

MIKROENKAPSULASI *Lactobacillus plantarum* DENGAN BERBAGAI ENKAPSULAN PADA PENGERINGAN SEMPROT JUS JAMBU BIJI

[*Microencapsulation of Lactobacillus plantarum in Guava Juice by Spray Drying Using Several Types of Encapsulant*]

Rina Ningtyas¹⁾, Betty Sri Laksmi Jenie^{2)*}, dan Lilis Nuraida^{2,3)}

¹⁾ Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

²⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³⁾ SEAFASST Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diterima 21 April 2015 / Disetujui 27 November 2015

ABSTRACT

Two strains of *Lactobacillus plantarum* (1%) in guava juice were microencapsulated by spray drying technique using several types of encapsulant, i.e. maltodextrin, maltodextrin in combination with other materials such as gum arabic, inulin, and galactooligosakarida (GOS), with a ratio of 5:1. The objectives of this study were to compare the effect of encapsulation materials of *Lactobacillus plantarum* 2C12 and *Lactobacillus plantarum* BSL on heat resistance (50, 60 and 70°C, for 20 min), survival at low pH (2.0), bile salts (0.5%), and antimicrobial activity against *Escherichia coli*. Spray drying were performed at 120°C (inlet) and 70°C (outlet). The results showed that all types of encapsulated probiotics improved their resistances toward heat, low pH and bile salts as compared to free cells. The highest survival of probiotic cells was achieved by probiotic encapsulated with maltodextrin, and heated at 50°C, with a protection of 2-3 Log CFU g⁻¹ as compared to free cells. Combination of maltodextrin and GOS (5:1) showed the highest protection toward low pH and bile salts, except for *L. plantarum* BSL, the best encapsulant was maltodextrin. The antimicrobial activity of microencapsulated probiotic the cells did not change after the microencapsulation process. These results indicate that the guava powder probiotic can be developed by microencapsulation technique using maltodextrin or combination of maltodextrin and GOS with spray drying method.

Keywords: guava powder, *Lactobacillus plantarum*, microencapsulation, probiotic properties, spray drying

ABSTRAK

Dua strain *Lactobacillus plantarum* (1%) dalam sari buah jambu biji dimikroenkapsulasi dengan teknik pengeringan semprot menggunakan beberapa jenis bahan enkapsulan, meliputi maltodekstrin, kombinasi maltodekstrin dengan bahan enkapsulan lain seperti gum arab, inulin, dan galaktooligosakarida (GOS), dengan perbandingan 5:1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan pengaruh jenis enkapsulan terhadap ketahanan probiotik *Lactobacillus plantarum* 2C12 dan *Lactobacillus plantarum* BSL terhadap panas (50, 60 dan 70°C, 20 menit), pH rendah (pH 2,0) dan garam empedu (0,5%), serta aktivitas antimikroba terhadap *Escherichia coli*. Proses pengeringan semprot dilakukan pada suhu 120°C (inlet) dan 70°C (outlet). Hasil penelitian menunjukkan semua bahan enkapsulan pada kedua strain mampu meningkatkan ketahanan probiotik terhadap panas, pH rendah dan garam empedu dibandingkan dengan sel bebas. Sintasan probiotik terbaik adalah pada suhu 50°C, dengan bahan enkapsulan yang paling baik dalam melindungi sel probiotik terhadap panas adalah maltodekstrin, dengan perlindungan sebanyak 2-3 Log CFU g⁻¹ lebih tinggi dibanding sel bebas (tanpa mikroenkapsulasi). Pada perlakuan dengan pH rendah dan garam empedu, bahan enkapsulan dengan proteksi yang paling baik adalah kombinasi maltodekstrin dan GOS (5:1) kecuali pada *L. plantarum* BSL, yang terbaik adalah maltodekstrin. Aktivitas antimikroba dari probiotik tidak mengalami perubahan setelah proses mikroenkapsulasi. Hasil ini mengusulkan pengembangan produk probiotik serbuk jambu biji menggunakan maltodekstrin atau maltodekstrin dan GOS dengan teknik mikroenkapsulasi pengering semprot.

Kata kunci: *Lactobacillus plantarum*, mikroenkapsulasi, pengeringan semprot, serbuk jambu biji, sifat fungsional

*Penulis Korespondensi:
E-mail: betty_jenie@yahoo.com

PENDAHULUAN

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang jika dikonsumsi dalam jumlah yang cukup ($> 7 \text{ Log CFU g}^{-1}$) memberi manfaat kesehatan (FAO/WHO 2006). Genus *Lactobacillus* seperti *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. casei* dan *L. plantarum* adalah bakteri probiotik yang umum ditambahkan pada pangan (Saad *et al.*, 2013). Selama selang waktu dari pengolahan sampai pada konsumsi, probiotik pada produk pangan harus dapat dilindungi dari berbagai hal, seperti kondisi proses (suhu dan tekanan tinggi), desikasi apabila diaplikasikan untuk produk pangan kering, kondisi penyimpanan produk (matriks bahan pengemas) dan lingkungan (suhu, kelembaban, oksigen) serta degradasi pada saluran pencernaan, khususnya pH rendah di lambung (berkisar antara pH 2,5-3,5) dan garam empedu di dalam usus halus (Manojlović *et al.*, 2010).

