

PENENTUAN WAKTU INKUBASI OPTIMUM TERHADAP AKTIVITAS BAKTERIOSIN *Lactobacillus* sp. RED₄

Hanimatul Khoiriyah^{1*}, Puji Ardiningsih¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi 78124, Pontianak
Email: Hanimatul@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemanfaatan Bakteri asam laktat (BAL) dalam industri pangan telah dikenal secara luas sebagai kultur starter (fermentasi) dan pengawet pangan. Bakteri asam laktat menghasilkan senyawa antimikroba antara lain senyawa asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin. *Lactobacillus* sp. RED₄ merupakan salah satu isolat BAL hasil isolasi dari cincalok formulasi yang dapat memproduksi senyawa antimikroba bakteriosin. Tujuan penelitian ini adalah menentukan waktu inkubasi optimum terhadap aktivitas antimikroba bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. RED₄. Uji aktivitas antimikroba menggunakan metode difusi sumur agar terhadap beberapa mikroba uji. Berdasarkan hasil penelitian *Lactobacillus* sp. RED₄ dapat memproduksi antimikroba bakteriosin, yang terdeteksi pada fase eksponensial yaitu jam ke-4 dan mencapai optimum pada awal fase stasioner yaitu jam ke-16. Indikator waktu inkubasi optimum adalah waktu dimana antimikroba bakteriosin diproduksi secara optimal yang ditandai dengan besarnya zona bening yang terbentuk di sekitar sumur pada semua mikroba uji. Produksi antimikroba bakteriosin *Lactobacillus* sp. RED₄ pada waktu inkubasi 16 jam. Aktivitas antimikroba bakteriosin terhadap *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albican* sebesar 6,40±0,06; 6,93±0,10; 3,22±0,05; 6,15±0,08; 6,79±0,07; 14,28±0,04 dan 6,46±0,06 mm secara berturut-turut.

Kata kunci : *Bakteriosin, Lactobacillus* sp. RED₄, waktu inkubasi optimum

PENDAHULUAN

Pemanfaatan bakteri asam laktat (BAL) dalam industri pangan telah dikenal secara luas sebagai kultur starter dalam fermentasi daging, susu, sayuran dan buah-buahan. Bakteri ini ditambahkan dalam produk pangan sebagai pengawet makanan (Suardana, dkk., 2007). Bakteri asam laktat dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk pada bahan makanan, sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk pangan tersebut (Paulus, 2009). Senyawa-senyawa antimikroba yang dihasilkan BAL antara lain: asam organik, hidrogen peroksida, dan bakteriosin (Janingrum, 2002).

Bakteriosin merupakan suatu senyawa protein atau polipeptida yang dapat menghambat bakteri Gram positif dan negatif (Jiménez-Díaz *et al.*, 1993; Aslam *et al.*, 2011), dan dihasilkan oleh berbagai spesies BAL (Todorov *et al.*, 2003; Savadogo *et al.*, 2004). Bakteriosin yang dihasilkan oleh BAL berpotensi sebagai pengawet alami bahan pangan (Sankar *et al.*, 2012), karena tidak mengubah rasa dan tekstur serta mudah terdegradasi oleh enzim proteolitik dalam pencernaan manusia dan hewan (Suarsana, 2011; Sharma and Gautam, 2008).

Bakteriosin merupakan metabolit (ekstraseluler) berupa protein yang disintesis langsung di ribosom (Jack *et al.*, 1995). Bakteriosin memiliki spektrum yang luas dalam menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri patogen (Sifour *et al.*, 2012), bakteriosin yang diproduksi oleh *L.plantarum* F1 dan *L.brevis* OG1 hasil isolasi dari makanan fermentasi Nigeria dapat menghambat *Listeria monocytogenes*, *S.typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, dan *E.coli* (Ogunbanwo *et al.*, 2003), produksi bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. hasil isolasi dari susu murni dapat menghambat *E.coli*, *S.thypimurium*, dan *L.monocytogenes* (Usmiati dan Marwati, 2007), aktivitas antimikroba ekstrak bubuk bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. galur SCG1223 terhadap *E. coli* dan *P.acidilactici* sebesar 1862,5 AU/ml dan 1303,5 AU/ml (Usmiati dan Rahayu, 2011).

