

PENGARUH KONSENTRASI HPMC K100LV TERHADAP KARAKTER FISIK DAN VIABILITAS *Lactobacillus* spp. PADA SEDIAAN MIKROPARTIKEL SUSU FERMENTASI PROBIOTIK

Febi Syaiful Arif*, Sugiyartono**, Isnaeni***

*Mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Airlangga

** Departemen Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Airlangga

***Departemen Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Airlangga

***e-mail: isna.yudi@gmail.com

ABSTRACT

Microencapsulation technology by using suitable matrices is one of the newest and highly efficient methods to increase viability of probiotic bacteria. *Lactobacillus* spp. in fermented skim milk was made into microparticle by spray drying in 110°C inlet temperature with four different concentration of HPMC K100LV (formula I, II, III, IV) as a matrix. The formula II, III, and IV were used HPMC K100LV 0,1%, 0,2%, and 0,3% respectively, while the formula I was used as control without HPMC K100LV addition. Physical characteristic evaluation and viability test were performed in all formula.

The result showed that microparticle morphology in all formula has spherical shape with different roughness surface. The particle size and moisture content of the microparticle increase with increasing HPMC K100LV. In order to observe the viability of *Lactobacillus* spp. in all formula, the viability test was performed in two different conditions, under spray drying process (1) and artificial pH of gastrointestinal tract (2). The result showed that the higher the HPMC K100LV concentration, the higher the viability of *Lactobacillus* spp. in the microparticle with spray drying process. The highest viability under spray drying process was $92,46 \pm 0,16\%$, obtained by formula IV. This viability was significant different with other formula ($p > 0,05$). On the other hand, the increasing viability of *Lactobacillus* spp. in microparticle under artificial pH of gastrointestinal tract conditions has not showed as well as increasing HPMC K100LV concentration of the microparticle. The highest viability under pH GI tract conditions was $74,84 \pm 0,98\%$, obtained by formula III, which significant different with other formula ($p > 0,05$).

Keywords: HPMC K100LV, *Lactobacillus* spp., Microencapsulation, physical characteristic, probiotic, spray drying, viability.

PENDAHULUAN

Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah cukup dapat memberikan efek menguntungkan terhadap kesehatan tubuh (Michail *et al.*, 2006). Penggunaan probiotik sebagai agen terapi sangat potensial untuk dikembangkan, antara lain sebagai imuno-modulator dan anti antimikroba. Berbagai aktivitas probiotik khususnya sebagai antibakteri diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi berbagai masalah terkait

resistensi bakteri terhadap obat antibiotik, baik karena penggunaan antibiotik yang tidak rasional maupun penggunaannya yang meningkat selama beberapa dekade terakhir (Servin, 2004). Keuntungan terapi menggunakan probiotik disebabkan oleh kemampuannya melawan organisme patogen dengan beberapa mekanisme berbeda, efek imunomodulator yang dihasilkan dan kemampuannya dalam memperbaiki keseimbangan flora normal di usus (McFarland, 2009).

Galur probiotik yang sering digunakan adalah spesies *Bifidobacterium* atau *Lactobacillus* (WHO, 2002). *Lactobacillus acidophilus* dan *Lactobacillus casei* telah terbukti dapat mencegah adesi dan invasi *E.coli* pada mukosa usus serta mampu memodulasi sistem imun alami dan memproduksi senyawa antibakteri yang spesifik (Servin, 2004). Penggunaan kombinasi beberapa probiotik telah dilaporkan dapat meningkatkan efek adhesinya pada dinding mukosa usus (Collado, *et al.*, 2007) serta dapat meningkatkan aktivitas daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri patogen jika dibandingkan penggunaannya secara tunggal (Chapman, *et al.*, 2012), sehingga pada penelitian ini digunakan kombinasi tiga bakteri probiotik yaitu *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus casei*.

