

VIABILITAS *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 DALAM KAPSUL DAN APLIKASINYA DALAM ES KRIM

Viability of Encapsulated Lactobacillus acidophilus SNP 2 in Ice Cream

Andhini Banyuaji¹, Endang S. Rahayu², Tyas Utami²

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Yogyakarta 55281. ²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Yogyakarta 55281

ABSTRAK

Karena manfaatnya bagi kesehatan, probiotik telah diaplikasikan pada berbagai produk olahan susu seperti yogurt, keju, dan es krim. Pada pengolahan es krim, viabilitas bakteri probiotik dapat mengalami penurunan karena proses pengadukan dan pembekuan. Turunnya viabilitas bakteri probiotik juga dapat terjadi karena kondisi asam dan garam empedu setelah produk dikonsumsi. Pada penelitian ini dipelajari teknik enkapsulasi probiotik Lactobacillus acidophilus SNP2 dengan metoda ekstruksi dan emulsi, pengaruhnya terhadap viabilitas sel pada pH rendah, serta selama pengolahan dan penyimpanan es krim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa enkapsulasi dengan metoda ekstruksi menghasilkan kapsul dengan diameter 3010 µm, permukaan kasar dan banyak cekungan, sedang kapsul yang diperoleh dengan metoda emulsi mempunyai permukaan halus dengan diameter 54,67 µm. Sel yang terjebak dalam kapsul dengan metoda ekstruksi dan emulsi masing-masing adalah 94,13% dan 94,56%. Ketahanan sel terenkapsulasi dengan metoda emulsi, terhadap pH rendah relatif lebih baik dari pada sel terenkapsulasi dengan metoda ekstruksi. Enkapsulasi sel L. acidophilus SNP 2 efektif melindungi sel dari kerusakan karena pembekuan. Viabilitas sel probiotik dalam es krim selama penyimpanan 18 minggu pada suhu -18°C relatif tidak mengalami perubahan. Berdasarkan hasil uji sensoris terhadap es krim, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara es krim probiotik sel bebas, es krim probiotik sel terenkapsulasi dengan es krim tanpa probiotik.

Kata kunci: Probiotik, enkapsulasi, es krim, viabilitas

ABSTRACT

Due to the health benefit reasons, probiotics have been incorporated into a range of dairy products, including yogurt, cheese, and ice cream. However, the viability of probiotics can decrease during ice cream processing. The reduction of viable probiotics after consumption may also be due to the stomach acid and the presence of bile salt. This research studied the encapsulation of Lactobacillus acidophilus SNP 2 probiotic bacteria using extrusion and emulsion techniques, and their effect on probiotic survival in acid pH, and viability during ice cream processing and storage. Encapsulation of probiotic bacteria by extrusion technique produced 3010 µm diameter of rough surface capsules with a lot of cavity. Conversely, emulsion technique produced smooth capsules with average diameter of 54.67 µm. About 94.13 % and 94.56 % of viable cells were entrapped in the capsule using extrusion and emulsion encapsulation techniques respectively. Emulsion technique relatively produced better survival of encapsulated cells to low pH at 4 °C and 37 °C than extrusion technique did. Encapsulation techniques effectively protect the encapsulated cells from freezing injury during ice cream processing. There was no significance of reduction of viable cells during ice cream storage at -18°C for 18 weeks. Based on the sensory evaluation, there was no significant difference in organoleptic characteristics among ice cream containing free cell probiotics, ice cream containing encapsulated probiotics and ice cream without probiotics.

Keywords: Probiotics; microencapsulation, ice cream, viability

PENDAHULUAN

Probiotik merupakan bakteri hidup yang ditambahkan pada bahan pangan dengan tujuan untuk memberikan efek yang menguntungkan bagi orang yang mengkonsumsi dengan cara meningkatkan keseimbangan mikroflora intestinal. Peranan positif probiotik terhadap kesehatan diantaranya adalah mencegah dan mengobati penyakit diare, mengatasi konstipasi, menstimulasi sistem imunitas tubuh, menghasilkan zat anti karsinogen, serta mencegah penyakit jantung dengan menurunkan kadar serum kolesterol dalam darah (FAO/WHO, 2001).