Isolasi dan karakterisasi BAL dari cincalok hasil formulasi skala laboratorium di peroleh sebanyak 40 isolat, dimana 3 isolat menunjukkan aktivitas antimikroba terbaik (Achmad, 2012). Isolat *Lactobacillus* sp. RED₄ merupakan salah satu dari ketiga isolat BAL tersebut, namun belum dikarakterisasi kemampuan dari aktivitas bakteriosin, oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penentuan waktu inkubasi optimum

terhadap aktivitas antimikroba bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. RED₄.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *autoclav*, mikrosentrifugasi, mikrofilter 0,22µm, *hot plate*, jangka sorong, kawat ose, laminar, mikropipet, neraca analitik, pembakar bunsen, pH meter, spektrofotometer UV-VIS, dan seperangkat alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan adalah agar, akuades, alkohol, *buffer* fosfat pH 4 dan 7, *De Man Rogosa and Sharpe* (MRS), ekstrak ragi, HCl, glukosa, CaCO₃, NaOH, *nutrient* agar (NA), dan pepton. Mikroba uji yang digunakan yaitu *A. hydrophila*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *Salmonella* sp., *P. aeruginosa*, *C. albicans* dan isolat *Lactobacillus* sp. RED₄.

Prosedur Penelitian

Peremajaan *Lactobacillus* sp. RED₄ dan mikroba uji

Isolat *Lactobacillus* sp. RED₄ yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat BAL pada media MRS agar. Isolat diremajakan dengan cara menginokulasikan isolat BAL pada cawan petri, kemudian ditambahkan media MRS agar dengan suhu 30°C, diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam. Peremajaan juga dilakukan pada mikroba uji menggunakan media NA.

Pembuatan kultur bakteri

Isolat *Lactobacillus* sp. RED₄ diinokulasikan ke dalam 10 mL media MRS *broth*, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Pembuatan kultur juga dilakukn pada mikroba uji ke dalam media *nutrient broth* (NB).

Pembuatan kurva pertumbuhan bakteri

Isolat *Lactobacillus* sp. RED₄ sebanyak satu ose diinokulasikan ke dalam 10 mL media MRS *broth*, selanjutnya kultur tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Kultur diambil sebanyak 1 mL diinokulasi dalam MRS *broth* ke dalam 10 tabung dan diinkubasi pada suhu ruang. Pertumbuhan bakteri diamati setiap 2 jam dengan mengukur nilai *optical density* (OD) menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 650 nm (Kusmiati dan Malik, 2002).

Penentuan waktu optimum produksi bakteriosin

Sebanyak 1 mL kultur BAL diinokulasikan pada 20 mL media MRS *broth*, diinkubasi pada suhu ruang selama 4, 10, 16, dan 24 jam (Januarsyah, 2007), Selanjutnya pemanenan dilakukan dengan cara kultur disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 20 menit. Supernatan bebas sel yang diperoleh dikondisikan pada pH 7 menggunakan NaOH 1M. Supernatan yang diperoleh kemudian disaring menggunakan mikrofilter 0,22 µm sehingga diperoleh supernatan steril (Ogunbanwo *et al*, 2003; Aslam *et al.*, 2011).

Uji aktivitas antimikroba

Uji aktivitas antimikroba bakteriosin dilakukan dengan metode difusi sumur agar (Khunajakr *et al.*, 2008). Sebanyak 50 µL supernatan bebas sel dimasukkan kedalam sumur pada media padat NA yang telah diinokulasikan mikroba uji, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dan zona bening yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