Viabilitas bakteri probiotik saat mencapai usus merupakan faktor penting penentu aktivitas probiotik (Mortazavian *et al.*, 2007). Probiotik dapat menimbulkan aktivitas apabila dikonsumsi dalam jumlah minimal 10^6 - 10^7 cfu/gram sehari (Krasaekoopt *et al.*, 2003). Penurunan viabilitas bakteri probiotik dapat disebabkan oleh adanya pengaruh temperatur selama proses produksi dan penyimpanan (Teapaisan *et al.*, 2012). Secara umum produk probiotik terutama dalam bentuk susu fermentasi memiliki kelemahan dalam menjaga viabilitas mikroorganisme pada saat berada dalam kondisi saluran cerna (Mortazavian *et al.*, 2007), selain itu proses penyimpanan dan distribusinya juga membutuhkan kondisi tertentu dengan volume yang lebih besar, sehingga menyebabkan biaya penyimpanan, pengiriman dan pemesanannya menjadi tinggi (Johnson dan Etzel, 1995). Untuk itu, diperlukan sebuah metode yang mampu menjaga viabilitas probiotik dari kondisi yang tidak kondusif serta mampu mengendalikan pelepasan probiotik mencapai usus.

Mikroenkapsulasi merupakan salah satu metode yang paling efisien dalam pengembangan formula probiotik (Mortazavian *et al.*, 2007). Metode ini dapat melindungi bakteri probiotik dari pengaruh lingkungan yang tidak sesuai serta mampu mengendalikan pelepasannya menuju usus sebagai *target site* terapi dengan menggunakan matriks yang sesuai (Gbassi dan Vandamme, 2012). Perlindungan bakteri probiotik dengan metode mikroenkapsulasi dapat meningkatkan viabilitas bakteri selama proses produksi, penyimpanan maupun saat berada dalam saluran cerna, sehingga efektivitas terapi probiotik dapat ditingkatkan (Mortazavian *et al.*, 2007). Salah satu teknik mikroenkapsulasi yang banyak digunakan adalah teknik *spray drying*, teknik ini mampu menghasilkan susu probiotik menjadi bentuk kering dengan ukuran mikron (Teapaisan *et al.*, 2012).

Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai matriks selama proses mikroenkapsulasi dengan teknik *spray drying* adalah susu bubuk skim, dekstran, PEG, sukrosa, laktosa, glukosa, trehalosa, gliserol, sorbitol, adonitol, betain dan berbagai polimer (Yadav *et al.*, 2009). Pertimbangan pemilihan matriks didasarkan atas karakteristik fisikokimia meliputi komposisi kimia, morfologi,

kekuatan mekanis dan stabilitasnya pada cairan lambung dan usus serta tidak toksik (Gbassi dan Vandamme, 2012). Penelitian terkait karakterisasi fisik tablet kombinasi susu probiotik *Lactobacillus* spp. dan ekstrak daun Guava menggunakan matriks HPMC K100LV telah dilaporkan oleh Sugiyartono dkk. (2014).

Pada penelitian ini digunakan matriks susu skim dan polimer hidroksipropil metilselulosa (HPMC) untuk pembuatan mikropartikel probiotik. Susu skim dapat digunakan untuk mempertahankan stabilitas probiotik selama penyimpanan karena mengandung nutrisi yang diperlukan oleh probiotik selama penyimpanan sekaligus dapat digunakan sebagai protektan karena mengandung kalsium dan protein yang mampu menjaga viabilitas probiotik (Yadav *et al.*, 2009). Pemilihan HPMC sebagai salah satu polimer non ionik yang juga dapat digunakan dalam proses mikroenkapsulasi memiliki beberapa alasan. Jika dibandingkan dengan polimer lain seperti alginat dan chitosan, HPMC mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menjaga viabilitas *Lactobacillus acidophilus* NCIMB 701748 selama proses *spray drying* (Yonekura, *et al.*, 2013). Jenis dan kadar matriks yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi merupakan faktor yang dapat berpengaruh terhadap mikropartikel yang dihasilkan. Meningkatnya kadar matriks dapat menyebabkan peningkatan kerapatan matriks sehingga pelepasan bahan aktif dapat terhambat, sedangkan penurunan kadar polimer dapat menyebabkan penurunan efisiensi enkapsulasi (Rastogi *et al.*, 2006).

