilangkan PMF, serta menyebabkan hidrolisis ATP internal sel²⁸. Rangkaian proses hilangnya viabilitas sel setelah pemberian *Pediosin AcH* terhadap bakteri Gram positif rentan yaitu: (i) molekul *Pediosin AcH* terserap pada reseptor spesifik permukaan sel; (ii) masuk melalui dinding sel; (iii) kontak dengan membran; (iv) proses keluar masuk molekul-molekul kecil yang makin cepat karena integritas fungsional membran mengalami gangguan ketidakstabilan; dan (v) pada beberapa strain, sel lisis karena hilangnya integritas struktural membran²³. *Lactacin 27* dari *Lac. helveticus* LP27 hanya menunjukkan efek bakteriostatik melalui penghambatan sintesis protein sehingga membran sitoplasma rusak²⁹.

SINTESIS DAN MEDIA PRODUKSI BAKTERIOSIN

Bakteriosin merupakan metabolit ekstraseluler yang disintesis dalam ribosom sel BAL selama pertumbuhan fase eksponensial, biasanya mengikuti pola sintesis protein³⁰. Secara umum kondisi optimum produksi bakteriosin dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, pH media, suhu inkubasi, jenis sumber karbon, jenis sumber nitrogen, dan konsentrasi NaCl³¹.

Produksi bakteriosin meningkat dengan meningkatnya pH media pertumbuhan sampai pada kondisi keasaman optimum, selanjutnya mengalami penurunan. Suhu adalah faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan produksi bakteriosin, namun juga sebagai faktor yang dapat membunuh bakteri produser. Suhu optimum merupakan batas keduanya, naiknya suhu sebelum mencapai suhu



Gambar 1. Zona hambat terhadap bakteri indikator oleh bakteriosin cair yang diproduksi menggunakan:(a) media taube; dan (b) media molasses
 Figure 1. Inhibition zone on indicator bacteria by liquid bacteriocin produced using (a) medium of bean sprouts; and (b) medium of molasses

optimum meningkatkan pertumbuhan bakteri dan produksi bakteriosin. Pertumbuhan BAL meningkat dengan meningkatnya waktu inkubasi secara logaritmik, yaitu meningkatnya jumlah *biomassa* menyebabkan produksi bakteriosin meningkat selanjutnya turun setelah mencapai fase stasioner³².

Aktivitas metabolisme bakteri untuk menghasilkan bakteriosin memerlukan media yang cukup untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Proses produksi yang efisien dan efektif dapat diperoleh dengan mengoptimalkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Beberapa hal yang mempengaruhi produksi bakteriosin yaitu jenis bakteri, kondisi fisik fermentasi, tipe media tumbuh, dan ketersediaan nutrisi dalam media. Dalam aplikasinya sebagai biopreservatif maka dari sisi ekonomi biaya produksi merupakan hal yang penting untuk memperbesar skala produksi bakteriosin. Salah satu komponen biaya utama dalam produksi bakteriosin yaitu harga media kultivasi. Modifikasi nutrisi dalam media kultivasi mampu menghasilkan jumlah maksimal produksi bakteriosin¹⁹.

Umumnya media untuk memproduksi bakteriosin dengan aktivitas hambat terhadap patogen mempunyai harga yang mahal seperti *deMann Rogosa Sharpe* (MRS) dan *Tryptone Glucose Extract* (TGE). Untuk mendapatkan media alternatif untuk produksi bakteriosin yang relatif murah, diperlukan formulasi media tumbuh bakteri yang harganya murah dan mudah diperoleh seperti kecambah kacang-kacangan antara lain kacang hijau atau kedelai yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri *Lactobacillus sp* galur SCG 1223. Kecambah kacang hijau mengandung protein 19% yang dapat digunakan sebagai sumber nitrogen untuk aktivitas fermentasi BAL. Selama proses perkecambahan terjadi pembentukan asam amino esensial (sumber N) yang merupakan *prekursor* dan *inducer* untuk produksi bakteriosin. Dalam perkecambahan terjadi penguraian

90% rantai oligosakarida menjadi karbohidrat sederhana yang dapat dijadikan sebagai sumber karbon (C) untuk metabolisme BAL.

Substrat lain yang dapat digunakan sebagai media produksi bakteriosin adalah molasses sebagai hasil kristalisasi dan evaporasi gula tebu yang mengandung senyawa yang dapat difermentasi seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa, serta senyawa yang terbentuk karena suhu tinggi seperti karamel dan melanoidin yang tidak dapat difermentasi. Hal ini menyebabkan aktivitas fermentasi oleh BAL kurang optimum, sehingga penggunaan molasses sebagai substrat fermentasi sebaiknya ditambahkan sumber N lain misalnya pepton dan ekstrak khamir.

Efektivitas produksi bakteriosin oleh *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 menggunakan media taube dan molasses pada kondisi optimum pH 5, suhu 33,5°C selama waktu inkubasi 9 jam³³ telah diujicoba dalam aktivitas penghambatannya terhadap *E. coli*, *S. thypimurium* dan *L. monocytogenes*. Hasil penelitian formulasi media produksi bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 oleh Usmiati *et al.*³⁴ disajikan pada Tabel 3. Aktivitas hambat bakteriosin menggunakan media cair MRS dengan kondisi fermentasi yang sama dapat menghambat *S. thypimurium* sebesar 638,803 AU/ml, *E. coli* sebesar 623,264 AU/ml dan *L. monocytogenes* sebesar 509,434 AU/ml³³.

