

IMOBILISASI BAKTERI ASAM LAKTAT DENGAN MENGGUNAKAN ALGINAT

Kinasih Cahyono¹, Endang Nurcahyani², Sri Wahyuningsih², Bambang Irawan², dan Sumardi^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Magister Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung Jl. Prof. Dr.Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung 35141

²Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung Jl. Prof. Dr.Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung 35141

Info Article

Submitted :

8 Juli 2020

Revised :

3 Januari 2021

Accepted :

4 Desember 2020

Corresponding Author :

Sumardi

Email :

sumardi_bio@yahoo.co.id

ABSTRAK

Lactobacillus sp. merupakan bakteri asam laktat, salah satu spesies yang sering digunakan sebagai probiotik, namun kelemahan dari bakteri tersebut adalah tidak toleran terhadap pH rendah (asam), di cairan empedu, serta pada suhu yang tinggi. Bakteri probiotik harus tetap hidup sejak mereka dikonsumsi hingga menetap di usus. Hal ini sulit karena bakteri harus melewati pH asam ekstrim di saluran pencernaan. Imobilisasi dengan enkapsulasi bakteri probiotik adalah alternatif yang memberikan perlindungan bagi sel-sel hidup (bakteri) yang berada pada kondisi yang merugikan. Berdasarkan hasil uraian tersebut maka tujuan imobilisasi adalah untuk meningkatkan jumlah kelangsungan hidup (viabilitas) bakteri *Lactobacillus* sp dalam kondisi simulasi asam lambung dan garam empedu (*ox bile* 0,5%) dengan menggunakan imobilisasi matriks alginat. Metode yang digunakan dalam imobilisasi bakteri adalah ekstrusi. Teknik ini melibatkan persiapan larutan hidrokoloid, penambahan mikroorganisme, dan ekstrusi suspensi sel melalui jarum *syringe*. Tetesan tersebut ditetaskan ke larutan pengeras $CaCl_2$. Perbandingan bakteri yang diimobilisasi dengan bakteri bebas adalah imobilisasi dengan penyalut alginat metode ekstrusi mampu meningkatkan viabilitas bakteri asam laktat dibandingkan dengan bakteri yang tidak diimobilisasi.

Kata kunci: Imobilisasi, alginat, bakteri asam laktat, viabilitas

Access this article



SCAN ME

ABSTRACT

Lactobacillus sp. is a lactic acid bacteria, one of the species that is often used as a probiotic, but the weakness of these bacteria is they are not intolerant of low pH (acid), in bile, and also at high temperatures. Probiotic bacteria must stay alive from the time they are consumed until they settle in the intestines. This is difficult because the bacteria have to pass through the extreme acidic pH in the digestive tract. Immobilization with probiotic bacterial encapsulation is an alternative that provides protection for living cells (bacteria) that are in adverse conditions. Based on the results of the description, the objective of the study is to increase the number of survival of *Lactobacillus* sp bacteria in simulated conditions of gastric acid and bile salts (*ox bile* 0,5%) by using the

immobilization of the alginate matrix. Extrusion is the method used in bacterial immobilization. This technique involves the preparation of a hydrocolloid solution, addition of microorganisms, and extrusion of the cell suspension through a syringe needle. The comparison between immobilized bacteria and free bacteria is that immobilization with alginate coatings extrusion method can increase the viability of lactic acid bacteria compared to bacteria that are not immobilized.

Keywords: Immobilization, alginate, lactic acid bacteria, viability

1. PENDAHULUAN

Probiotik menurut Suryani et, al. (2019) didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup, yang jika diberikan atau dikonsumsi dalam jumlah tertentu akan memberikan manfaat kepada inang. Kelompok bakteri spesies *Lactobacillus* sp. merupakan bakteri asli pada pencernaan manusia, sehingga menjadi pilihan utama produk probiotik, selain itu juga bakteri ini bersifat nonpatogen dan aman. *Lactobacillus* sp. memiliki kelemahan dalam mempertahankan diri di lingkungan yang sangat asam, di cairan empedu, serta pada suhu yang tinggi. Nilai pH optimum yang dapat ditoleransi *Lactobacillus* sp berada di kisaran 3-5.