BAHAN, ALAT DAN METODE

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh dari kadar HPMC K100LV terhadap karakteristik fisik dan viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik. Penelitian yang dilakukan terbagi menjadi dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan waktu fermentasi optimum *Lactobacillus* spp. pada susu skim, sedangkan penelitian inti dilakukan untuk melihat pengaruh kadar HPMC K100LV terhadap karakteristik fisik yang meliputi morfologi, distribusi ukuran partikel dan kandungan lengas serta viabilitas *Lactobacillus* spp. dalam mikropartikel susu probiotik. Pada penelitian ini kadar HPMC K100LV yang digunakan dalam pembuatan formula mikropartikel susu probiotik adalah 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% yang masing-masing digunakan untuk pembuatan formula I, formula II, formula III dan formula IV. Keempat formula mikropartikel tersebut dibuat dengan menggunakan metode *spray drying* dengan suhu inlet 110°C.

Hasil karakterisasi yang dilakukan terhadap bakteri probiotik *Lactobacillus* spp. (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus casei*), susu skim dan HPMC K100LV menunjukkan bahwa bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan. Hasil optimasi waktu fermentasi *Lactobacillus* spp. dalam susu skim 15% yang diamati pada 0, 6, 12, 18 dan 24 jam menunjukkan bahwa penurunan pH selama waktu fermentasi dari pH 6,47 ± 0,01 pada awal fermentasi menjadi 4,56 ± 0,02 terjadi setelah fermentasi berlangsung selama 24 jam (Tabel 1 dan Gambar1). Penurunan pH selama waktu fermentasi terjadi karena *Lactobacillus* spp. menghasilkan

asam-asam organik (asam laktat, asam asetat dan asam format) menggunakan substrat laktosa dari susu (Kleerebezem *et al.*, 2000, Jood, 2012).

Profil kurva pertumbuhan *Lactobacillus* spp. menunjukkan bahwa nilai Log ALT meningkat setelah fermentasi selama 6 jam dan mencapai puncaknya setelah fermentasi selama 12 jam, selanjutnya terjadi penurunan nilai log ALT setelah proses fermentasi 18 jam dan semakin menurun pada jam ke-24. Profil kurva menunjukkan *trend* normal kurva pertumbuhan mulai dari *lag*, *log*, sampai dengan *decline phase*. Peningkatan jumlah koloni bakteri terjadi pada fase pertumbuhan dan menurun drastis setelah nutrisi habis, karena tidak ada penambahan nutrisi. Penurunan pH juga dapat menghambat pertumbuhan dan dapat menyebabkan kematian pada bakteri (Al-Qadiri *et al.*, 2007). Waktu fermentasi optimum untuk proses pembuatan susu probiotik *Lactobacillus* spp. pada susu skim 15% ditetapkan 12 jam, sebagai bahan baku pada formulasi mikropartikel susu probiotik.

Pengaruh konsentrasi HPMC K100LV terhadap karakteristik fisik dan viabilitas *Lactobacillus* spp. diamati terhadap empat formula (I, II, III, IV) mikropartikel susu probiotik, yang masing-masing mengandung HPMC K100LV 0,1%, 0,2% dan 0,3% serta control tanpa matrik. Sebelum dilakukan proses *spray drying* dilakukan pemeriksaan viskositas dari masing-masing formula. Semakin tinggi konsentrasi HPMC K100LV dalam formula, viskositas semakin meningkat. Rendemen yang diperoleh dari hasil *spray drying* menunjukkan bahwa perolehan rendemen hasil *spray drying* dari masing-masing formula mikropartikel dapat dilihat ada tabel V.6. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan kadar HPMC K100LV dapat menyebabkan penurunan perolehan rendemen mikropartikel hasil *spray drying*. Hal tersebut dapat terjadi karena peningkatan kadar HPMC K100LV dapat mengakibatkan peningkatan viskositas formula. Viskositas cairan yang meningkat dapat meningkatkan penyerapan air sehingga terbentuk serbuk yang lengket (*sticky*) dan menempel pada dinding *drying chamber* sehingga mengurangi perolehan serbuk hasil *spray drying* (Gianfrancesco *et al.*, 2008).