Salah satu upaya dalam mempertahankan viabilitas dari probiotik adalah dengan menerapkan teknik mikroenkapsulasi. Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknologi yang telah banyak dikembangkan untuk diaplikasikan dalam industri pangan sebagai upaya perlindungan terhadap sel bakteri (Borgogna *et al.*, 2010). Pada teknik mikroenkapsulasi, metode pengeringan semprot direkomendasikan karena metode ini relatif murah dan dapat menampung larutan dalam volume yang besar (Mortazavian *et al.*, 2007). Pada proses pengeringan semprot, efisiensi mikroenkapsulasi dapat diperoleh dengan pemilihan bahan enkapsulan dan kondisi pengeringan semprot yang optimal (Liu *et al.*, 2004).

Serbuk buah probiotik adalah salah satu jenis produk probiotik berbahan dasar buah yang mulai dikembangkan dengan menerapkan teknik mikroenkapsulasi. Hernández-Carranza *et al.* (2014) mengembangkan serbuk pangan probiotik (asparagus, artichoke, jeruk dan kulit jeruk) menggunakan teknik mikroenkapsulasi dengan metode pengering semprot. Teknik mikroenkapsulasi yang diterapkan dilaporkan mampu mempertahankan populasi *L. casei* lebih dari 10^7 CFU g^{-1} setelah penyimpanan 60 hari. Anekella dan Orsat (2013) telah mengembangkan produk probiotik berbentuk serbuk buah raspberi menggunakan metode yang sama dengan maltodekstrin sebagai bahan enkapsulan. Nualkaekul *et al.* (2012) juga mengembangkan produk serbuk buah probiotik dengan proses pencampuran kering serbuk buah (strawberi, delima, kismis hitam, cranberi) dan probiotik *L. plantarum* kering beku (*freeze dried*) serta penambahan inulin dan gum arab. Hasil penelitian menunjukkan produk serbuk buah merupakan pembawa yang sangat baik bagi sel probiotik *L. plantarum* dengan sintasan lebih dari 10^6 CFU mL^{-1} selama penyimpanan 12 bulan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penggunaan beberapa jenis bahan

enkapsulan (maltodekstrin, dan campuran maltodekstrin dengan gum arab, inulin, dan GOS) yang dapat melindungi sel probiotik *L. plantarum* 2C12 dan *L. plantarum* BSL selama pengeringan semprot sari buah jambu biji. Evaluasi yang dilakukan terhadap produk serbuk jambu biji probiotik terenkapsulasi yakni sifat-sifat probiotik yang meliputi kemampuan ketahanan terhadap panas (50, 60, dan 70°C), pH rendah (pH 2,0), dan garam empedu (0,5%), serta sifat antimikroba terhadap *E. coli* ATCC 25922.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Buah jambu biji merah matang (Pasar Dramaga Bogor), kultur probiotik *L. plantarum* 2C12 (Fakultas Peternakan IPB) dan *L. plantarum* BSL (Laboratorium Mikrobiologi Pangan Departemen ITP IPB), Bakteri patogen *E. coli* ATCC 25922 (Laboratorium Mikrobiologi Pangan Seafast Center IPB).

Persiapan biomassa probiotik (Harmayani *et al.*, 2001)

Sebanyak satu ose probiotik ditumbuhkan pada media MRSB (Oxoid Ltd., England) kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . Selanjutnya diambil sebanyak 10 mL untuk ditumbuhkan kembali dalam 1 liter MRSB (1:100). Biomassa dipanen menggunakan alat sentrifus (Himac CR 21G, Hitachi, Tokyo, Japan) pada 5000 g selama 20 menit pada 4°C , kemudian dicuci dua kali menggunakan bufer fosfat (Merck, Germany) 0,1 M dengan cara disentrifugasi kembali (5000 g, 20 menit, 4°C). Biomassa yang dihasilkan mengandung sel probiotik sekitar $1,0 \times 10^{11} \text{ CFU mL}^{-1}$.

Mikroenkapsulasi probiotik dalam sari jambu biji

Sari buah Jambu biji dipersiapkan sebagai berikut. Buah matang dicuci dan dibilas dengan akuades steril. Selanjutnya, seluruh bagian buah (pulp, kulit dan biji) sebanyak 100 g dihancurkan dalam blender dengan penambahan akuades steril dalam dengan perbandingan 1:2 (b/v, buah/air), kemudian disaring menggunakan kain saring steril (Osorio *et al.*, 2011).

Sari jambu biji dicampurkan dengan bahan enkapsulan dengan campuran 1:1 (b/b). Untuk perlakuan kombinasi maltodekstrin dengan bahan enkapsulan lain digunakan perbandingan 5:1 (b/b) untuk semua bahan enkapsulan (Osorio *et al.*, 2011). Bahan enkapsulan yang digunakan adalah maltodekstrin (DE10-12, Cina), dan campuran maltodekstrin dengan gum arab (Houjin, Cina), inulin (Boneo-Orafti, Belgia), dan GOS (Jinao, Cina), masing-masing dengan perbandingan yang sama yaitu 5:1. Total padatan campuran sari jambu biji

dengan bahan enkapsulan diatur hingga konsentrasi 38°Brix dengan maltodekstrin. Selanjutnya campuran sari jambu biji dan bahan enkapsulan ditambah dengan biomassa probiotik (10^{11} CFU g^{-1}) sebanyak 1% dan selanjutnya dikeringkan dalam alat pengering semprot (Buchi 190 Mini, Switzerland). Proses pengeringan semprot dilakukan pada suhu inlet 120°C dan outlet 70°C, serta laju alir umpan adalah 485 mL/jam. Serbuk jambu biji probiotik terenkapsulasi (JBPE) dikemas dalam plastik polipropilen yang selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah plastik (toples) untuk analisis lebih lanjut. Untuk mengetahui jenis bahan enkapsulan terbaik, maka setelah pengeringan semprot dilakukan pengukuran pengujian ketahanan probiotik pada produk serbuk jambu biji terhadap panas (suhu 50, 60 dan 70°C), pH rendah (pH 2,0) dan garam empedu (0,5%), serta aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* ATCC 25922.