Jumlah bakteriosin maksimum diperoleh saat mencapai awal fase stasioner dan jumlah *biomassa* meningkat yang menyebabkan peningkatan produksi bakteriosin³². Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa jumlah komponen media harus mencukupi untuk mencapai fase stasioner dan mampu menghasilkan jumlah *biomassa* yang cukup banyak. Penggunaan ekstrak khamir dalam formulasi media bertujuan untuk membantu meningkatkan jumlah *biomassa*. Hal ini disebabkan karena ekstrak khamir

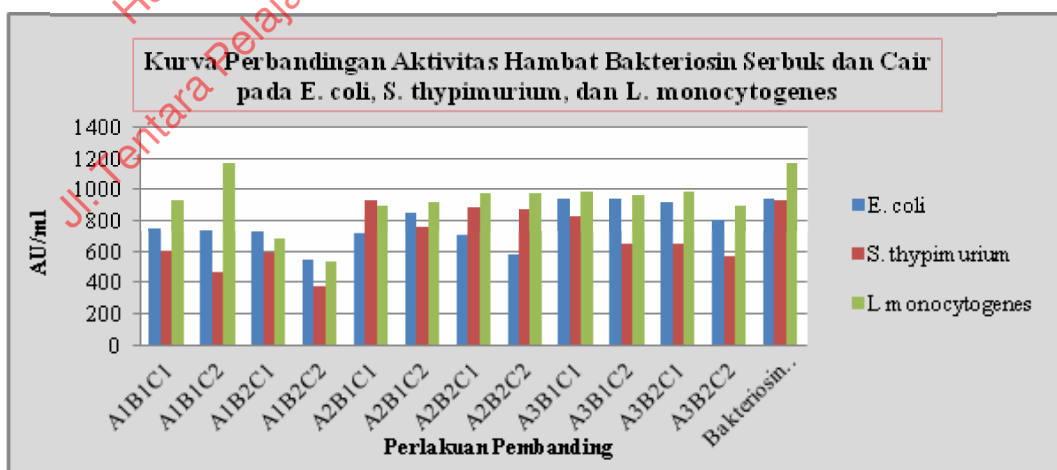
Tabel 4. Aktivitas hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 pada kondisi penyimpanan
 Table 4. Inhibition activity of bacteriocin extracting from *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223 in storage condition

Kondisi / Conditions	Daya Hambat/Inhibition activity (AU/ml)		
	<i>E. coli</i>	<i>S. thypimurium</i>	<i>L. monocytogenes</i>
• penyimpanan pH 2 sampai 12 minggu di suhu 4°C, tanpa pemanasan (4°C) <i>Storage in pH 2 for 12 weeks at temperature 4°C degree</i>	2.191,1	579,1	1.413,6
• penyimpanan pH 2 sampai 12 minggu di suhu 4°C, dengan suhu pemanasan 27°C <i>Storage in pH 2 for 12 weeks at temperature 27°C degree</i>	2.024,7	848,0	1.739,3
• penyimpanan pH 2 sampai 12 minggu di suhu 4°C, dengan suhu pemanasan 55°C <i>Storage in pH 2 for 12 weeks at temperature 55°C degree</i>	2.096,5	1.462,6	2.191,0
• penyimpanan pH 12 sampai minggu di suhu 4°C, dengan suhu pemanasan 80°C <i>Storage in pH 2 for 12 weeks at temperature 80°C degree</i>	2.668,4	1.254,1	2.075,8
• penyimpanan pH 2 sampai 12 minggu di suhu 4°C, dengan suhu pemanasan 100°C <i>Storage in pH 2 for 12 weeks at temperature 100°C degree</i>	1.498,8	770,2	807,1

Sumber/Source: Usmiati *et al.*³¹; Usmiati dan Noor³⁶

mengandung berbagai macam asam amino yang membantu meningkatkan *biomassa*. Dengan demikian terdapat hubungan positif antara penambahan ekstrak khamir dengan produksi bakteriosin oleh BAL.

Menurut Ray¹⁶ terdapat dua macam zona bening yang dihasilkan oleh aktivitas senyawa antibakteri yaitu zona bening dengan batas tepi lingkaran tegas dan jelas yang disebabkan oleh aktivitas bakteriosin, sedangkan zona bening dengan tepi lingkaran yang keruh disebabkan adanya aktivitas asam. Keruhnya



Sumber/Source: Usmiati *et al.*³⁴

Gambar 2. Aktivitas hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 terhadap *E. coli*, *S. thypimurium* dan *L. Monocytogenes*

Figure 2. Inhibition activity of bacteriocin extracting from *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223 on *E. coli*, *S. thypimurium* and *L. monocytogenes*

Tabel 5. Aktivitas hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223
 Table 5. Inhibition activity of bacteriocin extracting from *Lactobacillus sp.* strain SCG 1223