Peranan positif probiotik dapat dirasakan bagi yang mengkonsumsi jika probiotik dapat mencapai saluran pencernaan, oleh sebab itu probiotik memerlukan pembawa. Pembawa probiotik yang banyak digunakan adalah susu dan hasil olahannya seperti yogurt, keju dan es krim. Menurut FAO/WHO (2001), standar makanan probiotik adalah harus mengandung paling sedikit 10^6 - 10^7 cfu bakteri probiotik hidup per gram produk. Di beberapa negara seperti Argentina, dan Brasilia, standar yang diterima adalah 10^6 CFU/g untuk bifi-dobakteria (Mortazavian, 2007). Di Indonesia BPOM (2005) menyatakan, produk pangan probiotik harus mengandung jumlah sel hidup minimal 10^7 CFU/g produk. Es krim berpotensi sebagai salah satu alternatif pengembangan produk probiotik di Indonesia, karena rasanya yang lezat, manis, teksturnya lembut, bernilai gizi tinggi, dan disukai oleh berbagai golongan usia. Namun, proses pengadukan dan pembekuan pada pembuatan es krim dapat menyebabkan penurunan jumlah sel probiotik dalam es krim. Dalam saluran pencernaan, viabilitas probiotik dapat mengalami penurunan karena kontak dengan asam lambung dan asam empedu. Salah satu metoda untuk melindungi sel dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan adalah dengan metoda enkapsulasi.

Enkapsulasi merupakan suatu proses penjeratan sel dalam membran enkapsulan sehingga dapat mengurangi kerusakan sel atau kematian sel (Shah, 2000). Bahan enkapsulasi atau enkapsulan yang paling banyak digunakan adalah kalsium alginat. Enkapsulasi sel probiotik yang masih hidup dengan menggunakan kalsium alginat ini relatif lebih praktis, murah serta tidak beracun sehingga aman bila digunakan pada bahan pangan (Shah, 2000). Selain itu gel alginat dapat larut pada pH netral (Tien dkk., 2004), sehingga diharapkan kapsul tersebut dapat larut di dalam usus dan membebaskan sel probiotik (Mortazavian dkk., 2007). Penelitian tentang penggunaan kalsium alginat untuk enkapsulasi probiotik telah dilakukan pada yoghurt (Talwakar dan Kailasapathy, 2003; Kailasapathy, 2006), keju (Gobetti dkk., 1998 dalam Talwakar dan Kailasapathy, 2003), susu beku (Sheu dan Marshall, 1993) dan mayonnaise (Khalil dan Mansour, 1998). Enkapsulasi probiotik dapat dilakukan dengan pembentukan kapsul

hidrokoloid. Metoda pembentukan kapsulnya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu metoda ekstrusi dan metoda emulsi (Krasaekoopt dkk., 2003).

Dalam penelitian ini dilakukan enkapsulasi bakteri probiotik *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 untuk diaplikasikan dalam es krim. *L. acidophilus* SNP 2 merupakan agensia probiotik yang diisolasi dari material intestin bayi. Probiotik ini mampu menghambat perkembangan bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella*, *Proteus aureus*, *Vibrio parahaemoliticus*, dan *Bacillus cereus* (Purwandhani dan Rahayu, 2003). Tujuan penelitian ini adalah mempelajari teknik enkapsulasi probiotik menggunakan metoda ekstrusi dan emulsi, mempelajari ketahanan probiotik yang terenkapsulasi terhadap pH rendah, proses pembekuan dan viabilitasnya pada es krim selama penyimpanan pada suhu beku (-18 °C).