Setelah keempat formula mikropartikel susu probiotik terbentuk, tahapan selanjutnya adalah evaluasi karakteristik fisik mikropartikel. Evaluasi karakteristik fisik yang dilakukan meliputi pemeriksaan morfologi, distribusi ukuran partikel dan kandungan lengas (MC) mikropartikel susu probiotik. Dari gambar 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 secara umum dapat dilihat bahwa mikropartikel susu probiotik yang terbentuk dari keempat formula memiliki bentuk yang sferis dengan permukaan yang kasar. Dari gambar-gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa peningkatan kadar HPMC K100LV yang digunakan pada pembuatan mikropartikel menyebabkan terjadinya perbedaan bentuk dinding mikropartikel yang dihasilkan. Jika dikaitkan dengan proses *spray drying*, partikel yang berbentuk sferis terbentuk karena adanya kontak yang merata antara udara panas dengan seluruh permukaan droplet yang terbentuk dari hasil atomisasi cairan (*feed stock*), kontak antara udara panas dengan permukaan droplet menyebabkan terjadinya proses evaporasi solven yang terjadi secara merata pada seluruh permukaan mikropartikel yang terbentuk dari proses *spray drying* untuk menghasilkan bentuk partikel yang sferis (Patel *et al.*, 2009). Viskositas cairan (*feed stock*) sangat berpengaruh terhadap kecepatan proses evaporasi,

viskositas cairan yang meningkat dapat menurunkan kecepatan evaporasi solven dari permukaan droplet sehingga proses pembentukan dinding mikropartikel menjadi tidak sempurna (Vehring *et al.*, 2007). Kerutan yang terbentuk pada dinding mikropartikel dapat disebabkan oleh energi penyusutan yang tidak merata selama proses pengeringan droplet, hal tersebut sangat bergantung pada komposisi cairan dan kondisi selama proses *spray drying* (Mishra dan Mishra, 2011). Hal tersebut yang menyebabkan perbedaan kadar HPMC K100LV yang digunakan pada pembuatan formula mikropartikel berpengaruh terhadap kontur permukaan mikropartikel yang dihasilkan dari tiap formula.

Evaluasi karakteristik fisik mikropartikel juga dilakukan dengan melihat distribusi ukuran dari masing-masing formula mikropartikel susu probiotik. Dari tabel V.7 didapatkan data peningkatan rata-rata ukuran partikel seiring dengan peningkatan kadar HPMC K100LV yang digunakan dalam formula mikropartikel. Dari gambar 5.6 dapat dilihat distribusi ukuran partikel yang berbeda dan bervariasi antar formula mikropartikel. Dari seluruh formula mikropartikel susu probiotik yang dihasilkan, ukuran partikel berada dalam rentang 11,20 μm sampai 344,09 μm . Ukuran tersebut masih masuk kedalam rentang ukuran mikropartikel yang dipersyaratkan yaitu 1-1000 μm (Park dan Yeo, 2007). Ukuran partikel yang dihasilkan dari proses *spray drying* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah diameter *nozzle* dan viskositas cairan (Patel *et al.*, 2009). Peningkatan viskositas cairan berbanding lurus dengan ukuran partikel yang dihasilkan dari proses *spray drying*, viskositas cairan yang meningkat karena adanya peningkatan kadar matriks yang digunakan pada proses *spray drying* dapat meningkatkan ukuran mikropartikel yang dihasilkan (Elversson, 2005).

Selain berpengaruh terhadap morfologi dan distribusi ukuran partikel, kadar HPMC K100LV juga berpengaruh terhadap kandungan lengas (*moisture content*) mikropartikel susu probiotik. Dari tabel V.8 dapat dilihat adanya peningkatan kandungan lengas (MC) seiring dengan peningkatan kadar HPMC K100LV yang digunakan pada formula mikropartikel. Kandungan lengas (MC) terendah terdapat pada formula I sebesar $8,47 \pm 0,57\%$ sedangkan kandungan lengas (MC) tertinggi terdapat pada formula IV sebesar $10,97 \pm 0,44$. Keempat formula mikropartikel yang dihasilkan memiliki kandungan lengas (MC) yang lebih tinggi dari kandungan lengas mikropartikel probiotik yang dipersyaratkan yaitu tidak lebih dari 4% (Teapaisan *et al.*, 2011). Kandungan lengas mikropartikel hasil *spray drying* dapat dipengaruhi oleh suhu inlet dan konsentrasi polimer yang digunakan selama proses *spray drying*, peningkatan suhu inlet dapat menurunkan kandungan lengas mikropartikel sebaliknya peningkatan kadar matriks dapat meningkatkan kandungan lengas mikropartikel (Mishra dan Mishra, 2011). Kandungan lengas yang tinggi dari keempat formula mikropartikel tersebut juga dapat disebabkan oleh adanya HPMC yang bersifat higroskopis (Rowe *et al.*, 2009). Kandungan lengas mikropartikel yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya aglomerasi antar partikel yang dapat mempengaruhi karakteristik sifat alir partikel (Mishra dan Mishra, 2011). Kandungan lengas yang tinggi dari mikropartikel susu probiotik juga dapat berpengaruh terhadap stabilitas bakteri probiotik selama waktu penyimpanan (Teapaisan *et al.*, 2011).