Pengujian ketahanan panas (Mandal et al., 2006)

Pengujian ketahanan panas terhadap probiotik bebas dan terenkapsulasi dilakukan dengan menambahkan sampel probiotik masing-masing sebanyak 1 g ke dalam 9 mL akuades steril dan dihomogenisasi menggunakan vorteks (Vortex Genie 2, Scientific Industries Inc., USA). Selanjutnya larutan tersebut dipanaskan pada suhu 50, 60, dan 70°C dalam penangas air selama 20 menit, lalu didinginkan pada suhu ruang. Viabilitas probiotik setelah pemanasan dihitung dengan metode tuang menggunakan media MRSA (Oxoid Ltd., England) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam.

Ketahanan terhadap pH rendah (pH 2,0) dan garam empedu (0,5%) (Modifikasi Nuraida et al., 2012^a)

Pengujian ketahanan probiotik terhadap pH rendah (pH 2,0) dilakukan sebagai berikut. Probiotik terenkapsulasi atau kultur probiotik bebas (tanpa enkapsulasi) diinokulasikan kedalam MRSB yang telah diasamkan dengan penambahan HCl (Merck KGaA, Germany) 0,1 M sampai pH media menjadi 2,0, dan diinkubasi pada 37°C selama 5 jam. Setelah diinkubasi, viabilitas probiotik selanjutnya dihitung dengan menggunakan metode yang sudah dijelaskan diatas pada pengujian ketahanan panas. Jumlah sel dari probiotik yang terenkapsulasi dibandingkan dengan sel probiotik bebas (tanpa enkapsulasi).

Pengujian ketahanan probiotik terhadap garam empedu (0,5%) dilakukan sebagai berikut. Sebanyak 1 g probiotik terenkapsulasi atau kultur probiotik bebas diinokulasikan kedalam MRSB yang mengandung garam empedu (Difco, Canada) (0,5%), dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 5

jam. Selanjutnya kultur dihitung menggunakan media MRSA dengan teknik metode tuang seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Jumlah sel yang mampu bertahan terhadap garam empedu dari probiotik yang terenkapsulasi dibandingkan dengan sel probiotik bebas.

Pengujian aktivitas antimikroba terhadap *E. coli* ATCC 25922 (Modifikasi Nuraida et al., 2012^b)

Sebelum dilakukan pengujian, sel probiotik terenkapsulasi yang telah dilepaskan terlebih dahulu dari mikroenkapsulannya dengan natrium sitrat (Merck, Germany) 2%. Uji aktivitas antimikroba probiotik terhadap bakteri patogen yakni *E. coli* ATCC 25922 dilakukan dengan metode kontak. Sebanyak 0,2 mL *E. coli* ATCC 25922 (10^5 CFU mL^{-1}) dan 0,2 mL sel probiotik sebanyak 10^8 CFU mL^{-1} diinokulasikan ke dalam 20 mL larutan susu skim (Sunlack, Malay) steril dalam erlenmeyer 50 mL. Selanjutnya seluruh erlenmeyer tersebut dihomogenisasi secara manual hingga merata, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Jumlah sel *E. coli* ATCC 25922 yang tumbuh setelah dikontakkan dengan probiotik selanjutnya dihitung menggunakan media tumbuh EMBA (Oxoid Ltd., England). Hasilnya dibandingkan dengan jumlah sel *E. coli* ATCC 25922 yang tumbuh setelah dikontakkan dengan probiotik bebas.

Analisis data

Data jumlah sel probiotik (CFU mL^{-1} atau CFU g^{-1}) yang diperoleh dari dua kali ulangan, dirata-ratakan dan dikonversi menjadi nilai Log CFU mL^{-1} atau CFU g^{-1} . Data diolah menggunakan ANOVA dan uji beda nyata dianalisis dengan rancangan acak kelompok (RAK) menggunakan SPSS 16 dengan nilai signifikansi $P < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan panas probiotik terenkapsulasi terhadap panas

Hasil pengujian ketahanan panas kedua strain probiotik *L. plantarum* 2C12 dan *L. plantarum* BSL dapat dilihat pada Tabel 1. Mikroenkapsulasi *L. plantarum* dengan teknik pengering semprot menggunakan beberapa jenis bahan enkapsulan mampu meningkatkan ketahanan panas sel probiotik dibandingkan sel probiotik bebas (tanpa penambahan enkapsulan). Hasil ini sesuai dengan Mandal et al. (2006) yang melaporkan kemampuan probiotik sel laktobasili yang dimikroenkapsulasi dengan alginat mengalami peningkatan kelangsungan hidup terhadap panas dibanding sel bebas tanpa mikroenkapsulasi.