METODA PENELITIAN

Bahan Penelitian

Isolat probiotik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 yang diperoleh dari Food and Nutrition Culture Collection, Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM. Media pertumbuhan dan perbanyakan sel bakteri digunakan air kelapa yang ditambah yeast ekstrak 0,5 %. Media untuk enumerasi *L. acidophilus* adalah MRS agar yang ditambah dengan CaCO_3 . Bahan-bahan untuk pembuatan es krim meliputi susu segar, bubuk susu skim, gula pasir, gelatin, kuning telur dan vanila. Bahan-bahan untuk enkapsulasi probiotik adalah sodium alginat (Sigma), CaCl_2 (Merck), minyak kedelai, dan Tween 80 (Merck).

Jalannya Penelitian

Produksi biomasa. Sebanyak 10 ml kultur *L. acidophilus* SNP 2 dalam MRS cair umur 20-22 jam diinokulasikan ke dalam 90 ml medium air kelapa yang ditambah dengan 0,5 % ekstrak yeast dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 20 - 22 jam. Selanjutnya kultur tersebut diinokulasikan ke dalam 900 ml media yang sama dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 20 - 22 jam. Sel dipanen dengan cara sentrifugasi dan pencucian menggunakan *peptone water* 0,1 %, dan diperoleh pelet basah.

Enkapsulasi probiotik. Enkapsulasi dilakukan dengan teknik ekstruksi (Khalil dan Mansour, 1998) dan teknik emulsi (Adhikari dkk., 2000). Pada teknik ekstruksi, 10 ml suspensi sel dalam 0,85 % NaCl steril (10^{11} CFU/ml) ditambahkan dalam 40 ml alginat 3 % (w/v) dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Campuran ini kemudian diteteskan dalam beaker yang telah berisi CaCl_2 0,1 M dengan menggunakan ekstruder. Kapsul yang terbentuk disimpan pada suhu 4 °C selama 12 jam, kemudian dicuci dengan 0,85 % NaCl steril.

Pada metoda emulsi, 20 ml suspensi sel (10^{11} CFU/ml) dalam NaCl 0,85 % steril, ditambahkan ke dalam alginat 60 ml 3 % (w/v). Disiapkan campuran 100 ml minyak kedelai dan 0,1 % Tween 80, dan dipanaskan pada suhu 40 °C selama 3 menit. Adonan alginat dan minyak kedelai kemudian dicampur dan diaduk dengan cepat menggunakan 'magnetic stirrer' selama 10 menit. Kemudian dimasukkan 150 ml CaCl_2 0,1 M ke dalam campuran sampai adonan tercampur merata. Selanjutnya adonan disentrifugasi dan supernatan dibuang. Agar kapsul yang terbentuk lebih stabil, maka probiotik terenkapsulasi yang diperoleh dicuci dengan CaCl_2 0,1 M dan disentrifugasi lagi.

Probiotik terenkapsulasi dengan metoda ekstruksi diukur diameternya menggunakan jangka sorong, sedang kapsul yang diperoleh dengan metoda emulsi diukur menggunakan skala yang dipasang pada lensa okuler pada mikroskop. Struktur luar kapsul diamati menggunakan SEM.

Untuk menghitung jumlah sel dalam kapsul, sebanyak 5 g probiotik terenkapsulasi dimasukkan dalam 45 ml 0,2 M larutan bufer fosfat pH 7,0 dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai kapsul larut dan bufer. Selanjutnya dilakukan enumerasi dengan metoda *pour plate*. Untuk mengetahui viabilitas probiotik terenkapsulasi pada pH rendah, 5 g probiotik terenkapsulasi dimasukkan dalam larutan bufer pH 2,0; 3,0; dan 4,0 pada suhu 4 °C dan 37°C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan enumerasi sel.