Bentuk Bakteriosin/ <i>Bacteriocin form</i>	Daya Hambat Tertinggi / <i>Highest inhibition activity (AU/ml)</i>		
	<i>E. coli</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Cair (media produksi MRS), konsentrasi 0,00049 (b/b)/ <i>Liquid (production media of MRS), concentration of 0.00049 (w/w)</i>	477,79	383,27	589,133
Serbuk (pengkapsul maltodekstrin:skim = 1:0; 5:1; 2:1), bakteriosin cair 0,00049 (b/b), inlet spray drying 150°C dan 170°C/ <i>Powder (encapsulant maltodextrin:skim milk = 1:0; 5:1; 2:1), liquid bacteriocin 0.00049 (w/w), inlet spray drying of 150°C and 170°C</i>	945,35 (maltodekstrin:skim milk = 5:1, bakteriosin cair 20%, inlet 170°C) (Maltodextrin:skim milk = 5:1, liquid bacteriocin 20%, inlet of 170°C)	929,39 (maltodekstrin:skim milk = 5:1, bakteriosin cair 40%, inlet 150°C) (Maltodextrin:skim milk = 5:1, liquid bacteriocin 40%, inlet of 150°C)	1165,95 (maltodekstrin:skim milk = 1:0, bakteriosin cair 20%, inlet 170°C) (Maltodextrin:skim milk = 1:0, liquid bacteriocin 20%, inlet of 170°C)
	Daya Hambat Terbaik/ <i>The best of inhibition activity (AU/ml)</i>		
	<i>E. coli</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Serbuk (pengkapsul maltodekstrin:skim bubuk = 5:1), bakteriosin cair 20%, inlet spray drying 150°C/ <i>Powder (encapsulant maltodextrin:skim milk = 5:1), liquid bacteriocin 20%, inlet spray drying of 150°C</i>	779,82	912,68	947,25

Sumber/Source: Usmiati et al.³⁴

zona oleh asam disebabkan semakin jauh difusi asam dalam media agar, maka semakin rendahnya konsentrasi asam yang terdapat dalam supernatan yang mengakibatkan turunnya aktivitas hambat akibat asam. Zona bening yang tegas dan jelas dihasilkan bakteriosin karena bakteriosin memiliki sifat *single hit inactivation* artinya satu molekul bakteriosin akan membunuh satu sel bakteri indikator. Gambar 1 menunjukkan luas zona hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* Galur SCG 1223 yang diproduksi menggunakan media tauge dan molasses.

KARAKTERISASI DAN ENKAPSULASI BAKTERIOSIN

Umumnya, bakteriosin bersifat tidak aktif oleh enzim protease dalam saluran pencernaan, stabil pada pemanasan suhu tinggi (100-120°C), stabil pada penyimpanan terutama pH rendah, serta relatif tidak efektif terhadap bakteri Gram negatif³⁵. Kestabilan aktivitas hambat bakteriosin dapat dikarakterisasi terhadap suhu dan pH, kemudahan terdenaturasi oleh enzim, dan kestabilan selama penyimpanan¹⁹. Bakteriosin bersifat unik yaitu tetap aktif pada kondisi asam dan basa serta stabil pada perlakuan suhu rendah dan tinggi. Bakteriosin dari *Lactobacillus sp.*

galur SCG 1223 telah dikarakterisasi melalui pengujian kestabilan aktivitasnya pada berbagai pH, suhu pemanasan, dan penyimpanan selama 12 minggu. Aktivitas hambat bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 relatif stabil terhadap bakteri indikator *E. coli*, *S. typhimurium* dan *L. monocytogenes* selama penyimpanan 12 minggu di dalam suhu dingin (4°C) pada kondisi penyimpanan pH 2 dan pemanasan hingga 100°C³⁴. Hasil penelitian karakterisasi bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 dapat dilihat pada Tabel 4.

Faktor yang mempengaruhi aktivitas bakteriosin antara lain kondisi lingkungan seperti suhu dan pH³⁷. Aktivitas bakteriosin cair dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 terhadap *E. coli* menurun setelah 3 bulan penyimpanan pada pH lebih dari 7³⁶. Salah satu upaya untuk memperpanjang masa simpan, memudahkan distribusi, serta tidak *bulky* dalam penyimpanan maka bakteriosin dienkapsulasi dan dikeringkan. Penerapan enkapsulasi bakteriosin bertujuan antara lain untuk memudahkan penggunaannya pada pengolahan pangan³⁸. Bakteriosin serbuk lebih ringan, lebih tahan dan stabil terhadap kondisi eksternal³⁸ serta aktivitasnya lebih aktif. Pengujian antimikroba pada sistem model daging menunjukkan bahwa *Pediosin Ach* yang dienkapsulasi liposom dari fosfatidilkolin menunjukkan

aktivitas antilisteria yang lebih baik dibandingkan tanpa dienkapsulasi³⁹.

Salah satu metode enkapsulasi yang sering digunakan untuk perlindungan kultur dan metabolit sekundernya adalah pengeringan semprot (*spray drying*) yaitu enkapsulasi yang berjalan secara kontinyu menggunakan suhu tinggi. Penggunaan suhu tinggi tidak sesuai untuk bahan berbasis protein karena mudah terdenaturasi oleh panas. Untuk menghasilkan distribusi ukuran partikel yang dikehendaki dari kultur yang dikapsul dengan daya hidup yang baik, kondisi proses enkapsulasi yaitu suhu *inlet* dan *outlet feed* pengering harus diatur dan dikontrol⁴⁰.