Tabel 1. Pengaruh jenis enkapsulan terhadap ketahanan panas probiotik pada serbuk JBPE

Probiotik	Jenis Enkapsulan	Jumlah Sel Awal (Log CFU mL ⁻¹)	Penurunan Jumlah Sel (Log CFU mL ⁻¹) setelah Pemanasan		
			50°C	60°C	70°C
<i>L. plantarum</i> 2C12	Sel bebas	8,00 ± 0,00	2,8 ± 0,74 ^{adi}	4,1 ± 0,20 ^{adi}	6,6 ± 0,00 ^{adi}
	Maltodekstrin (MD)	7,6 ± 0,09	0,1 ± 0,04 ^{aei}	2,1 ± 0,12 ^{dei}	3,0 ± 0,01 ^{cei}
	MD+Gum Arab	7,8 ± 0,07	0,7 ± 0,23 ^{ani}	2,4 ± 0,13 ^{dni}	3,0 ± 0,17 ^{eni}
	MD+Inulin	7,5 ± 0,22	1,1 ± 0,05 ^{agi}	2,7 ± 0,18 ^{dgi}	4,9 ± 0,03 ^{egi}
	MD+GOS	6,2 ± 0,11	1,3 ± 0,02 ^{ani}	2,9 ± 0,08 ^{dni}	5,4 ± 0,39 ^{eni}
<i>L. plantarum</i> BSL	Sel bebas	8,0 ± 0,02	2,6 ± 0,39 ^{adi}	4,4 ± 0,23 ^{adi}	6,5 ± 0,21 ^{adi}
	Maltodekstrin (MD)	7,8 ± 0,14	0,3 ± 0,02 ^{aei}	1,9 ± 0,31 ^{dei}	2,9 ± 0,14 ^{cei}
	MD+Gum Arab	8,0 ± 0,09	0,8 ± 0,02 ^{ani}	1,5 ± 0,04 ^{dni}	2,9 ± 0,97 ^{eni}
	MD+Inulin	7,4 ± 0,21	1,1 ± 0,29 ^{agi}	2,0 ± 0,01 ^{dgi}	3,8 ± 0,24 ^{egi}
	MD+GOS	6,9 ± 0,42	1,2 ± 0,33 ^{ani}	3,5 ± 0,19 ^{dni}	5,4 ± 0,35 ^{eni}

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama (a) pada strain yang berbeda tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P < 0,05$). Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda (b-e) berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P < 0,05$) pada bahan enkapsulan yang berbeda

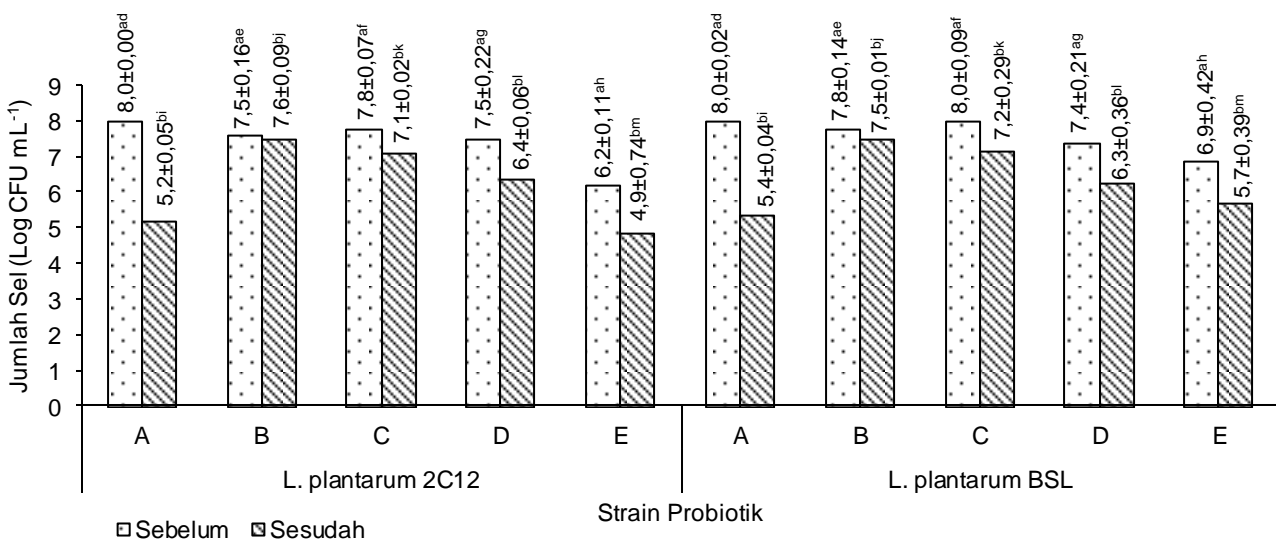
Kedua strain probiotik yang dimikroenkapsulasi memberikan hasil ketahanan panas yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap penurunan jumlah probiotik, sedangkan jenis bahan enkapsulan berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Sintasan terbaik probiotik adalah pada suhu 50°C dengan penurunan jumlah sel probiotik yang dimikroenkapsulasi hanya berkisar antara 0,1-1,3 Log CFU mL⁻¹, sedangkan sel bebas mengalami penurunan yang lebih besar hingga 2,6-2,9 Log CFU mL⁻¹. Bahan enkapsulan yang paling baik yang mampu meningkatkan ketahanan sel terhadap panas adalah maltodekstrin pada kedua strain, dengan penurunan terendah pada suhu 50°C hanya sekitar 0,1 Log CFU mL⁻¹ (*L. plantarum* 2C12) dan 0,3 Log CFU mL⁻¹ (*L. plantarum* BSL). Secara umum, semakin tinggi suhu paparan maka sintasan kedua strain juga semakin turun, baik untuk probiotik bebas maupun terenkapsulasi. Sel probiotik bebas dari kedua strain ternyata tidak mampu mempertahankan jumlah yang disyaratkan (10⁶ CFU mL⁻¹) bahkan terhadap paparan suhu terendah (50°C) (Gambar 1). Hasil dari probiotik terenkapsulasi memiliki perbedaan, dimana sintasan probiotik yang disyaratkan pada suhu 50°C dapat terpenuhi. Hal ini dapat dilihat dari sintasan probiotik terenkapsulasi lebih dari 6 Log CFU mL⁻¹ pada suhu tersebut, dengan sintasan 6,5 sampai 7,6 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* 2C12 dan 6,5 sampai 7,5 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* BSL.