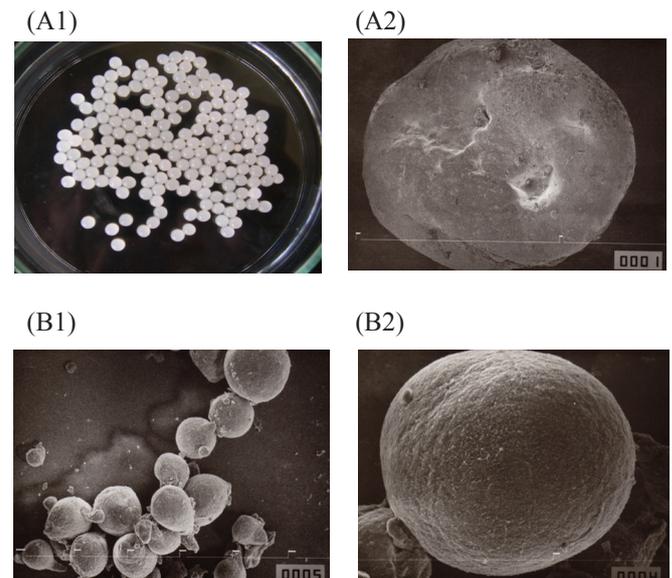
Pembuatan es krim probiotik. Susu segar dipanaskan sampai suhunya mencapai 40 °C, kemudian ditambahkan susu skim bubuk dan gula pasir sambil diaduk rata. Setelah mencapai 60 °C ditambahkan gelatin dan kuning telur. Pemanasan kemudian dilanjutkan hingga adonan mencapai suhu 80 °C dan dipertahankan selama 25 detik. Setelah itu dilakukan penambahan vanilla cair dan kemudian dihomogenisasi. Adonan es krim ini disimpan selama 12 jam (agitasi) dalam refrigerator pada suhu 4 °C. Adonan kemudian dikeluarkan, dikocok dengan menggunakan 'mixer' pada kecepatan tinggi, dan dibekukan dengan cepat pada suhu -18 °C selama 2 jam. Setelah 2 jam, adonan tersebut dikeluarkan, dikocok dengan kecepatan tinggi dan dibekukan kembali. Hal ini dilakukan sampai 3 kali. Sel probiotik dimasukkan pada saat proses pengocokan yang terakhir.

Dilakukan enumerasi jumlah sel hidup awal (sebelum pembekuan), dan sesudah pembekuan, serta viabilitasnya pada penyimpanan -18 °C selama 8 minggu. Uji sensoris terhadap es krim probiotik sel bebas, es krim probiotik terenkapsulasi dan es krim tanpa probiotik, dilakukan menggunakan 20 panelis meliputi kesukaan terhadap warna, tekstur, aroma dan rasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapsul Probiotik

Struktur eksternal kapsul pada enkapsulasi probiotik dengan metoda ekstruksi dan emulsi disajikan pada Gambar 1. Kapsul yang dihasilkan dari metode ekstruksi berbentuk bulat, berwarna putih dan kenyal. Diameter rata-ratanya 3.040 µm dengan kisaran 2.700 - 3.400 µm. Ukuran kapsul ini lebih besar dari kapsul hasil penelitian Talwakar dan Kailasapathy (2003) yaitu sebesar 2.380 µm, tetapi hampir sama dari penelitian yang dilakukan oleh Reid dkk. (2005) serta Sun dan Griffiths (2000) dalam Mortazavian dkk. (2007) yang rata-ratanya 3.000 µm. Menurut Talwakar dan Kailasapathy (2003), ukuran kapsul yang besar dan bervariasi dapat menyebabkan penyebaran sel di dalam kapsul tidak merata. Selain itu kapsul dengan diameter 1.000 - 3.000 µm dapat memberikan efek yang kurang menyenangkan pada penilaian sensoris produk akhir (Mortazavian dkk., 2007).



Gambar 1. Struktur eksternal kapsul pada enkapsulasi probiotik *L. acidophilus* SNP 2 dengan metoda ekstruksi (A) dan metoda emulsi (B). (A1). Menggunakan kamera biasa; (A2) Menggunakan SEM (perbesaran 75x); (B1). Perbesaran 200x; (B2). Perbesaran 750x

Kapsul yang dihasilkan dengan metoda emulsi berbentuk bulat kecil dan berwarna putih. Diameternya berkisar antara 22,5 - 82,5 µm dengan diameter rata-rata 54,67 µm. Ukuran kapsul tersebut hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Sheu dan Marshall (1993) yang rata-rata diameternya 25 - 35 µm (dengan kisaran 5 - 100 µm) serta Muthukumarasamy dkk. (2004) dengan kisaran 20 - 100 µm.