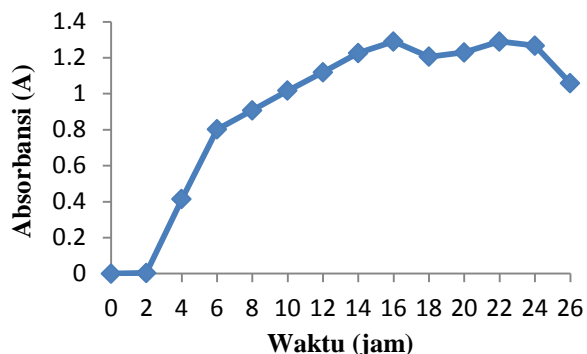
Peremajaan *Lactobacillus* sp. RED₄

Isolat BAL penghasil bakteriosin yang digunakan adalah *Lactobacillus* sp. RED₄ hasil isolasi dan karakterisasi produk makanan fermentasi cincalok formulasi skala laboratorium. Peremajaan isolat *Lactobacillus* sp. RED₄ dilakukan menggunakan media MRS agar selama 48 jam, yang bertujuan untuk menumbuhkan dan memurnikan bakteri. Hasil peremajaan selanjutnya diinokulasikan pada MRS *broth* dan diinkubasi selama 14-16 jam, sehingga bakteri yang digunakan tumbuh dengan baik dan aktif. Hal yang sama juga dilakukan Utami (2009) sebelum produksi bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. galur SCG 1223 dengan cara menginokulasikan pada MRS *broth*.

Kurva pertumbuhan bakteri

Fase pertumbuhan *Lactobacillus* sp. RED₄ digunakan untuk menentukan waktu inkubasi selama produksi senyawa antimikroba bakteriosin. Pertumbuhan bakteri diamati nilai *Optical density*/OD setiap 2 jam menggunakan metode turbidimetri dengan panjang gelombang 650 nm. Pertumbuhan BAL mengalami peningkatan dengan meningkatnya nilai OD, semakin keruh suspensi bakteri maka semakin banyak jumlah bakteri yang tumbuh.

Meningkatnya jumlah biomassa menyebabkan jumlah bakteriosin yang dihasilkan akan meningkat kemudian turun setelah mencapai fase stasioner (Ogunbanwo *et al.*, 2003). Pertumbuhan bakteri *Lactobcillus* sp. RED₄ dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan *Lactobcillus* sp. RED₄

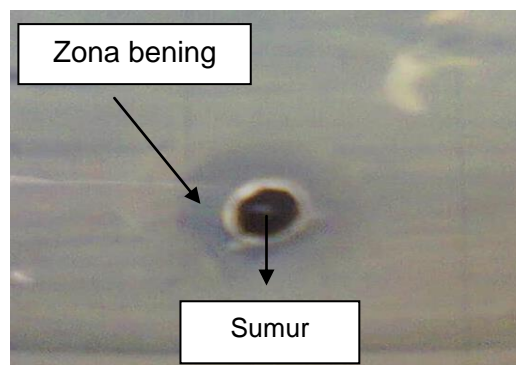
Kurva pertumbuhan *Lactobcillus* sp. RED₄ terdiri dari fase lag, fase log (eksponensial), fase stasioner. Fase lag *Lactobcillus* sp. RED₄ terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-2. Pada fase lag bakteri melakukan proses adaptasi terhadap kondisi lingkungannya seperti: pH, suhu, nutrisi dan lain sebagainya, pada fase ini peningkatan jumlah sel bakteri berlangsung lambat. Fase kedua adalah fase eksponensial, pertumbuhan bakteri berlangsung sangat cepat, dimulai pada jam ke-2 sampai jam ke-16, pada fase ini suatu jenis mikroba memperbanyak diri dengan cara membelah diri menjadi dua, kemudian masing-masing membelah lagi menjadi dua sehingga pada setiap generasi jumlahnya menjadi dua kali populasi sebelumnya. Waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya proses ini disebut waktu generasi (Fardiaz, 1992).

Fase berikutnya adalah fase stasioner, terjadi mulai jam ke-16 sampai jam ke-24. pada fase ini tidak terjadi penambahan jumlah bakteri, jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati karena cadangan makanan sudah mulai menipis dan pada fase ini BAL akan menghasilkan metabolit sekunder sebagai pertahanan diri terhadap lingkungannya dan mikroorganisme lain. Fase stasioner BAL galur SCG 1223 terjadi pada jam ke-11 sampai jam ke-14. Produksi optimum bakteriosin bakteri ini terdeteksi pada fase stasioner yaitu pada waktu inkubasi 14 jam (Januarsyah, 2007), dan isolat *Lactobcillus* sp. yang diisolasi dari susu murni fase stasionernya pada jam ke-9 sampai jam ke-20, dengan aktivitas optimum pada awal fase stasioner yaitu jam ke-9 (Usmiati dan Marwati, 2007).