Permasalahan utama Bakteri *Lactobacillus* sp adalah rawan dalam kondisi lingkungan yang ekstrim, sehingga dapat menyebabkan hilangnya kehidupan fungsional bakteri tersebut. Strategi terbaik untuk mengatasi masalah ini adalah dengan cara imobilisasi dan menjebak sel-sel bakteri. Bakteri probiotik harus tetap hidup sejak dikonsumsi hingga menetap di usus. Hal ini sulit karena bakteri harus melewati pH asam di saluran pencernaan. Imobilisasi dengan enkapsulasi bakteri probiotik adalah alternatif yang memberikan perlindungan bagi sel-sel hidup yang berada pada

kondisi yang merugikan (Burgin, et al., 2011).

Imobilisasi merupakan suatu metode untuk mengurung atau menempatkan sel mikroba secara fisik pada suatu ruang tertentu dimana sel masih memiliki aktivitas katalitik serta dapat dipergunakan secara berkelanjutan dan berulang kali, dalam proses imobilisasi sel-sel biasanya tumbuh dipermukaan atau terperangkap di dalam model, karena banyak mikroorganisme yang mampu melekat pada berbagai permukaan alami. Mikroorganisme dapat distabilkan pada matriks yang berbeda seperti menjebak dalam bahan berpori, penyerapan atau adeksi, penghambatan sel, dan ikatan kovalen serta ikatan ion (Hassanzadeh, et al., 2017).

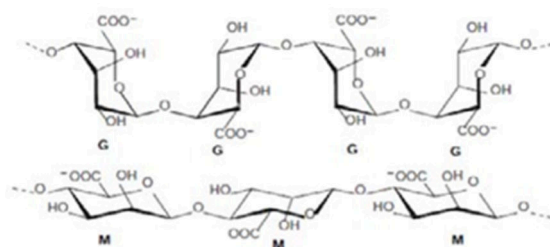
Produk probiotik dapat digunakan dengan cara enkapsulasi bakteri. Enkapsulasi bakteri juga merupakan suatu cara yang dapat melindungi dan membawa mikroorganisme sampai ke usus. Mikroenkapsulasi dengan bead hidrokoloid telah di uji dapat meningkatkan viabilitas probiotik di dalam makanan dan saat di saluran pencernaan. Mikroenkapsulasi membantu ketidakstabilan inti di lingkungan, meningkatkan stabilitas, dan memperpanjang umur simpan bakteri.

Mikroenkapsulasi bakteri probiotik sering menggunakan matriks berupa alginat. Alginat telah diuji dapat meningkatkan ketahanan hidup probiotik 80-95%. Preparasi mikrokapsul alginat sebagai matriks bakteri, dapat dilakukan dengan cara ekstrusi dan emulsi. Penggunaan ekstrusi sebagai metode enkapsulasi bakteri memiliki beberapa keuntungan, diantaranya metode ekstrusi merupakan metode yang mudah dan murah dalam pengoperasian, memberikan viabilitas yang tinggi pada bakteri, dan tidak merusak sel probiotik seperti halnya ketika menggunakan teknik *spray-drying* (Suryani, *et al.*, 2019). Berdasarkan uraian di atas artikel ini bertujuan untuk meningkatkan kelangsungan hidup (viabilitas) bakteri probiotik dalam kondisi simulasi cairan asam lambung (pH rendah) dan simulasi garam empedu (*ox bile* 0,5%) dengan menggunakan imbolisasi alginat.

2. ISI

2.1 Karakterisasi Alginat

Alginat menurut Wulandari, *et.al* (2019) merupakan polimer alami yang berasal dari alga coklat (Phaeophyta). Alginat adalah garam dari asam alginat yang merupakan kopolimer dari blok β -d-mannuronic acid (M) dan epimer C-5, asam α -l-guluronic (G), dihubungkan bersama untuk membentuk polisakarida linier dengan ikatan (1,4)-glikosidik yang terlihat pada **Gambar 1** berikut:

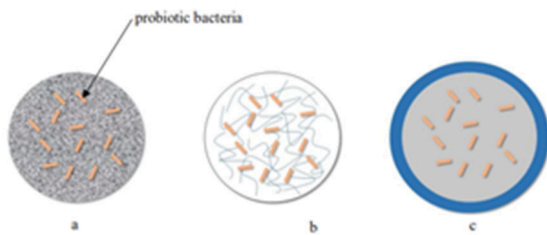


Gambar 1. Struktur Blok Alginat (blok G, blok M dan blok MG) (Imeson, 2010 dalam Wulandari, *et.al* 2019).