Homayouni dkk. (2007) menyatakan bahwa semakin kecil partikel fase air pada emulsi air dalam minyak, maka diameter kapsul yang dihasilkan juga akan lebih kecil. Untuk itu digunakan pengemulsi Tween 80 untuk mengurangi tegangan permukaan fase minyak dan air sehingga ukuran droplet yang dihasilkan menjadi lebih kecil.

Perbedaan struktur eksternal kapsul yang dihasilkan dengan metoda ekstrusi (Gambar 1 - A2) dan metoda emulsi (Gambar 1 - B2) terletak pada tekstur di permukaan kapsulnya. Tekstur pada permukaan kapsul metoda ekstrusi lebih kasar dan banyak cekungan bila dibandingkan dengan kapsul emulsi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Lee dan Heo (2000) yang menyatakan bahwa semakin besar ukuran kapsul maka teksturnya akan menjadi lebih kasar.

Jumlah sel yang terjerat dalam kapsul sangat penting dalam produksi es krim probiotik, karena produk pangan probiotik harus mengandung jumlah sel probiotik minimal 10^7 CFU/g produk (BPOM RI, 2005). Hasil pengamatan terhadap jumlah sel yang terjerat pada kapsul dengan enkapsulasi metoda ekstrusi maupun emulsi menunjukkan bahwa kedua metoda tersebut memiliki efektivitas yang sama dalam menjerat sel, karena persentase sel yang terjerat mencapai 94 % (Tabel 1). Krasaekoopt dkk. (2003), menyampaikan bahwa tingkat survival probiotik terenkapsulasi dengan metoda ekstrusi dan emulsi dalam menjerat sel adalah sebesar 80 - 95 %. Enkapsulasi probiotik dengan metoda emulsi yang dilakukan oleh Sheu dan Marshall (1993) berhasil menjerat sel lebih dari 90 %. Sedangkan Reid dkk. (2005) berhasil menjerat sel sebesar 96 % dengan metoda ekstrusi. Untuk produksi es krim skala besar, metoda emulsi lebih baik digunakan daripada metoda ekstrusi. Karena metoda emulsi ini lebih mudah dilakukan apabila diproduksi dalam skala besar dan ukuran kapsul yang dihasilkan juga jauh lebih kecil (Krasaekoopt dkk., 2003).

Tabel 1. Persentase sel terjerat dalam kapsul pada enkapsulasi probiotik *L. acidophilus* SNP 2 dengan metoda ekstrusi dan emulsi

	Ekstrusi	Emulsi
Sel awal (CFU)	$6,9 \times 10^{11}$	$5,3 \times 10^{11}$
Sel yang terjerat (CFU)	$1,5 \times 10^{11}$	$5,2 \times 10^{11}$
Persentase sel terjerat (%)*	94,31 ^a	94,56 ^a

Keterangan : * persentase log

Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan rata-rata yang tidak berbeda nyata.

Ketahanan Sel *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 Terenkapsulasi pada pH Rendah

Percobaan ini dilakukan untuk melihat kemampuan hidup sel *L. acidophilus* SNP 2 yang bebas maupun yang terenkapsulasi terhadap pH rendah (pH lambung) pada suhu 37

°C (suhu tubuh) dan 4 °C (suhu penyimpanan produk-produk probiotik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa enkapsulasi dengan metoda emulsi dapat meningkatkan viabilitas sel terhadap pH rendah pada suhu 4 °C, namun pada suhu 37 °C viabilitas sel bebas, sel terenkapsulasi dengan metoda ekstrusi dan emulsi mempunyai kecenderungan yang sama yaitu semakin menurun dengan semakin rendahnya pH (Tabel 2.). Hal ini menunjukkan perlindungan kapsul alginat semakin berkurang dengan adanya peningkatan suhu. Peningkatan suhu membuat ikatan silang antara ion Ca^{2+} dengan rantai 'G-block' pada alginat menjadi lemah dan renggang, sehingga larutan pH lebih mudah untuk masuk ke dalam kapsul.