Penentuan waktu inkubasi optimum produksi bakteriosin

Penentuan waktu inkubasi optimum berdasarkan kurva pertumbuhan *Lactobcillus* sp. RED₄. Kultur *Lactobcillus* sp. RED₄ diambil sebanyak 1 mL, diinkubasi selama 4, 10, 16, dan 24 jam, serta dilakukan pengukuran nilai pH media sebelum dan sesudah inokulum. Selama pertumbuhan *Lactobcillus* sp. RED₄ dapat menurunkan pH media, dari 6,5 menjadi 4,7 dalam waktu 24 jam. Semakin lama waktu inkubasi pH media semakin kecil, penurunan pH media tersebut akibat peningkatan kadar asam organik yang dihasilkan oleh isolat *Lactobcillus* sp. RED₄. Asam-asam organik tersebut diduga sebagai asam laktat dan asam asetat. Pembentukan asam organik terjadi melalui proses fermentasi glukosa yang terdiri dari dua tahap yaitu (1) pemecahan rantai karbon dari glukosa membentuk asam piruvat; (2) tahap kedua, asam piruvat akan tereduksi menghasilkan asam laktat dan senyawa lain seperti asam asetat, CO₂ dan etanol (Fardiaz, 1992).

Asam-asam organik yang terdapat di dalam supernatan dapat mempengaruhi aktivitas bakteriosin yang terbentuk, oleh karena itu dilakukan penambahan NaOH 1M hingga supernatan antimikroba mencapai kondisi pada pH 7 (Ogunbanwo *et al.*, 2003; Aslam *et al.*, 2011). Menurut Syahniar (2009) penurunan pH BAL disebabkan oleh adanya asam-asam organik yang terbentuk selama pertumbuhan sebagai metabolit primer dari bakteri tersebut. BAL dapat menghasilkan metabolit yang bersifat antimikroba antara lain: asam laktat, hidrogen peroksida, dan bakteriosin (Mourod *et al.*, 2005).



Gambar 2. Aktivitas antimikroba terhadap *E.coli*

Indikator waktu inkubasi optimum adalah waktu dimana senyawa antimikroba bakteriosin diproduksi optimal yang ditandai dengan besarnya zona bening yang terbentuk di sekitar sumur pada semua mikroba uji. Hasil uji aktivitas antimikroba supernatan *Lactobcillus* sp. RED₄ dapat menghasilkan antimikroba bakteriosin,

yang ditunjukkan dengan adanya diameter zona hambat disekitar koloni bakteri uji seperti pada Gambar 2.

Berdasarkan Tabel 1. Pengaruh waktu inkubasi 4, 10,16 dan 24 jam terhadap setiap mikroba uji berbeda-beda, waktu inkubasi 4 jam (fase eksponensial) supernatan *Lactobacillus* sp. RED₄ menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap 4 mikroba uji yaitu *B.cereus*, *B.subtilis*, *P.aerogenosa*, *C.albicans*. Waktu inkubasi 10 jam dapat menghambat 6 mikroba uji kecuali *Salmonella* sp., selama fase eksponensial bakteri menghasilkan metabolit primer yang diperlukan dalam proses pertumbuhan sel, sehingga metabolit bakteriosin belum optimal diproduksi (Syahniar, 2009).

Waktu inkubasi 16 jam (fase stasioner) dapat menghambat semua mikroba uji dengan rata-rata zona hambat paling besar, meningkatnya waktu inkubasi aktivitas bakteriosin mengalami peningkatan dan mencapai optimum pada fase stasioner. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pada waktu inkubasi 16 dan 24 jam berbeda tidak nyata, sehingga dapat disimpulkan waktu inkubasi optimum adalah 16 jam. Aktivitas optimum antimikroba bakteriosin dari BAL galur SCG 1223 pada waktu inkubasi 14 jam (Januarsyah, 2007), dan bakteriosin dari *L.plantarum* diproduksi selama waktu inkubasi 20 jam (Syahniar, 2009).

Bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. RED₄ mulai terdeteksi pada fase eksponensial, dan

mencapai optimal pada awal fase stasioner. Produksi optimum bakteriosin dari *L.brevis* OG1 menunjukkan aktivitas antimikroba pada awalnya terdeteksi pada fase pertumbuhan eksponensial dan mencapai maksimum pada awal fase stasioner, tergantung pada spesiesnya (Jiménez-Díaz et al., 1993; Ogunbanwo et al., 2003).