Pengaruh bahan enkapsulan terhadap ketahanan probiotik terenkapsulasi pada pH rendah (pH 2,0) dan garam empedu (0,5%)

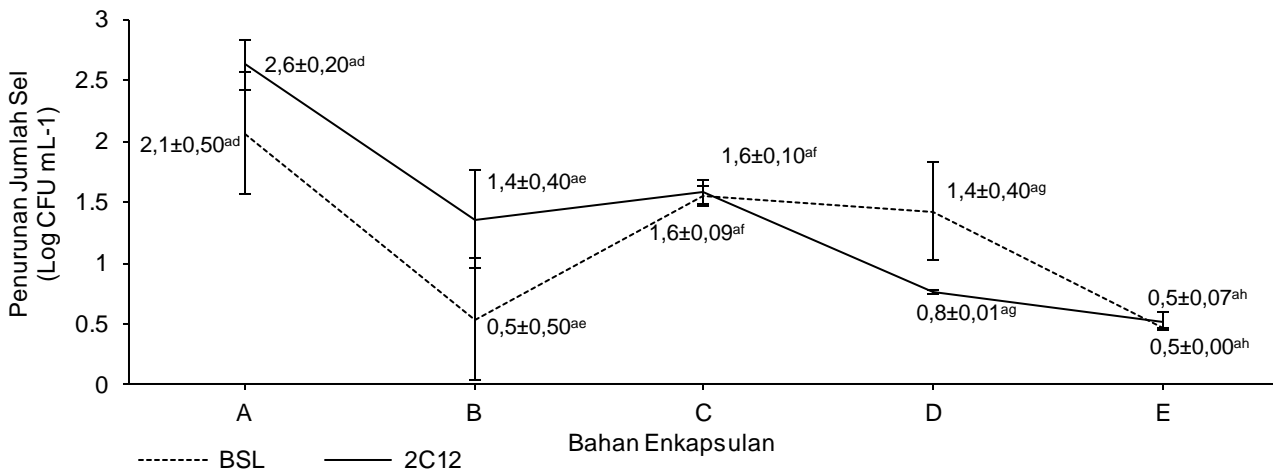
Pengujian kemampuan sel bebas dan sel hasil mikroenkapsulasi terhadap pH rendah (pH 2,0) dan

garam empedu (0,5%) diperlukan untuk membandingkan kemampuan sel bebas dan sel hasil mikroenkapsulasi bertahan dalam sistem pencernaan. Ketahanan sel terhadap pH rendah atau garam empedu ditunjukkan dengan penurunan total sel setelah inkubasi dalam media yang mengandung asam (pH 2,0) atau garam empedu (0,5%) selama 5 jam. Hasil pengujian ketahanan pada pH rendah (pH 2) dan garam empedu dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Gambar 2 menunjukkan sintasan kedua strain probiotik terhadap pH rendah (pH 2,0). Terjadi peningkatan kemampuan ketahanan sel probiotik terenkapsulasi dibandingkan sel probiotik bebas pada kondisi pH rendah (pH 2,0). Pada sel bebas, jumlah sel mengalami penurunan cukup besar yakni sebesar 2,6 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* 2C12 dan 2,1 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* BSL. Sintasan sel yang dimikroenkapsulasi mengalami peningkatan, yakni pada *L. plantarum* 2C12 sekitar 0,5 sampai 1,4 Log CFU mL⁻¹, dan pada *L. plantarum* BSL sekitar 0,5 sampai 1,6 Log CFU mL⁻¹. Gambar 2 juga menunjukkan ketahanan kedua strain terhadap pH rendah (pH 2,0) tidak berbeda nyata ($P < 0,05$). Akan tetapi, jenis bahan enkapsulan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) mampu melindungi probiotik pada kondisi pH rendah. Bahan enkapsulan yang menghasilkan proteksi yang paling baik adalah kombinasi bahan enkapsulan maltodekstrin dan GOS (5:1), dengan penurunan hanya sebesar 0,5 Log CFU mL⁻¹ pada kedua strain.

Gambar 3 menunjukkan sintasan kedua strain probiotik karena perlakuan garam empedu (0,5%). Mikroenkapsulasi meningkatkan ketahanan sel probiotik dibandingkan sel probiotik bebas terhadap garam empedu (0,5%).