Tabel 2. Viabilitas sel *L. acidophilus* SNP 2 bebas dan terenkapsulasi pada pH 2, pH 3, pH 4 serta suhu 4 °C dan 37 °C selama 24 Jam

Suhu °C	Perlakuan	pH 2	pH 3	pH 4
4	Sel bebas (%)*	71,27	79,47	80,02
	Ekstrusi (%)*	33,84	92,38	93,76
	Emulsi (%)*	95,98	95,38	97,44
37	Sel bebas (%)*	37,55	49,73	58,59
	Ekstrusi (%)*	27,86	41,12	57,45
	Emulsi (%)*	39,24	54,88	68,93

Keterangan : * persentase log

Enkapsulasi dengan metoda emulsi lebih efektif dalam melindungi sel dari pengaruh pH rendah dibandingkan dengan enkapsulasi metoda ekstrusi. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan perbedaan ukuran dan struktur permukaan pada kedua kapsul yang dihasilkan pada enkapsulasi probiotik tersebut. Permukaan kapsul dengan enkapsulasi metoda ekstrusi lebih kasar dan banyak cekungan dibandingkan dengan kapsul metoda emulsi. Perluasan cekungan ini membentuk pori pada kapsul (Mortazavian dkk., 2007). Oleh karenanya difusi cairan ke dalam kapsul menjadi relatif cepat, sehingga dapat mengurangi kemampuan kapsul dalam melindungi sel bakteri. Kapsul dengan metoda emulsi mempunyai diameter yang lebih kecil sehingga ukuran porinya juga lebih kecil. Ukuran pori yang kecil ini membuat transfer cairan dari luar kapsul ke dalam kapsul menjadi lebih terbatas (Kailasapathy, 2002).

Menurut Talwakar dan Kailasapathy (2003), ukuran kapsul yang besar dan bervariasi dapat menyebabkan penyebaran sel di dalam kapsul tidak merata. Stephen (1995) menyebutkan bahwa sangatlah sulit untuk membuat kapsul kalsium alginat yang bebas dari 'lump' atau 'fisheye' (rongga berisi udara), kecuali pada kapsul alginat yang volumenya sangat kecil. Dalam penelitian ini kapsul yang dihasilkan dengan metode ekstrusi ukurannya besar, dan kemungkinan ada rongga udara yang terbentuk di dalam kapsul. Akibatnya

jumlah sel yang terjerat pada setiap kapsul juga berbeda-beda tergantung dari ada tidaknya dan besar kecilnya rongga udara di dalam kapsul.

Aplikasi Probiotik Terenkapsulasi pada Es Krim

Hasil penelitian menunjukkan bahwa enkapsulasi probiotik *L. acidophilus* SNP 2 dengan menggunakan kalsium alginat efektif melindungi sel dari *freezing injury* akibat proses pembekuan, bahkan dengan metoda emulsi viabilitasnya mencapai 99,83 % (Tabel 3). *Freezing injury* terjadi apabila kristal es yang terbentuk saat proses pembekuan melukai sel. Pada sel bebas, kristal-kristal es yang terbentuk dapat langsung melukai sel. Sedangkan pada sel yang terenkapsulasi, kristal-kristal es tersebut terhalang oleh adanya enkapsulan.

Penyimpanan es krim probiotik pada suhu rendah (-18 °C) selama 8 minggu tidak mempengaruhi jumlah sel *L. acidophilus* SNP 2 yang hidup baik sel bebas maupun sel terenkapsulasi (Gambar 2). Hal ini terjadi karena adanya perlindungan dari bahan padatan yang terdapat pada es krim cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Kailasapathy dkk. (2002) yang menyatakan bahwa bahan padatan (lemak > 10%) yang cukup tinggi pada es krim dapat melindungi sel bebas pada es krim. Hal ini menunjukkan bahwa es krim dapat digunakan sebagai pembawa probiotik *L. acidophilus* SNP 2. Sampai dengan penyimpanan 8 minggu, jumlah sel dalam es krim masih pada kisaran 10⁸ -10⁹ CFU/g, memenuhi persyaratan sebagai makanan probiotik.