Alginat merupakan salah satu jenis hidrokoloid, yaitu suatu sistem koloid oleh polimer organik di dalam air. Alginat dapat membentuk gel yang stabil terhadap panas dimana dapat disimpan pada suhu kamar (Herawati, 2018). Pemanfaatan alginat didasarkan pada tiga sifat utamanya yaitu yang pertama kemampuannya dalam menaikkan viskositas larutan apabila alginat dilarutkan dalam air. Kedua adalah kemampuan alginat untuk membentuk gel, gel akan terbentuk jika pada larutan natrium alginat ditambahkan garam Ca. Gel terbentuk karena adanya reaksi kimia, pada proses tersebut Ca akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang. Proses ini tidak memerlukan panas dan gel yang terbentuk tidak akan meleleh jika dipanaskan. Berbeda dengan gel agar yang memerlukan pemanasan untuk pembentukan gelnya, sehingga air harus dipanaskan sampai suhu 80°C untuk membentuk *swelling*/gelatinisasi agar dan gel terbentuk pada suhu di bawah 40° C. Sifat ketiga dari alginat adalah kemampuannya untuk membentuk film dari natrium atau kalsium alginat dan fiber dari kalsium alginat.

Pemanfaatan alginat sebagai bahan prebiotik yang merupakan substrat bagi

mikroba untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek juga tidak mudah dilakukan karena polimernya yang panjang, sehingga kurang sesuai bagi bakteri probiotik seperti *Bifidobakteria* dan *Lactobacillus* (Subaryono, 2010). Struktur mikroenkapsulasi menggunakan alginat yaitu bakteri probiotik diselimuti oleh kapsul berupa alginat, dapat dilihat pada **Gambar 2** dibawah ini.



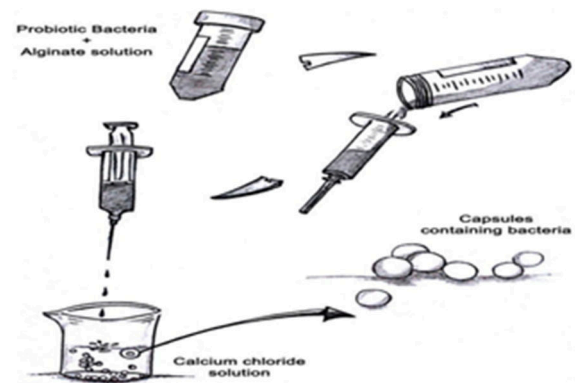
Gambar 2. Skema Struktur mikroenkapsulasi (a) struktur matrik, (b) struktur cross-link, (c) struktur pelapisan bagian luar dengan alginat (Liu, *et al.*, 2017).

2.2 Teknik Ekstrusi

Teknik tertua dan paling umum untuk menghasilkan kapsul dengan hidrokoloid (misalnya, alginat dan karagenan) terdiri dari menyiapkan larutan hidrokoloid, menambahkan mikroorganisme dan membentuk tetesan dengan mengekstrusi suspensi melalui jarum suntik (*syringe*) ke dalam larutan pengeras (misalkan kalsium klorida) atau dengan cara menambahkan mikroba probiotik ke dalam larutan hidrokoloid alginat, kemudian ditetaskan ke dalam larutan pengeras (CaCl_2) menggunakan *syringe* (Gambar 3). Ukuran dan bentuk mikrokapsul yang terbentuk tergantung pada diameter nosel dan jarak antara nosel dan CaCl_2 larutan. Metode ini sederhana dan hemat biaya, tidak menyebabkan kerusakan sel dan menghasilkan viabilitas sel yang tinggi. Teknologi ini tidak

menggunakan pelarut berbahaya dan dapat dilakukan di bawah kondisi aerobik dan anaerobik (Krasaekoopt *et al.*, 2003).