Hasil uji menunjukkan *Lactobacillus* sp. RED₄ mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif serta jamur, sehingga dapat disimpulkan antimikroba bakteriosin ini termasuk jenis antimikroba dengan spektrum luas. Bakteriosin yang diproduksi dari *L.plantarum* F1 dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif tetapi tidak dapat menghambat *C.albicans* sedangkan bakteriosin dari *L.brevis* OG1 dapat menghambat 21 mikroba uji (Ogunbanwo et al., 2003).

Pseudomonas aerogenosa sensitiv terhadap bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. RED₄, hal ini dapat dilihat dari kemampuan hambat supernatan bakteriosin yang diinkubasi selama 4-24 jam ditunjukkan dengan zona bening yang lebih besar dari pada mikroba uji yang lain, hal ini disebabkan oleh resistensi bakteri tersebut. Resistensi bakteri Gram negatif oleh aktivitas antimikroba bakteriosin lebih tinggi dibandingkan dengan Gram positif, karena struktur dinding selnya memiliki membran luar yang tersusun atas lipopolisakarida (LPS), lipoprotein, dan fosfolipid (Leroy, 2007).

Tabel 1. Pengaruh waktu inkubasi supernatant *Lactobacillus* sp. RED₄ terhadap mikroba uji

Mikroba uji	Waktu inkubasi (jam)			
	Diameter rata-rata zona bening (mm)			
	4	10	16	24
<i>B. cereus</i>	4,83±0,08 ^A	4,73±0,05 ^A	6,40±0,06 ^B	7,28±0,18 ^B
<i>B. subtilis</i>	5,43±0,09 ^a	9,05±0,03 ^A	6,93±0,10 ^a	8,08±0,10 ^A
<i>Salmonella</i> sp.	-	-	3,22±0,05 ^A	3,53±0,02 ^A
<i>A. hydrophila</i>	-	5,86±0,04 ^A	6,15±0,08 ^A	4,59±0,02 ^a
<i>E. coli</i>	-	5,85±0,05 ^A	6,79±0,07 ^A	4,77±0,06 ^a
<i>P. aerogenosa</i>	12,68±0,13 ^a	19,17±0,12 ^a	14,28±0,04 ^A	14,80±2,37 ^A
<i>C. albicans</i>	6,10±0,00 ^A	7,70±0,05 ^a	6,46±0,06 ^a	5,61±0,03 ^A

Keterangan: Nilai adalah rata-rata ± standar deviasi. Huruf kapital yang sama dalam satu baris menunjukkan berbeda tidak nyata. Huruf kecil pada satu baris menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%. - tidak aktif

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa aktivitas bakteriosin dari *Lactobacillus* sp. RED₄ terdeteksi pada fase eksponensial yaitu jam ke-4 dan mencapai optimal pada awal fase stasioner