Tabel 3. Viabilitas sel *L. acidophilus* SNP 2 bebas dan terenkapsulasi pada adonan es krim sebelum dan sesudah pembekuan

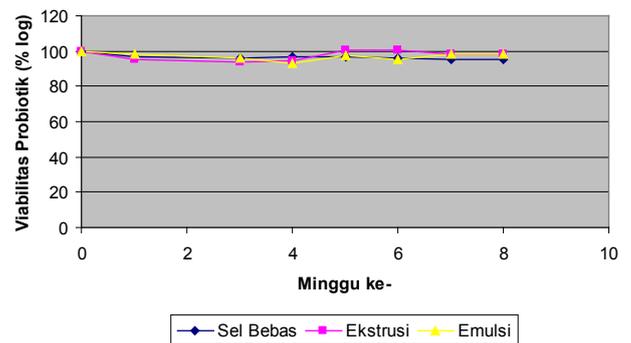
	Sel Bebas (CFU/g)	Ekstrusi (CFU/g)	Emulsi (CFU/g)
Jumlah sel awal	4,9 x 10 ⁹	2,2 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁹
Sesudah pembekuan selama 2 jam	1,8 x 10 ⁹	1,3 x 10 ⁸	1,2 x 10 ⁹
Viabilitas (%)*	95,65 ^a	97,15 ^b	99,83 ^c

Keterangan : * persentase log

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan rata-rata yang berbeda nyata

Uji sensoris terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa es krim probiotik oleh 20 orang panelis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara es krim yang tidak disuplementasi dan yang disuplementasi sel probiotik bebas maupun terenkapsulasi (Tabel 4). Penambahan sel probiotik ke dalam es krim tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap es krim. Bahkan penambahan probiotik terenkapsulasi pada es krim tidak mempengaruhi penilaian panelis terhadap tekstur es krim. Mortazavian dkk. (2007) menyata-

kan bahwa tekstur dari suatu produk pangan, mempengaruhi *mouth-feel* kapsul dalam produk. Kristal es dalam es krim ukurannya sekitar 45 - 50 µm setelah dibekukan pada suhu -20 °C (Flores dan Goff, 1999). Untuk probiotik yang dienkapsulasi dengan metoda emulsi, diameter kapsulnya rata-rata 54,67 µm. Ukuran kapsul tersebut hampir sama dengan ukuran partikel kristal es pada es krim sehingga panelis hampir tidak dapat membedakan keduanya. Probiotik yang dienkapsulasi dengan metoda emulsi, diameter kapsulnya rata-rata 3040 µm. Sebagian panelis menyatakan suka karena ada sensasi baru berupa butiran yang kenyal, tetapi ada pula panelis yang tidak menyukai kapsul tersebut. Akan tetapi rata-rata panelis menyatakan agak menyukai tekstur es krim tersebut.



Gambar 2. Viabilitas sel *L. acidophilus* SNP 2 bebas dan terenkapsulasi pada es krim yang disimpan pada suhu -18 °C selama 8 minggu

Tabel 4. Hasil uji sensoris terhadap es krim probiotik

Sampel Es Krim	Warna	Tekstur	Aroma	Rasa
Tanpa sel probiotik	5,75 ^a	4,50 ^a	5,40 ^a	5,50 ^a
Probiotik sel bebas	5,80 ^a	4,60 ^a	5,70 ^a	6,00 ^a
Probiotik terenkapsulasi metoda ekstruksi	6,15 ^a	5,15 ^a	5,60 ^a	5,95 ^a
Probiotik terenkapsulasi metoda emulsi	5,95 ^a	4,60 ^a	5,40 ^a	5,60 ^a

Keterangan skor : 7 = sangat suka; 6 = suka; 5 = agak suka; 4 = netral; 3 = agak tidak suka; 2 = tidak suka; 1 = sangat tidak suka. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan rata-rata yang tidak berbeda nyata