Gambar 1. Ketahanan sel probiotik terenkapsulasi terhadap perlakuan panas pada suhu 50°C. A (Sel bebas tanpa mikroenkapsulasi), B (Maltodekstrin), C (Maltodekstrin + Gum Arab), D (Maltodekstrin + Inulin), E (Maltodekstrin + GOS). Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama (a) tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) pada strain yang berbeda. Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda (b-d) berbeda nyata ($P < 0,05$) pada bahan enkapsulan yang berbeda



Gambar 2. Ketahanan sel probiotik terenkapsulasi terhadap pH rendah (pH 2,0). A (Sel bebas tanpa mikroenkapsulasi), B (Maltodekstrin), C (Maltodekstrin + Gum Arab), D (Maltodekstrin + Inulin), E (Maltodekstrin + GOS). Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda (b-d) berbeda nyata ($P < 0,05$) pada bahan enkapsulan berbeda. Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama (a) tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) pada strain yang berbeda

Pada sel bebas, jumlah sel mengalami penurunan cukup besar yakni sebesar 3,1 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* 2C12 dan 2,9 Log CFU mL⁻¹ pada *L. plantarum* BSL. Sintasan sel yang dimikroenkapsulasi mengalami peningkatan dengan penurunan jumlah sel yang lebih sedikit, yakni pada *L. plantarum* 2C12 sekitar 1,9 sampai 2,3 Log CFU mL⁻¹, dan pada *L. plantarum* BSL sekitar 1,5 sampai 2,5 Log CFU mL⁻¹. Berdasarkan hasil analisis ragam, terlihat bahwa strain probiotik memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap

ketahanan garam empedu, tetapi jenis bahan enkapsulan berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Bahan enkapsulan yang menghasilkan proteksi yang paling baik adalah kombinasi bahan enkapsulan maltodekstrin dan GOS (5:1) pada strain *L. plantarum* 2C12, dan maltodekstrin pada strain *L. plantarum* BSL.

Ketahanan probiotik terhadap pH asam dan garam empedu lebih baik ketika sel dimikroenkapsulasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Reddy *et al.* (2009) yang melaporkan maltodekstrin yang

ditambahkan sebagai pembawa selama pengeringan semprot dapat mempertahankan viabilitas dan retensi sifat probiotik (*L. plantarum* CFR 2191, *L. salivarius* CFR 2158 dan *Pediococcus acidilactici* CFR 2193) terhadap asam dan toleransi empedu. Madhu *et al.* (2011) melaporkan *L. fermentum* memiliki ketahanan yang lebih baik secara signifikan terhadap pH asam dan garam empedu setelah dilakukan pengering semprot menggunakan malto-dekstrin.

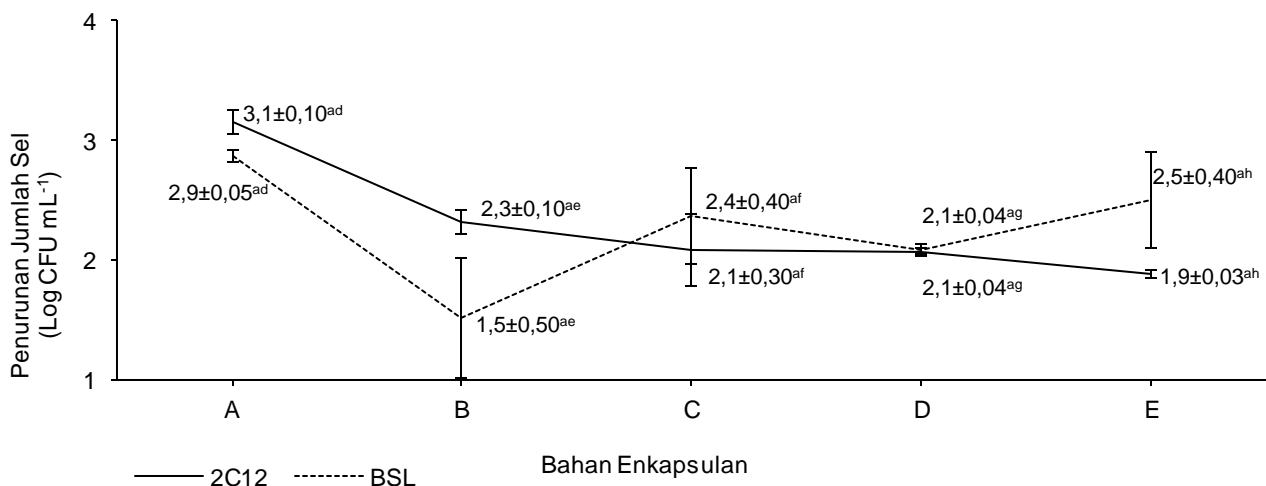
Aktivitas antimikroba strain probiotik terenkapsulasi

Pengujian aktivitas antimikroba untuk mengetahui apakah proses mikroenkapsulasi menyebabkan perubahan sifat antimikroba probiotik. Aktivitas antimikroba diamati dengan menghitung peningkatan jumlah pertumbuhan *E. coli* ATCC 25922 ketika dikontakkan dengan probiotik pada media skim milk selama 24 jam. Hasil pertumbuhan *E. coli* ATCC 25922 dapat dilihat pada gambar 4.