Bahan pengkapsul berfungsi untuk mengikat dan memperbaiki mutu fisik bahan yang dikapsul. Bahan pengkapsul harus memenuhi syarat keamanan pangan, lembut dan tidak toksik. Susu skim adalah salah satu bahan pengkapsul yang umum digunakan, terutama sebagai penyalut matriks yang diaplikasi secara oral⁴¹. Pati termodifikasi, maltodekstrin, dan sirup jagung dapat digunakan dalam enkapsulasi bahan pangan karena mudah larut, viskositas rendah, dan mudah kering dalam *spray drying*, dan produk dapat terenkapsulasi dengan baik⁴².

Aktivitas hambat bakteriosin serbuk bervariasi tergantung jenis dan komposisi bahan pengkapsul, volume bakteriosin cair, suhu pengeringan, dan jenis bakteri uji. Hasil penelitian faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja serbuk bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 5.

Resistensi Gram negatif terhadap aktivitas antibakteri bakteriosin lebih tinggi dibandingkan bakteri Gram positif disebabkan oleh perbedaan struktur dinding sel keduanya. Bakteri Gram negatif memiliki membran luar (*outer membrane*) pada dinding selnya sehingga lebih resisten terhadap antibakteri bakteriosin. Membran luar dinding sel bakteri Gram negatif terdiri atas lipopolisakarida (LPS), lipoprotein, dan fosfolipid. Aktivitas bakteriosin melawan bakteri Gram negatif seperti *E. coli* dan *Salmonella* hanya tampak pada saat integritas membran luar bakteri terganggu, misalnya setelah perlakuan tekanan osmotik atau pH rendah, pemberian deterjen atau agen pengkelat, atau setelah perlakuan getaran listrik atau tekanan tinggi⁴³. Perlakuan-perlakuan pendahuluan berupa perlakuan mekanis tersebut mampu mengurangi resistensi bakteri Gram negatif karena hanya memiliki sejumlah kecil peptidoglikan pada dinding selnya sehingga lebih rentan terhadap kerusakan mekanis. Penggunaan *ultrahigh hydrostatic pressure* (UHP) dan *pulsed electric field* (PEF) menyebabkan kerusakan mekanis berupa hilangnya viabilitas dan kerusakan subletal pada *L. monocytogenes* Scott A, *E. coli* 0157:H7, dan *S. typhimurium* M 1⁴⁴. Nisin yang memiliki target utama berupa membran sitoplasma mampu menghambat *E. coli* dan bakteri Gram negatif lain yang membran terluarnya telah rusak secara subletal oleh agen pengkelat EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*)

yang mampu mengikat ion-ion magnesium dari lapisan lipopolisakarida membran luar⁴⁵.

Bakteriosin umumnya bersifat kationik, seharusnya mudah berinteraksi dengan bakteri Gram positif dan Gram negatif yang sama-sama memiliki muatan negatif akibat gugus fosfat. Namun interaksi bakteriosin dengan bakteri Gram positif ternyata lebih mudah karena adanya *teichoic acid* yang mampu mengikat dan meregulasi pergerakan dan perpindahan kation, termasuk bakteriosin kationik ke dalam dan ke luar sel. Interaksi ini menyebabkan pembentukan lubang yang penting dalam mekanisme aktivitas bakterisidal dan bakteriostatik bakteriosin⁴⁶. Bakteriosin cair dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 menunjukkan spektrum zona hambat yang luas, dapat menghambat bakteri *L. monocytogenes* (Gram positif) dan *S. Typhimurium* dan *E. coli* (Gram negatif)³³. Selama proses penyimpanan, serbuk bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 memiliki aktivitas hambat optimum pada kondisi pelarutan pH 10 dengan suhu 55°C yaitu 1862,50 AU/ml terhadap *E. coli* dan 1303,50 AU/ml terhadap *P. Acidilactici* (Gram positif). Aktivitas hambat serbuk bakteriosin yang disimpan pada suhu 4°C selama 12 minggu menjadi 984 AU/ml terhadap *E. coli* (turun 24,5%) dan 736 AU/ml terhadap *P. acidilactici* (turun 44,4%).

APLIKASI BAKTERIOSIN PADA DAGING SEGAR

Daging merupakan seluruh jaringan hewan dan produk hasil pengolahan jaringan-jaringan yang sesuai untuk dimakan serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsi⁴⁷. Daging mengandung zat gizi yang tinggi yaitu protein 18%, lemak 3,5%, bahan ekstrak tiada nitrogen (BETN) 3,3%, air 75% dan karbohidrat berupa glikogen dalam jumlah sedikit. Kandungan protein dengan komposisi asam amino yang seimbang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. Kebanyakan karbohidrat di dalam jaringan tubuh hewan terdiri atas polisakarida kompleks dan beberapa diantaranya berkaitan dengan komponen protein serta sulit dipisahkan. Glikogen merupakan karbohidrat yang utama di dalam daging. Lemak merupakan komponen utama dalam daging, berfungsi sebagai pembentuk energi.