yaitu jam ke-16. Aktivitas antimikroba bakteriosin tertinggi pada waktu inkubasi 16 jam terhadap *B.cereus*, *B.subtilis*, *Salmonella* sp., *A.hydrophila*, *E.coli*, *P.aerogenosa*, dan *C.albicans* sebesar 6,40±0,06; 6,93±0,10; 3,22±0,05; 6,15±0,08; 6,79±0,07; 14,28±0,04 dan 6,46±0,06 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, D.I., 2012, Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Cincalok Hasil formulasi Skala Laboratorium, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak (Skripsi).
- Aslam, M; Shahid, M; Rehman, F.U; Naveed, N.H; Batool, A.L; Sharif, S and Asia, A., 2011, Purification and characterization of bacteriosin isolated from *streptococcus thermophilus*, *African Journal*, 5 (18): 2642-2648.
- Fardiaz, S., 1992, Analisis Mikrobiologi Pangan, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Jack, R.W., J.R. Tagg and B. Ray., 1995, Bacteriocins of Gram-positive Bacteria, *Microbiologi, Rev*, 59 (2): 171-200.
- Janingrum, E.D., 2002, Isolasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Bacteriosin, Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor (Skripsi).
- Januarsyah, T., 2007, Kajian Aktivitas Hambat Bacteriosin dari Bakteri Asam Laktat Galur SCG 1223, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor (Skripsi).
- Jimenez-Diaz, R., 1993, Plantaricin S and two new bacteriocins produced by *Lactobacillus plantarum* LPC010 isolated from a green olive fermentation, *Appl. Environ. Microbiologi*, 59: 1416-1429.
- Khunajakr, N., Aporn W., Duangtip M and Sukon T., 2008, Screening and Identification of Lactic Acid Bacteria Producing Antimicrobial Compounds from Pig Gastrointestinal Tracts, *KMITL Sci. Tech. J*, 8: 1-8.
- Leroy, LDVF, 2007, Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Applications, *J Microbiol Biotechnol*. 13:194-199
- Mourad, K.; Halima, Z.K, and Nour-Eddine, K., 2005, Detection and Activity of Plantaricin OL 15 a Bacteriocin Produced by *Lactobacillus Plantarum* OL 15 Isolated from Algerian Fermented Olive, *Grasas y Aceites* 56 (3): 192-197.
- Ogunbanwo, S.T., A.I. Sanni and A.A. Onilude, 2003, Influence of cultural conditions on the production of bacteriocins by *Lactobacillus brevis* OG1. *Afric. J. Biotechnol*, 2 (7): 179-184.
- Ogunbanwo, S.T., A.I. Sanni and A.A. Onilude, 2003, Characterization of Bacteriosin Produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OGI, *Afric. J. Biotechnol*, 2 (8): 219-227.
- Paulus, R., 2009, Karakteristik Mutu Bakso Sapi dengan Penggunaan Supernatan yang Mengandung Antimikroba dari *Lactobacillus plantarum* 1A5 pada Penyimpanan Suhu Dingin, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi peternakan Fakultas Peternakan ITB, Bogor (Skripsi).
- Rozak, A.R., Patong, A.R., Harlim, T., Ajide, N.M., Haslia, dan Mahdaia, 2009, Produksi senyawa antimikroba bakteriosin secara fermentasi menggunakan isolat BAL *Enterococcus faecium* DU55, *Indonesia chemical acta*, 2 (2): 1-9.
- Savadogo, A., 2006, Bacteriocins and Lactic Acid Bacteria-a minireview, *African Journal of Biotechnology* 5(9):678-683.
- Sharma, N., and Guatam, N., 2008, Antibacterial activity and characterisation of bacteriocin of *bacillus mycoides* isolated from whey, *Indian journal of biotechnology*, 7: 117-121.
- Sifour, M.; Tayeb, I.; Haddar, H.O.; Namous, H, and Aissaoi, S., 2012, Production and Characterization of Bacteriosin of *Lactobacillus plantarum* F12 with Inhibitory Activity Against *Listeria monocytogenes*, *TOJSAT*, 2 (1): 55-61.
- Suardana, W.I.; Suarsana, N.I.; Sujaya, N.I, dan Wiryawan, K.G, 2007, Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Cairan Rumen Sapi Bali sebagai Kandidat Biopreservatif, *Jurnal veteriner*, 8 (4): 155-159.
- Suarsana, N.I., 2011, Karakterisasi Fisiokimia Bacteriosin yang di Ekstrak dari Yoghurt, *Buletin veteran udayana*, 3 (1): 1-8.
- Syahniar, T., 2009, Produksi dan Karakterisasi Bacteriosin Asal *Lactobacillus plantarum* 1A5 Serta Aktivitas Antimikrobanya Terhadap Bakteri Patogen. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, ITB, Bogor (Skripsi).
- Todorov, S.D., C.A. van Reenen and L.M.T. Dicks., 2004, Optimization of bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* ST13BR, a strain isolated from barley beer, *J. Gen. Appl. Microbiol*, 50: 149-157.
- Usmiati, S dan Marwati, T., 2007, Seleksi dan Optimasi Proses Produksi Bacteriosin dari *Lactobacillus* sp., *J Pascapanen* 4 (1): 27-37.
- Utami, S dan Rahayu, W.P., 2011, Aktivitas Hambat Bubuk Ekstrak Bacteriosin dari *Lactobacillus* sp. Galur SCG 1223, *Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner*, Bogor.
- Utami, N.A., 2009, Aktivitas Penghambatan Bubuk Ekstrak Bacteriosin dari Bakteri Asam Laktat, Fakultas Teknologi Pertanian, ITB, Bogor (Skripsi).