Setelah melakukan evaluasi karakteristik fisik mikropartikel, pada penelitian ini juga dilakukan uji viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel

susu probiotik baik terhadap pengaruh proses *spray drying* maupun pengaruh pH saluran cerna. Dari tabel V.9 dapat dilihat terjadi penurunan nilai ALT dan Log ALT *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik jika dibandingkan dengan nilai ALT dan Log ALT *Lactobacillus* spp. dari susu probiotik yang tidak mengalami proses *spray drying*. Hal ini menunjukkan bahwa proses *spray drying* dapat mempengaruhi viabilitas *Lactobacillus* spp.. Penurunan viabilitas bakteri probiotik dapat terjadi karena penggunaan suhu yang tinggi selama proses *spray drying* dapat menyebabkan penurunan integritas sel bakteri karena kerusakan sejumlah besar komponen seluler termasuk DNA, RNA, membran sitoplasma dan dinding sel bakteri (Golowczyc *et al.*, 2011). Meskipun demikian viabilitas *Lactobacillus* spp. dari keempat formula mikropartikel yang dihasilkan masih memenuhi persyaratan minimal jumlah minimal probiotik untuk dikonsumsi yaitu sebesar 10^6 - 10^7 cfu/g (Krasaekoopt *et al.*, 2003).

Dari tabel V.9 juga dapat dilihat adanya peningkatan nilai ALT *Lactobacillus* spp. seiring dengan peningkatan kadar HPMC K100LV yang digunakan sebagai matriks mikropartikel. Formula IV yang mengandung HPMC K100LV dengan kadar tertinggi yaitu sebesar 0,3% memiliki nilai ALT *Lactobacillus* spp. terbesar diantara ketiga formula lainnya sedangkan formula I yang tidak mengandung HPMC K100LV memiliki nilai ALT *Lactobacillus* spp. terendah diantara ketiga formula lainnya. Kemampuan HPMC sebagai salah satu polimer yang dapat digunakan sebagai protektan selama proses *spray drying* dapat terjadi karena HPMC merupakan salah satu komponen yang memiliki sifat aktif permukaan, keberadaannya pada permukaan droplet dapat melindungi bakteri probiotik dari udara panas selama proses *spray drying* (Elversson, 2005). Kadar matriks yang digunakan dalam proses *spray drying* berpengaruh terhadap pembentukan lapisan pelindung sel bakteri dari lingkungan yang tidak sesuai sehingga peningkatan kadar matriks dapat meningkatkan viabilitas sel bakteri selama proses *spray drying* (Mansouripour *et al.*, 2013).

Dari tabel V.10 dapat dilihat adanya penurunan nilai ALT *Lactobacillus* spp. yang sangat drastis dari susu probiotik yang tidak dibentuk dalam mikropartikel ketika berada dalam simulasi pH saluran cerna. Hal tersebut dapat terjadi karena bakteri yang masuk kedalam genus *Lactobacillus* tidak stabil terhadap kondisi lingkungan yang asam (Corcoran *et al.*, 2005). Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa susu probiotik yang dibuat dalam bentuk mikropartikel memiliki viabilitas yang lebih baik terhadap kondisi pH saluran cerna. Hal tersebut dapat terjadi karena proses mikroenkapsulasi susu probiotik dengan teknik *spray drying* merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan viabilitas bakteri probiotik dari kondisi yang tidak diinginkan termasuk dari pengaruh kondisi saluran cerna (Mortazavian *et al.*, 2007)