KESIMPULAN

Enkapsulasi sel probiotik *L. acidophilus* SNP 2 dengan kalsium alginat, baik dengan metoda ekstrusi maupun metoda emulsi efektif dalam menjerat sel (94 %). Enkapsulasi terhadap probiotik *L. acidophilus* SNP 2 dengan metoda emulsi lebih efektif dalam melindungi sel dari pengaruh pH rendah dan proses pembekuan pada pembuatan dibandingkan metoda ekstruksi. Sampai dengan 8 minggu penyimpanan pada suhu -18 °C, viabilitas sel pada es krim probiotik baik berupa sel bebas maupun terenkapsulasi relatif tetap pada kisaran

10^8 - 10^9 CFU/g dan memenuhi persyaratan makanan probiotik. Adanya probiotik terenkapsulasi dalam es krim tidak mempengaruhi penerimaan konsumen, baik dalam hal warna, aroma, rasa maupun tekstur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Proyek “ Hibah Penelitian Tim Pascasarjana (HPTP) Tahun 2005. Untuk itu diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, K., Mustapha, A., Grun, I.U. dan Fernando L. (2000). Viability of microencapsulated bifidobacteria in set yogurt during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science* **83**: 1946-1951.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (2005). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. HK 00.05.52.0685*. Tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization of The United Nations (2001). *Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria*. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Argentina.
- Homayouni, A., Ehsani, M.R., Azizi, A., Yarmand, M.S. dan Razavi, S.H. (2007). Effect of lecithin and calcium chloride solution on the microencapsulation process yield of calcium alginate beads. *Iranian Polymer Journal* **16**: 597- 606.
- Kailasapathy, K. (2002). Microencapsulation of probiotic bacteria: Technology and potential applications. *Current Issues in Intestinal Microbiology* **3**: 39-48.
- Kailasapathy, K. (2006). Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT Food Science and Technology* **39**: 1221-1227.
- Khalil, A.H. dan Mansour, E.H. (1998). Alginate encapsulated bifidobacteria survival in mayonnaise. *Journal of Food Science* **63**: 702-705.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B. dan Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotic for yoghurt. *International Dairy Journal* **13**: 3-13.
- Lee, K. dan Heo, T. (2000). Survival of *Bifidobacterium longum* immobilized in calcium alginate beads in simulated gastric juices and bile salt solution. *Applied and Environmental Microbiology* **66**: 869-873.
- Mortazavian, A., Razavi, S.H., Ehsani, M.R. dan Sohrabvandi, S. (2007). Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. *Journal of Biotechnology* **5**: 1-18.
- Muthukumarasamy, P., Buffo, R. dan Holley, R.A. (2004). Stability of *Lactobacillus reuteri* in different types of microcapsules. IFT Annual Meeting, July 12 – 16, Las Vegas, Session 99D - 20.
- Purwandhani, S.N. dan Rahayu, E.S. (2003). Isolasi dan seleksi *Lactobacillus* yang berpotensi sebagai agen probiotik. *Agritech* **23**: 67-74.
- Reid, A., Vuilleumard, J.C., Britten, M., Arcand, Y., Farnworth, E. dan Champagne, C.P. (2005). Microencapsulation of probiotic bacteria in a Ca²⁺ - induced whey protein gel and effects on their viability in a dynamic gastrointestinal model. *Journal of Microencapsulation* **22**: 603-619.
- Shah, N.P. (2000). Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science* **83**: 894-907.
- Sheu, T.Y. dan Marshal, R.T. (1993). Microencapsulation of lactobacilli in calcium alginates gels. *Journal Food Science* **54**: 73-77.
- Stephen, A.M. (1995). *Food Polysaccharidea and Their Applications*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Talwalkar, A. dan Kailasapathy, K. (2003). Effect of microencapsulation on oxygen toxicity in probiotic bacteria. *The Australian Journal Dairy Tecnology* **58**: 36-39.
- Tien, C.L., Millette, M., Mateescu, M.A. dan Lacroix, M. (2004). Modified alginate and chitosan for lactic acid bacteria immobilization. *Biotechnology and Applied Biochemistry* **39**: 347-354.