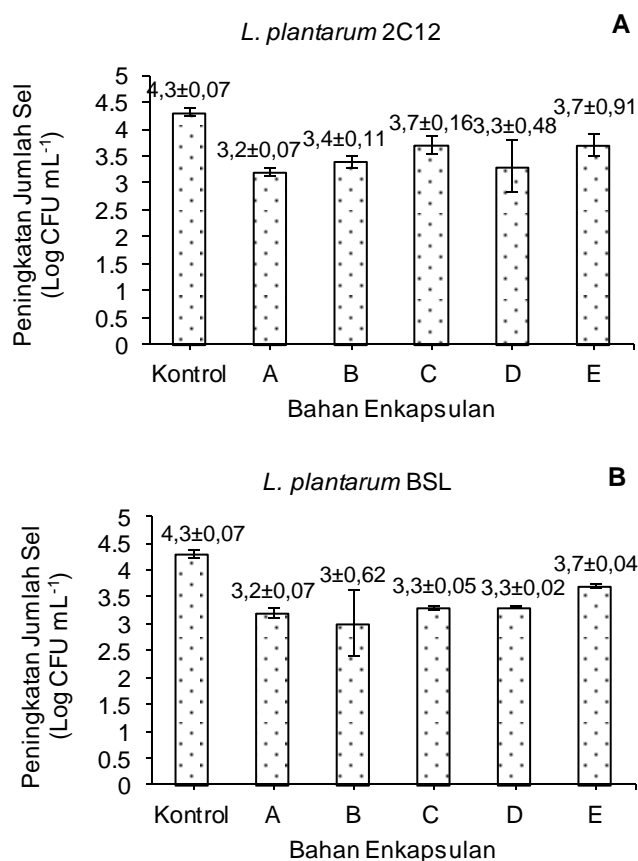
Gambar 4 menunjukkan probiotik yang ditambahkan (baik sel bebas maupun sel yang sebelumnya terenkapsulasi) mampu menghambat pertumbuhan sel *E. coli* sebanyak 1 Log CFU mL⁻¹ dibandingkan kontrol, dimana kontrol adalah media skim milk yang hanya diinokulasi bakteri uji *E. coli*, tanpa penambahan probiotik. Pada kontrol, pertumbuhan *E. coli* sebanyak 4,3 Log CFU mL⁻¹, sedangkan pada media skim milk yang ditambahkan

dengan probiotik, baik yang bebas maupun yang dimikroenkapsulasi jumlah pertumbuhan *E. coli* sekitar 0,6 sampai 1,3 Log CFU mL⁻¹ lebih rendah pada kedua strain. BAL dikenal menghasilkan berbagai komponen antimikroba seperti asam organik (asam laktat dan asam asetat), hidrogen peroksida, etanol, diasetil, asetaldehid, asetoin, karbon dioksida, reuterin, reutericyclin dan bakteriosin (Suskovic *et al.*, 2010). *Lactobacillus plantarum* 2C12 memiliki aktivitas antibakteri dan kemampuan koagregasi yang baik terhadap bakteri patogen (*E. coli* ATCC 25922, *S. Typhimurium* ATCC 14028, EPEC, dan *S. aureus* ATCC 25923) (Arief *et al.*, 2015). *Lactobacillus plantarum* 2C12 juga mampu memproduksi bakteriosin (plantarisin). Bakteriosin yang dihasilkan dari isolat ini juga telah terbukti sebagai pengawet alami pada produk bakso (Arief *et al.*, 2012). Isolat *L. plantarum* BSL memiliki aktivitas penghambatan yang tinggi terhadap *Bacillus cereus*, *S. cereus* dan *E. coli* (Kusumawati *et al.*, 2003).

Hasil pengujian didapatkan aktivitas antimikroba probiotik (kecuali kontrol) terhadap *E. coli* ATCC 25922 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap bakteri uji dan bahan enkapsulan. Hasil ini menunjukkan proses mikroenkapsulasi tidak mengubah kemampuan aktivitas antimikroba sel probiotik. Golowczyc *et al.* (2011) melaporkan sel *Lactobacillus* spp. Yang dimikroenkapsulasi tidak mengubah ketahanan probiotik terhadap lisozim dan penisilin.



Gambar 3. Ketahanan sel probiotik terenkapsulasi terhadap garam empedu 0,5%. A (Sel bebas tanpa mikroenkapsulasi), B (Maltodekstrin), C (Maltodekstrin + Gum Arab), D (Maltodekstrin + Inulin), E (Maltodekstrin + GOS). Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama (a) tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) pada strain berbeda. Batang histogram yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama (b) tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) pada bahan enkapsulan yang berbeda



Gambar 4. Aktivitas antimikroba probiotik terhadap pertumbuhan *E. coli*. Kontrol (*E. coli* tanpa probiotik), A (Sel bebas tanpa mikroenkapsulasi), B (Maltodekstrin), C (Maltodekstrin + Gum Arab), D (Maltodekstrin + Inulin), E (Maltodekstrin + GOS)