Dari tabel V.10 juga dapat dilihat bahwa penambahan matriks HPMC K100LV dalam formula mikropartikel dapat meningkatkan viabilitas *Lactobacillus* spp. terhadap pH saluran cerna. Meskipun demikian, peningkatan kadar matriks HPMC K100LV tidak selalu diikuti dengan peningkatan viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik terhadap kondisi pH saluran cerna, fenomena tersebut dapat dilihat dari nilai ALT *Lactobacillus* spp. pada formula III dengan formula IV dimana peningkatan kadar HPMC K100LV dari 0,2% menjadi 0,3% justru menurunkan nilai ALT *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik. Peningkatan viabilitas *Lactobacillus* spp. yang

terjadi seiring dengan peningkatan kadar HPMC K100LV dapat terjadi karena HPMC merupakan salah satu polimer dapat digunakan untuk mengontrol pelepasan bahan aktif termasuk bakteri probiotik menuju *target site* yang dikehendaki. HPMC dapat digunakan sebagai pengontrol pelepasan bahan aktif dengan beberapa mekanisme diantaranya adalah difusi, *swelling* (pengembangan) dan erosi (Siepmann dan Peppas, 2012). HPMC dapat mengembang dan mampu membentuk lapisan gel yang stabil ketika kontak dengan larutan pH asam, lapisan gel yang terbentuk bergantung pada jenis dan kadar HPMC serta waktu kontak antara matriks dengan larutan (Tritt-Goc *et al.*, 2005). Kemampuan HPMC membentuk lapisan gel pada pH asam ini dapat mencegah kontak langsung antara bakteri probiotik dengan larutan pH asam sehingga viabilitas *Lactobacillus* spp. pada pH saluran cerna dapat terjaga. Selain mekanisme pengembangan matriks, pelepasan bahan aktif dari matriks HPMC juga dikontrol dengan mekanisme erosi (Kamel *et al.*, 2008). Kemampuan erosi dari HPMC sangat bergantung pada jenis dan kadar HPMC yang digunakan, HPMC dengan kadar yang lebih rendah dapat membentuk lapisan gel yang mampu tererosi lebih cepat untuk dapat melepaskan seluruh bahan aktif pada *target site* yang dikehendaki (Siepmann dan Peppas, 2012). Mekanisme pengembangan (*swelling*) dan erosi matriks HPMC terjadi secara simultan selama mikropartikel kontak dengan cairan saluran cerna sehingga kadar HPMC K100LV optimum harus ditentukan karena peningkatan kadar HPMC K100LV melebihi kadar HPMC K100LV optimum justru dapat menghambat pelepasan *Lactobacillus* spp. pada target site yang dikehendaki. Pada penelitian ini, kadar HPMC K100LV optimum yang digunakan untuk pembuatan formula mikropartikel susu probiotik adalah 0,2% yang terdapat pada formula III, pada kadar ini HPMC K100LV mampu menjaga viabilitas *Lactobacillus* spp. pada saat kontak dengan pH lambung serta mampu tererosi dengan baik pada pH usus sehingga pelepasan *Lactobacillus* spp. tidak terhambat.

KESIMPULAN

Meningkatnya kadar HPMC K100LV dari 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% masing-masing pada formula I, formula II, formula III dan formula IV dapat menyebabkan perbedaan morfologi mikropartikel susu probiotik. Secara umum mikropartikel yang dihasilkan dari keempat formula tersebut berbentuk sferis dengan permukaan kasar.

Meningkatnya kadar HPMC K100LV dari 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% masing-masing pada formula I, formula II, formula III dan formula IV dapat menyebabkan peningkatan rata-rata ukuran mikropartikel susu probiotik. Dari keempat formula tersebut, ukuran partikel yang dihasilkan berada pada rentang 11,80 μm – 344,09 μm . Meningkatkan kadar HPMC K100LV dari 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% masing-masing pada formula I, formula II, formula III dan formula IV dapat menyebabkan peningkatan kandungan lengas (MC) mikropartikel susu probiotik yang dihasilkan. Dari keempat formula tersebut, kandungan lengas (MC) berada pada rentang $8,47 \pm 0,57$ % sampai $10,97 \pm 0,44$ %.