Hasil penelitian Krasaekoopt *et al.*, (2006) dalam Cock-Serna dan Castillo-Vallejo (2013) menunjukkan bahwa kelangsungan hidup bakteri probiotik yang dienkapsulasi lebih besar dibandingkan dengan bakteri bebas (tidak di enkapsulasi) dalam sekitar 1 siklus log, selama penyimpanan dan jumlah bakteri probiotik. Kapsul disimpan pada suhu 4°C dan viabilitasnya dicatat selama 63 hari. Hasil penelitian Soto *et al.* (2011), menunjukkan bahwa kapsul yang didinginkan memiliki viabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan kapsul yang disimpan pada suhu kamar. Disimpulkan bahwa probiotik memiliki umur simpan minimal 2 bulan dan dapat digunakan sebagai inisiator kultur. Berikut dibawah ini merupakan diagram metode ekstrusi dapat di lihat pada **Gambar 3**.



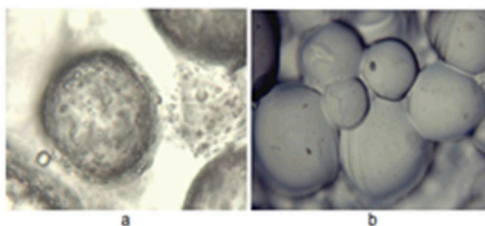
Gambar 3. Diagram skematis dari metode enkapsulasi ekstrusi (Cock-Serna dan Castillo-Vallejo, 2013).

2.3 Karakterisasi Bakteri Probiotik Hasil Imobilisasi

Viabilitas sel probiotik merupakan parameter penting terkait manfaatnya terhadap kesehatan. Manfaat probiotik bisa dirasakan ketika ia mampu bertahan

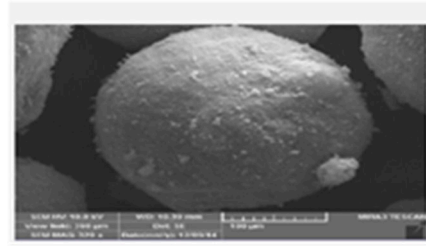
hidup di saluran cerna dalam jangka waktu yang lama, laporan Vos *et al.* (2010) menyebutkan bahwa sel probiotik dalam kondisi bebas cenderung memiliki survival yang rendah dibandingkan dengan yang diimobilisasi dengan alginat. Morfologi kapsul diukur dengan SEM dan mikroskop optik, semua mikrokapsul berbentuk bulat dapat dilihat pada (**Gambar 4** dan **5**). Teknik ekstrusi menurut Solanki *et al.* (2013) akan menghasilkan mikrokapsul yang lebih beragam daripada teknik emulsifikasi. Umumnya, diameter yang terbentuk antara 2-5 mm lebih besar dari yang dibentuk dalam metode emulsi. Ukuran dan bentuk mikrokapsul dipengaruhi oleh konsentrasi dan viskositas larutan polimer, jarak antara jarum suntik dan larutan pembentuk mikrokapsul serta ukuran diameter ekstruder yang digunakan.

Temuan ini sesuai dengan Sultana *et al.* (2000), yang melaporkan bahwa bentuk mikrokapsul berbentuk bulat. Bentuk serupa dari mikrokapsul juga ditunjukkan oleh banyak peneliti (Zanjani *et al.*, 2012). Berikut merupakan bentuk kapsul yang dilapisi alginat:



Gambar 4. Gambar mikroskop optik dari kapsul alginat (a dan b) pada perbesaran 40x. (Zanjani *et al.*, 2012).

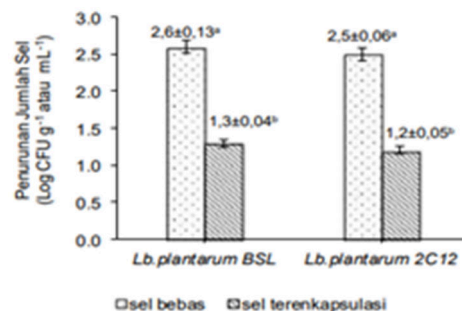
Berikut merupakan bentuk kapsul yang dilapisi natrium alginat-zeolit-pati:



Gambar 5. Pengamatan dengan mikroskop elektron yang menunjukkan mikroenkapsulasi dari *L.casei* dengan natrium alginat-zeolit-pati (Hassanzadeh, *et al.*, 2017).