Menurut Gill⁴⁸, daging adalah bahan pangan yang mudah rusak (*perishable*) karena merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Kadar air daging termasuk tinggi (68-75%), kaya akan zat gizi yang mengandung nitrogen dan mineral untuk pertumbuhan mikroba, karbohidrat yang dapat difermentasi, dan memiliki pH yang baik untuk pertumbuhan mikroba (5,3-6,5)⁴⁷.

Saat ini, kualitas mikrobiologi daging menjadi salah satu perhatian masyarakat dalam hal keamanan pangan. Kerusakan daging yang berakibat terhadap penurunan mutu daging segar antara lain disebabkan oleh kontaminasi mikroba. Daging yang sehat harus tidak mengandung mikroba patogen, jika mengandung mikroba non patogen maka jumlahnya harus sedikit.



Gambar 3. Aplikasi bakteriosin pada daging ayam dengan metode perendaman selama 30 menit

Figure 3. Application of bacteriocin on chicken fresh meat using dipping methods for 30 minutes

Soeparno⁴⁷ menyatakan bahwa batas jumlah mikroba daging selama pelayuan tidak lebih dari 10^5 sel/cm² daging. Menurut Rozbeh *et al.*⁴⁹, jika kandungan bakteri daging lebih dari 10^6 sel/g maka dianggap berkualitas rendah.

Jumlah dan jenis mikroba yang mencemari daging ditentukan oleh tingkat pengendalian higienis yang dilakukan selama penanganan, diawali saat penyembelihan dan pembersihan karkas hingga sampai ke konsumen. Menurut Hugas⁵⁰, mikroba seperti *E. coli*, *Salmonella sp*, *Listeria sp* dan lain-lain sangat mungkin mengkontaminasi daging karena sifat fisiko-kimia (*aw/water activity*), pH dan zat gizi) yang dapat mendukung pertumbuhan mikroba.

Peningkatan jumlah mikroba pembusuk/patogen berpengaruh terhadap keamanan dan daya tahan atau masa simpan serta kandungan awal mikroba dalam daging segar⁵¹. Kandungan mikroba awal dalam jumlah sedikit dalam bahan pangan dicapai melalui aplikasi sanitasi yang efektif selama penanganan bahan pangan²³ serta penggunaan biopreservatif, yaitu zat pengawet secara biologi untuk mencegah pertumbuhan mikroba patogen/pembusuk.

Bakteriosin yang dihasilkan oleh beberapa BAL yang potensial telah diuji untuk biopreservatif bahan pangan⁵². Bakteriosin digunakan sebagai pengawet untuk bahan pangan yang memerlukan daya tahan selama pengolahan, distribusi dan penyimpanan dalam waktu yang cukup lama. Aplikasi bakteriosin sebagai biopreservatif pada bahan pangan tidak merubah rasa dan tekstur tetapi dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen²⁴. Oleh karena itu bakteriosin menjadi perhatian khusus sebagai biopreservatif yang potensial dan aman untuk kesehatan⁵³.

Penelitian aplikasi bakteriosin cair dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 untuk pengawet daging ayam segar menunjukkan bahwa bakteriosin

cair dengan aktivitas hambat 600 AU/ml mampu menghambat pertumbuhan *S. thypimurium*, *E. coli* dan *L. monocytogenes* pada penyimpanan di suhu dingin 4°C selama 28 hari dan pada suhu ruang selama 12 jam dengan hasil yang serupa dengan bakteriosin komersial (Nisin, SIGMA)⁵⁴ (Gambar 3). Aplikasi bakteriosin cair pada daging sapi segar menunjukkan bahwa penghambatan bakteriosin di suhu ruang terhadap *S. thypimurium* dan *E. coli* efektif hingga 18 jam dan relatif sama dengan Nisin namun kurang efektif terhadap *L. monocytogenes*⁵⁵. Pada penyimpanan di suhu dingin sampai 30 hari, bakteriosin lebih efektif menghambat *S. thypimurium* dan *L. monocytogenes* dibandingkan Nisin namun sama efektifnya terhadap *E. coli*.

Aplikasi bakteriosin sebagai biopreservatif pada daging dan produk daging telah banyak dilaporkan. Menurut Foegeding *et al.*⁵⁶, bakteriosin dari *P. acidilactici* dapat digunakan untuk pengawasan mikroba patogen pada produk daging fermentasi. Budde *et al.*⁸ melaporkan bahwa kultur *Leuconostoc carnosum* 4010 dapat digunakan sebagai biopreservatif daging dan produk olahannya karena dapat menghasilkan bakteriosin yang serupa dengan *leucocin A* dan *leucocin B*. Bakteriosin dari BAL dalam suatu bahan pangan tidak akan menghambat pertumbuhan BAL endogenous lainnya yang ada dalam bahan pangan yang sama²⁰.

Ammor *et al.*^{57,58} menyatakan bahwa senyawa serupa bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri *Vagococcus carniphilus* dan *Lactococcus garvieae* yang diisolasi dari sosis kering secara aktif menyerang *L. monocytogenes* dan *Staphylococcus aureus*. Komponen antimikrobal tersebut merupakan senyawa untuk mencegah pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan yang mengkontaminasi peralatan selama pengolahan. Lebih lanjut dikatakan bahwa beberapa BAL yang menghasilkan senyawa serupa bakteriosin dapat menekan pertumbuhan mikroba yang tidak diharapkan sehingga merupakan *barrier* terhadap kontaminasi dari alat-alat selama penanganan daging segar.