Meningkatnya kadar HPMC K100LV dari 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% masing-masing pada formula I, formula II, formula III dan formula IV dapat menyebabkan peningkatan viabilitas *Lactobacillus* spp. dalam mikropartikel susu probiotik yang dibuat dengan proses *spray drying*. Nilai ALT *Lactobacillus* spp.

keempat formula tersebut setelah proses *spray drying* pada berada pada rentang $3,80 \times 10^6 \pm 0,10 \times 10^6$ pada formula I sampai $9,20 \times 10^7 \pm 0,30 \times 10^7$ pada formula IV. Meningkatnya kadar HPMC K100LV dari 0%, 0,1% dan 0,2% masing-masing pada formula I, formula II dan formula III dapat menyebabkan peningkatan viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik terhadap pengaruh pH saluran cerna, namun peningkatan kadar HPMC K100LV dari 0,2% menjadi 0,3% masing-masing pada formula III dan IV dapat menurunkan viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik terhadap pengaruh pH saluran cerna. Formula III dengan kadar HPMC K100LV 0,2% merupakan formula optimum yang mampu mempertahankan viabilitas *Lactobacillus* spp. dari mikropartikel susu probiotik terhadap pengaruh pH saluran cerna.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qadiri *et al.*, 2007

- Chapman, C.M., Gibson, G.R. and Rowland, I., 2012. In vitro evaluation of single- and multi-strain probiotics: inter-species inhibition between probiotic strains, and inhibition of pathogens. **Anaerobe**, Vol. 18, p. 405-413.
- Collado, M.C., Meriluoto, J. and Salminen, S., 2007. Development of new probiotics by strain combinations: is it possible to improve the adhesion to intestinal mucus? **J. Dairy Sci.**, Vol. 90, p. 2710-2716.
- Gbassi, G.K. and Vandamme, T., 2012. Probiotic encapsulation Technology: from microencapsulation to release into the gut. **Pharmaceutics**, Vol. 4, p. 149-163.
- Johnson, J.A.C. and Etzel, M.R., 1995. Properties of *Lactobacillus helveticus* CNRZ-32 attenuated by spray drying, freeze drying, or freezing. **J. Dairy Sci.**, Vol.78, p.761-768.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B. and Deeth, H., 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. **Int. Dairy J.**, Vol. 13, p.3-13.
- Kleerebezem *et al.*, 2000
- Jood, 2012
- McFarland, L.V., 2009. Evidence-based review of probiotics for antibiotic-associated diarrhea and *Clostridium difficile* infections. **Anaerobe**, Vol. 15, p. 274-280.
- Michail, S., Sylvester, F. and Fuchs, G., 2006. Clinical Efficacy of Probiotics: Review of the Evidence With Focus on Children. **J. Pediatr. Gastr. Nutr.**, Vol. 43, p. 550-557.
- Mortazavian, A., Razavi, S.H., Ehsani, M.R. and Sohrabvandi, S., 2007. Principle and methods of microencapsulation of probiotic microorganism, **Iranian J. Biotechnol.**, Vol. 5, p.1-18.
- Rastogi, R., Sultana, Y., Aqil, M., Ali, A., Kumar, S., Chuttani, K. and Mishra, A.K., 2007. Alginate microspheres of isoniazid for oral sustained drug delivery, **Int. J. Pharm.**, Vol. 274, p.1-33.
- Servin, A.L., 2004. Antagonistic activities of *lactobacilli* and *bifidobacteria* against microbial pathogens. **FEMS Microbiol. Rev.**, Vol. 28, p. 405-440.

- Sugiyartono, Tutiek Purwanti, Isnaeni, Dhenok Reso Fenda Asega, Asian, J., Pharm.Res. 2014., Vol.4. Issue 4, p. 189-194.
- Teanpaisan, R., Chooruk, A., Wannun A., Wichienhot S. and Piwat S., 2012. Survival rates of human-derived probiotic *Lactobacillus paracasei* SD1 in milk powder using spray drying. **Songklanakar J. Sci. Technol.**, Vol. 34, p. 241-245.
- WHO, 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. **FAO/WHO Working Group Report**, p.1-11. Also available in internet : http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf
- Yadav, A.K., Chaudhari, A.B. and Kothari, R.M., 2009. Enhanced viability of *Bacillus coagulans* after spray drying with calcium lactate storage and rehydration. **Indian J. Chem. Technol.**, Vol.16, p. 519-522.
- Yonekura, L., Sun, H., Soukoulis, C. and Fisk, I., 2013. Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* NCIMB 701748 in matrices containing soluble fibre by spray drying: Technological characterization, storage stability and survival after in vitro digestion. **J. Funct. Foods**. Also available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2013.10.008>.