2.4 Viabilitas Mikroenkapsulasi *Lactobacillus* sp. pada Simulasi Asam Lambung

Berdasarkan hasil penelitian Purnasari (2015) mengenai ketahanan strain *Lb. plantarum* terhadap pH rendah (pH 2) Salah satu syarat bakteri termasuk dalam probiotik adalah mampu bertahan hidup pada kondisi saluran pencernaan yang meliputi keasaman tinggi dan sekresi garam empedu. Penurunan jumlah bakteri probiotik bebas yang diinkubasi dengan pH 2 berbeda nyata lebih banyak dengan probiotik terenkapsulasi. *Lb. plantarum* BSL dan *Lb. plantarum* 2C12 masing-masing mengalami penurunan sebesar 2,6 dan 2,5 Log CFU mL⁻¹. Hasil berbeda nyata ditunjukkan pada *Lb. plantarum* BSL dan *Lb. plantarum* 2C12 terenkapsulasi masing-masing hanya mengalami penurunan sebesar 1,3 dan 1,2 Log CFU mL⁻¹ (**Gambar 6**).



Gambar 6. Ketahanan sel strain *Lb. plantarum* bebas dan terenkapsulasi terhadap pH rendah (pH 2) (Purnasari, *et.al.* 2015).

Pada percobaan ini, ketahanan sel probiotik terhadap pH rendah dilakukan dengan inkubasi pada kondisi pH rendah (pH 2) selama 5 jam, sesuai dengan lamanya makanan berada di dalam lambung (2-6 jam). Chandramouli et al. (2004) dalam Purnasari, et.al. (2015) melaporkan kenaikan viabilitas *Lb. acidophilus* secara nyata pada pH 2 setelah dienkapsulasi dengan alginat. Kim et al. (2008) melaporkan bahwa sintasan *Lb. acidophilus* ATCC 43121 pada kondisi pH rendah (pH 1,2 dan 1,5) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan sel bebas. Pada pH 1,2 *Lb. acidophilus* ATCC 43121 bebas mengalami kematian setelah inkubasi selama 1 jam, sedangkan *Lb. acidophilus* ATCC 43121 terenkapsulasi mengalami penurunan dari 6 menjadi 3 Log CFU g⁻¹. Dengan demikian enkapsulasi dengan alginat mampu meningkatkan sintasan probiotik setelah dipapar dengan pH rendah.

2.5 Viabilitas Mikroenkapsulasi *Lactobacillus* sp. pada Simulasi Garam Empedu

Viabilitas Bakteri asam laktat terhadap garam empedu merupakan salah satu persyaratan penting untuk probiotik. Dalam hal ini Hermana et al. (2015) menyebutkan semua mikroba yang berhasil hidup setelah ditumbuhkand dalam de Man, Rogosa, Sharpe Agar (MRSA) yang ditambah 0,5% *ox bile* dinyatakan bersifat tahan terhadap garam empedu. Hasil simulasi ketahanan bakteri probiotik BN12 pada media *ox bile* (garam empedu 0,5%) memperlihatkan bahwa pada awalnya jumlah bakteri probiotik BN12 setelah proses pengeringan cukup tinggi kecuali

kitosan, namun setelah diinkubasi dalam media garam empedu mengalami penurunan. Penurunan jumlah bakteri pada media garam empedu berkaitan dengan sifat garam empedu yang merupakan racun bagi bakteri. Konsentrasi garam empedu yang tinggi merupakan racun sekaligus zat antimikroba yang sangat keras. Cairan empedu di dalam usus halus bersifat menghambat pertumbuhan mikroba (Bezkorovainy, 2001).