IMPLIKASI DAN PENUTUP

Produk pangan *perishable* sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba pembusuk dan patogen. Hal tersebut dapat diatasi antara lain melalui pengawetan pangan untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga keamanan produk pangan. Penggunaan pengawet untuk produk pangan perlu dipertimbangkan secara cermat terutama pelarangan penggunaan pengawet non pangan dan sintetis. Oleh karena itu orientasi penggunaan bahan pengawet lebih kepada penerimaan masyarakat dan terdapat secara alamiah dalam pangan dan bahan pangan yang dikenal dengan istilah biopreservatif. Salah satu di antaranya yang telah digunakan di beberapa negara di luar negeri dan diuji aman dalam aplikasinya dalam pangan

adalah bakteriosin. Sebagai biopreservatif pangan, bakteriosin harus memenuhi kriteria aman bagi konsumen, memiliki aktivitas bakterisidal terhadap patogen, stabil terhadap pH asam dan basa, terdistribusi secara merata dalam sistem makanan, dan hal terpenting lainnya adalah ekonomis.

Bakteriosin merupakan substansi peptida yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang jumlah dan jenisnya di Indonesia cukup melimpah. Hal ini merupakan peluang yang besar bagi pengembangan bakteriosin sebagai biopreservatif pangan di Indonesia. Bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 adalah salah satu dari beberapa bakteriosin yang telah dihasilkan oleh bakteri asam laktat di Indonesia, memiliki sifat-sifat yang memenuhi kriteria sebagai bakteriosin umumnya. *Lactobacillus sp.* galur SCG 1223 diisolasi dari susu sapi segar sehingga bakteriosin yang dihasilkan potensial digunakan sebagai biopreservatif pada produk peternakan seperti daging segar. Hasil aplikasinya pada daging ayam dan daging sapi menggunakan bakteri uji *E. coli*, *S. thymurium* dan *L. monocytogenes* menunjukkan potensi aktivitas hambat yang cukup besar, sehingga bakteriosin ini digolongkan memiliki spektrum penghambatan yang luas atas bakteri patogenik kelompok Gram negatif dan Gram positif. Dengan potensi tersebut, proses purifikasi yang sempurna diperlukan untuk lebih meningkatkan kemampuannya sebagai biopreservatif dengan pengujian pada berbagai bakteri patogen yang dominan mengkontaminasi bahan pangan yang mudah rusak, serta diproduksi dalam bentuk serbuk seperti halnya bakteriosin komersial yang telah beredar di pasar seperti Nisin.

DAFTAR PUSTAKA

- Shimoni E, Labuza TP. Modeling pathogen growth in meat products: Future challenges. *Trends in Food Sci. and Tech.* 2000; 11:394-402.
- Ho CP, Huang NY, Chen BJ. A Survey of microbial contamination of food contact surfaces at broiler slaughter plants in Taiwan. *Journal of Food Protect.* 2004; 67:12: 2809-2811.
- Veclerc V, Dufour B, Lombard B, Gauchard F, Garin-Bastuji B, Salvat G, Brisabois A, Poumeyrol M, De Buyser M-L, Gnanou-Besse N, Lahellec C. Pathogens in meat and milk products: surveillance and impact on human health in France. *Livestock Production Science.* 2002; 76: 195–202.
- Okolocha EC, Ellerbroek L. The influence of acid and alkaline treatments on pathogens and the shelf life of poultry meat. *Food Control.* 2005; 16: 217–225.
- Deumier F, Collignan A. The effects of sodium lactate and starter cultures on pH, lactic acid bacteria, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. levels in pure chicken dry fermented sausage. *Meat Science.* 2003; 65:1165–1174.
- Haeghebaert S, Le Querrec F, Vaillant V, Delarocque-Astagneau E, Bouvet P. Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 1998. Di dalam: Veclerc V, Dufour B, Lombard B, Gauchard F, Garin-Bastuji B, Salvat G, Brisabois A, Poumeyrol M, De Buyser M-L, Gnanou-Besse N, Lahellec C. Pathogens in meat and milk products: surveillance and impact on human health in France. *Livestock Production Science.* 2002; 76: 195–202.
- Parliamentary Office of Science and Technology. Safer eating, microbiological food poisoning and its prevention. 1997. HMSO, ISBN 1 8979 4156 0. Di dalam: Goksoy EO, James C, Corry JEL. The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of uninoculated chicken meat. *Journal of Food Engineer.* 45 : 153-160. 2000.
- Budde BB, Hornbæk T, Jacobsen T, Barkholt V, Koch AG. *Leuconostoc carnosum* 4010 has the potential for use as a protective culture for vacuum-packed meats: culture isolation, bacteriocin identification, and meat application experiments. *Int. Journal of Food Microbiol.* 2003; 83:171– 184.
- Mataragas M, Drosinos EH, Metaxopoulos J. Antagonistic activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in sliced cooked cured pork shoulder stored under vacuum or modified atmosphere at 4±2°C. *Food Microbiol.* 2003; 20: 259–265.
- Tagg JR, Dajani AS, Wannamaker LW. *Bacteriocins of Gram positive bacteria.* *Journal Bacteriol. Rev.* 1976; 40(3):722-756.
- Bintang M. Studi antimikroba dari *Streptococcus lactis* [Disertasi]. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 1995.
- Cintas LM, Cassaus P, Havarstein LS, Nes IF, Hernandez PE. Biochemical and genetics of enterocin from *Enterococcus faecum* P13 with a broad antimicrobial spectrum. *Environ. Microbiol.* 1997; 63: 4321-4330.
- Suarsana IN, Utama IH, Suartini NGAA. Aktivitas in vitro senyawa antimikroba dari *Streptococcus lactis*. *Jurnal Veteriner.* 2001; 2 (1): 25-31.
- Suparjo. Bakteriosin dan perannya dalam ekologi mikroba rumen [Internet]. 2008 [Diunduh 2 Desember 2011]. Tersedia di :<http://jajo66.files.wordpress.com/2009/01/bakteriosin.pdf>