KESIMPULAN

Proses mikroenkapsulasi dengan teknik pengering semprot menggunakan berbagai jenis enkapsulan mampu meningkatkan ketahanan sel probiotik *L. plantarum* 2C12 dan *L. plantarum* BSL terhadap panas (50, 60, 70°C), pH rendah (pH 2,0) dan garam empedu (0,5%) serta tidak mempengaruhi aktivitas antimikroba terhadap *E. coli*. Bahan enkapsulan yang berbeda memberikan proteksi terhadap perlakuan tertentu yang berbeda pula pada kedua strain. Maltodekstrin memberikan proteksi terbaik pada panas, sedangkan kombinasi maltodekstrin dan GOS memberikan proteksi terbaik terhadap pH rendah untuk kedua strain. Hasil yang berbeda terlihat terhadap perlakuan terhadap garam empedu, pada strain *L. plantarum* BSL, enkapsulan terbaik adalah maltodekstrin, sedangkan pada *L. plantarum* 2C12 adalah kombinasi maltodekstrin dan GOS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Hibah Kompetensi tahun 2014 yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anekella K, Orsat V. 2013. Optimization of micro-encapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying. *LWT-Food Sci Technol* 50: 17-24. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.08.003.
- Arief II, Jenie BSL, Suryati T, Ayuningtyas G, Fujiawan A. 2012. Antimicrobial activity of bacteriocin from indigenous *Lactobacillus plantarum* 2C12 and its application on beef meatball as biopreservative. *J Indonesian Trop Anim Agric* 37: 90-96.
- Arief II, Jenie BSL, Astawan M, Fujiyama K, Witarto AB. 2015. Identification and probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from Indonesian local beef. *Asian J Animal Sci* 9: 25-36. DOI: 10.3923/ajas.2015.25.36.
- Borgogna M, Bellich B, Zorzin L, Lapasin R, Cesàro A. 2010. Food microencapsulation of bioactive compounds: rheological and thermal characterisation of non-conventional gelling system. *Food Chem* 122: 416-423. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.07.043.
- [FAO/WHO] Food and Agriculture Organization/World Health Organization. 2006. Probiotics in food. Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation. Rome, Italy: FAO Food and Nutrition Paper No. 85.
- Golowczyc M, Silva J, Abraham A, Deantoni G, Teixeira P. 2011. Cellular injuries of spray dried *Lactobacillus* spp. isolated from kefir and their impact on probiotic properties. *Int J Food Microbiol* 144: 556-560. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.005.
- Harmayani E, Ngatirah, Rahayu ES, Utami T. 2001. Ketahanan dan viabilitas probiotik bakteri asam laktat selama proses pembuatan kultur kering dengan metode freeze dan spray drying. *J Teknol Industri Pangan* 9: 126-132.
- Hernández-Carranza P, López-Mal A, Jiménez-Munguía M. 2014. Microencapsulation quality and efficiency of *Lactobacillus casei* by spray drying using maltodextrin and vegetable extracts. *J Food Res* 3: 61-69. DOI: 10.5539/jfr.v3n1p61.

- Kusumawati N, Jenie BSL, Setyahadi S, Hariyadi RD. 2003. Seleksi bakteri asam laktat indigenus sebagai galur probiotik dengan kemampuan menurunkan kolesterol. *Microb Indonesia* 8: 39-43.
- Liu Z, Zhou J, Zeng Y, Ouyang X. 2004. The enhancement and encapsulation of *Agaricus bisporus* flavor. *J Food Eng* 65: 391–396. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.01.038.
- Mandal S, Puniya AK, Singh K. 2006. Effect of alginate concentration on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NCDC 298. *Int Dairy J* 16: 1190-1195. DOI: 10.1016/j.idairyj.2005.10.005.
- Madhu AN, Awasthi SP, Reddy KBPK, Prapulla SG. 2011. Impact of freeze and spray drying on the retention of probiotic properties of *Lactobacillus fermentum*: an in vitro evaluation model. *Int J Microbiol Res* 2: 243-251.
- Manojlović V, Nedovic V, Kailasapathy K, Zuidam N. 2010. Encapsulation of Probiotics for use in Food Products. In: *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. 269-302. Zuidam NJ, Nedovic VA (eds.). Springer, New York, USA. 269-302.
- Mortazavian N, Razavi SH, Ehsani M, Sohrabvandi S. 2007. Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. *Iranian J Biotechnol* 5: 1-18.
- Nualkaekul S, Deepika G, Charalampopoulos D. 2012. Survival of freeze dried *Lactobacillus plantarum* in instant fruit powders and reconstituted fruit juices. *Food Res Int* 48: 627–633. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.06.003.
- Nuraida L Hana, Hartanti AW, Prangdimurti E. 2012^a. Potensi *Lactobacillus* yang diisolasi dari air susu ibu untuk mencegah diare. *J Teknol Industri Pangan* 23: 158-164. DOI: 10.6066/jtip.2012.23.2.158.
- Nuraida L Susanti, Palupi NS, Hana, Bastomi RR, Priscilla D, Nurjana S. 2012^b. Evaluation of probiotics properties of lactic acid bacteria isolated from breast milk and their potency as starter culture for yoghurt fermentation. *Int J Food Nutr Public Health* 5: 33-60.
- Osorio C, Forero DP, Carriazo JG. 2011. Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. *Food Res Int* 44: 1174–1181. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.09.007.
- Reddy KBPK, Madhu AN, Prapulla SG. 2009. Comparative survival and evaluation of functional probiotic properties of spray-dried lactic acid bacteria. *Int J Dairy Technol* 62: 240-248. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2009.00480.x.
- Saad N, Delattre C, Urdaci M, Schmitter JM, Bressollier P. 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT-Food Sci Technol* 50: 1-16. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.05.014.
- Suskovic J, Kos B, Beganovic J, Pavunc AL, Habjanic K, Matosic S. 2010. Review: Antimicrobial activity the most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. *Food Technol Biotechnol* 48: 296–307.