15. Diaz JR. Plantaricin S and T, two new bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* LPC010 isolated from a green olive fermentation. *Journal Appl. and Environ. Microbiol.* 1993; 59:1416-1429.
16. Ray B. *Fundamental food microbiology*. Tokyo: CRC Press; 1996.
17. Cleveland J, Montville JT, Nes IF, Chikindas ML. Bacteriocin: safe, natural antimicrobials for food preservation. *Int. Journal of Food Microbiol.* 2001;71:1-20.
18. Bruno ME, Kaise A, Montville TJ. Depletion of proton motive force by nisin in *Listeria monocytogenes* cell. *Appl. Environ. Microbiol.* 1992; 58: 2255-2259.
19. Ogunbanwo ST, Sanni AI, Anilude AA. Influence of cultural conditions on the production of bacteriocin by *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnol.* 2003; 2(7):179-184.
20. Vermeiren L, Devlieghere F, Debevere J. Evaluation of meat born lactic acid bacteria as protective cultures for the biopreservation of cooked meat products. *Int. Journal of Food Microbiol.* 2004; 96:149-164.
21. Todorov SD, Dicks LMT. *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against Gram-negative bacteria. *Enzyme and Microbial Technol.* 2005; 36: 318-326.
22. DeVuyst L, Vandamme EJ. Lactic acid bacteria and bacteriocins: their practical importance. Di dalam : De Vuyst L, Vandamme EJ, editor. *Bacteriocins of lactic acid bacteria: Microbiology, genetics, and applications*. London: Blackie Academic & Professional; 1994.
23. Ray B, Feld RA. Antibacterial effectiveness of a Pediocin AcH based biopreservatif against spoilage and pathogenic bacteria from vacuum packaged refrigerated meat. *Proceedings: 38th International Congress of Meat Science and Technology: 23-28 Agustus 1992, Clermont Ferrand, Prancis.*
24. Gonzales BE, Glaasker F, Kunji FRS, Driessen AJM, Suarez JE, Konings WN. Bactericidal mode of action of Plantaricin S. *Journal Appl. Environ. Microbiol.* 1996; 62:2701-2709.
25. Sullivan L, Ross RP, Hill C. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality. *Biochimie.* 2002; 84: 593-604.
26. Montville TJ, Chen Y. Mechanistic action of pediocin and nisin: recent progress and unresolved questions. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1998; 50: 511-519.
27. Drider D, Fimland G, Hechard Y, McMullen L, Prévost H. The continuing story of class IIa bacteriocins. *Microbiol. Molecular Biol. Rev.* 2006; 70:564-582.
28. Klaenhammer TR. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 1993; 12:39-86.
29. Upreti GC, Hinsdill RD. Production and mode of action of lactocin 27, a bacteriocin from a homofermentative lactobacillus. 1975. Di dalam: Bhunia AK, Johnson MC, Ray B, Kalchayanand N. Mode of action of pediocin AcH from *Pediococcus acidilactici* H on sensitive bacterial strains. *Journal Appl. Bacteriol.* 70, 25-33.
30. Schanell N, Entian KD, Schneider U, Gots F, Zahner H, Kellner R, Jung G. Prepeptida sequence of epidermin, a ribosomally synthesized antibiotic with four sulphide-ring. *Nature London.* 1998; 333:276-278.
31. Kim CH, Ji GE, Ahn C. Purification and Molecular Characterization of a Bacteriocin from *Pediococcus* sp KCA 1202-10 Isolated from Fermented Flat Fish. *Food Sci. Biotechnol.* 2000; 9: 270-276.
32. Boe JY. Evaluation of optimum production for bacteriocin from *Lactobacillus* sp JB 42 Isolation from Kimichi. *J. Microbiol. Biotechnol.* 1996; 6: 63-67.
33. Usmiati S, Marwati T. Seleksi dan optimasi proses produksi Bacteriosin dari *Lactobacillus* sp. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* 2007; 4(1):27-37.
34. Usmiati S, Abubakar, Miskiyah, Yuliani S, Ariyanti T. Teknologi Produksi Bacteriosin sebagai Biopreservatif untuk Mengendalikan Kontaminan pada Daging Segar. *Laporan Penelitian. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2008.* Tidak dipublikasikan
35. Liao Chii-Cheng, Yousef AE, Chism GW, Richter ER. Inhibition of *Staphylococcus aureus* in buffer, culture media and foods by lacidin A, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* OSU 133. *Journal Food Safety.* 1994; 14:87-101.
36. Usmiati S, Noor E. Karakter ekstrak bacteriosin dari bakteri asam laktat galur SCG 1223 selama penyimpanan pada berbagai pH dan suhu pemanasan. *Prosiding Simposium Teknologi Inovatif Pascapanen II, Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, 14 Agustus 2009.* 2010. Hal: 223-230
37. Jung DS, Bodyfelt FW, Daeschel MA. Influence of fat and emulsifier on the efficacy of nisin in inhibiting *Listeria monocytogenes* in fluid milk. *Journal of Dairy Sci.* 1992; 75: 387-393.
38. Schannell AGM, Hill C, Ross RP, Marx S, Hartmeier W, Arendt EK. Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin®. *Int. J. of Food Microbiol.* 2000; 60:241-249.

39. Benech RO, Kheadr EE, Laridi R, Lacroix C, Fliss I. Inhibition of *Listeria innocua* in cheddar cheese by addition of Nisin Z in liposomes or by in situ production in mixed culture. *Applied and Environ. Microbiol.* 2002; 68(8):3683-3690.
40. Kailasapathy K. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Microencapsulation of Probiotic Bacteria.* 2002; 3: 39-48.
41. Young SL, Sarda X, Rosenberg M. Microencapsulating properties of whey proteins with carbohydrate. *Journal of Dairy Sci.* 1995; 76: 2878-2885.
42. Kenyon MM. Modified Starch Maltodextrin, and Corn Syrup Solids as Wall Materials for Food Encapsulation. Chemical Society. Oregon, Muscatine: Grain Processing Corporation. 1995.
43. Stevens KA, Sheldon BW, Klapes NA, Klaenhammer TR. 1991. Nisin treatment for inactivation of *Salmonella* species and other gram-negative bacteria. Di dalam: DeVuyst L, Leroy F. *Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications.* *Journal of Molecular Microbiol. and Biotechnol.* 13:194-199.
44. Kalchayanand N, Sikes T, Dunne CP, Ray B. Hydrostatic pressure and electroporation have increased bactericidal efficiency in combination with bacteriocins. Di dalam: Hugas M. *Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat products.* *Meat Science,* 1998; 49(1):S139-S150.
45. Ouwehand AC, Vesterland S. Antimicrobial components from lactic acid bacteria. Di dalam: Salminen S, Wright AV, Ouwehand A, editor. *Lactic Acid Bacteria Microbial and Functional Aspects,* 3rd ed, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, Inc.; 2004.
46. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiology: An introduction,* 9th ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings. 2007.
47. Soeparno. *Ilmu dan teknologi daging.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press. 1998.
48. Gill CO. The Control of microbial spoilage in fresh meats in advances in meat research. *Meat and Poultry Microbiol.* 1986; 2: 49-88.
49. Rozbeh M, Kalchayanand N, Field RA, Jhonson MC, Ray B. The influence of biopreservatives on the bacterial level of refrigerated vacuum packaged beef. *Journal of Food Safety.* 1993; 13: 99-111.
50. Hugas M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat products. *Meat Science,* 1998; 49(1):S139-S150.
51. Liesner JJ, Greer GG, Dilts BD, Stiles ME. Effect of growth of selected lactic acid bacteria on storage life of beef stored under vacuum and in air. *Int. Journal of Food. Microbiol.* 1995; 26: 231-243.
52. Hsieh HY, Glatz BA. Long-term storage stability of bacteriocin propionicin PLG-1 produced by *Propionobacterium thoenii* and potential as a food preservative. *Journal of Food Protect.* 1996; 59(5):481-486.
53. Holzapfel WH, Giesen R, Schillinger U. Biological preservation of food with reference to protective cultures, bacteriocin and food grade enzymes. *Int. J. of Food Microbiol.* 1995; 24:343-362.
54. Usmiati S, Marwati T, Sunarlim R, Abubakar, Winarti C, Miskiyah, Ariyanti T, Sugiarto, Wahyudi M. *Teknologi Produksi Bacteriosin sebagai Biopreservatif untuk Mengendalikan Kontaminan Daging dan Produk daging.* Laporan Penelitian. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2007. Tidak dipublikasikan.
55. Usmiati S, Miskiyah, Maheswari RRA. Pengaruh penggunaan bakteriosin dari *Lactobacillus sp.* Galur SCG 1223 terhadap kualitas mikrobiologi daging sapi segar. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 2009; 14(2):150-166.
56. Foegeding PM, Thomas AB, Pilkington DH, Klaenhammer TR. Enhanced control of *Listeria monocytogenes* by in situ-produced pediocin during dry fermented sausage production. *Appl. Environmen. Microbiol:* 1992; 884-890.
57. Ammor S, Tauveron G, Dufour E, I Chevallier. Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility: 1—Screening and characterization of the antibacterial compounds. *Food Control.* 2006a; 17:454–461.
58. Ammor S, Tauveron G, Dufour E, Chevallier I. Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility: 2-Behaviour of pathogenic and spoilage bacterial in dual species biofilms including a bacteriocin-like-producing lactic acid bacteria. *Food Control.* 2006b; 17: 462-468.