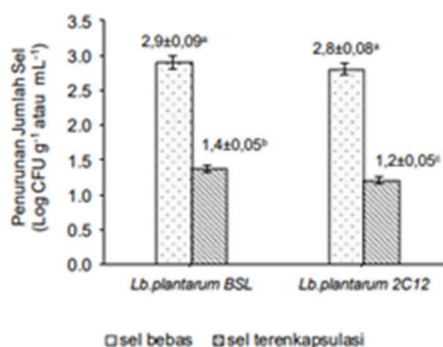
Namun setelah masa inkubasi 6 jam, jumlah bakteri cenderung mengalami kenaikan, kecuali bakteri probiotik dengan penyalut kitosan yang sejak awal disimulasikan tidak tumbuh. Adanya kenaikan jumlah bakteri menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu beradaptasi dalam media garam empedu yang selanjutnya bereproduksi melalui pembelahan sel. Dilaporkan bahwa fase adaptasi bakteri asam laktat *Streptococcus* terjadi pada jam ke-0 hingga jam ke-4. Sementara fase adaptasi *Lactobacillus* sp. RED4 terjadi pada jam ke-0 hingga jam ke-2. Bakteri probiotik BN12 selama masa inkubasi 6 jam dalam media garam empedu mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan bakteri tersebut lebih rendah dibandingkan pertumbuhan 99 strain *Lactobacillus plantarum* yang memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar 40% dengan persentase pertumbuhan terendah 12,21% dan tertinggi 95,98% (Zago et al., 2011). Hal ini terlihat dari persentase kenaikan jumlah bakteri probiotik BN12 terenkapsulasi dengan penyalut alginat, xanthan gum dan kontrol (tanpa penyalut) berturut-turut sebesar 25,68; 10,65; dan 1,12% (**Tabel 1**).

Tabel 1. Ketahanan bakteri probiotik terenkapsulasi terhadap garam empedu

Penyalut	Log Jumlah Bakteri (cfu/g)		% kenaikan BAL setelah 6 jam inkubasi.
	Setelah Spray Drying	Masa Inkubasi dalam Garam Empedu	
		0jam 6Jam	
Alginat	7.99	5.88 ^a 7.39 ^a	25.68
Xanthan Gum	8.36	6.95 ^a 7.69 ^a	10.65
Kitosan	2.04	0 ^b 0 ^b	0
Kontrol	8.18	6.24 ^a 6.31 ^a	1.12

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$) (Hermana, et al., 2015).

Sementara hasil penelitian dari Purnasari, et.al. (2015) ketahanan strain *Lb. plantarum* terhadap garam empedu (0,5%) Kemampuan bakteri probiotik untuk bertahan pada kondisi saluran pencernaan diperlukan untuk dapat memberikan efek kesehatan. Ketahanan bakteri probiotik terhadap garam empedu merupakan salah satu sifat penting yang harus dimiliki agar mampu tumbuh dan bertahan hidup selama berada pada bagian usus kecil. Ketahanan sel *Lactobacillus plantarum* bebas dan terenkapsulasi dalam simulasi larutan garam empedu 0,5 % dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Ketahanan sel strain *Lb. plantarum* bebas dan terenkapsulasi terhadap garam empedu (0,5%) (Purnasari, et.al. 2015).

Penurunan jumlah bakteri probiotik bebas yang diinkubasi dengan MRSB yang mengandung garam empedu 0,5% berbeda nyata lebih banyak dibandingkan dengan probiotik terenkapsulasi. *Lb.*

plantarum BSL dan *Lb. plantarum* 2C12 terenkapsulasi masing-masing hanya mengalami penurunan sebesar 1,4 dan 1,2 Log CFU mL⁻¹ (Gambar 10) atau sekitar separuh dari penurunan sel bebas setelah dipapar dengan kondisi garam empedu 0,5%. *Lb. plantarum* BSL dan *Lb. plantarum* 2C12 masing-masing mengalami penurunan sebesar 2,9 dan 2,8 Log CFU mL⁻¹.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa imobilisasi dengan penyalut alginat mampu meningkatkan viabilitas bakteri *Lactobacillus* sp. dalam kondisi simulasi asam lambung dan garam empedu (*ox bile* 0,5%). Hasil berbeda nyata ditunjukkan pada *Lb. plantarum* BSL dan *Lb. plantarum* 2C12 terenkapsulasi masing-masing hanya mengalami penurunan sebesar 1,3 dan 1,2 Log CFU mL⁻¹ pada pH rendah (simulasi asam lambung) dan penurunan sebesar 1,4 dan 1,2 Log pada simulasi garam empedu (*ox bile* 0,5%). Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa imobilisasi dengan penyalut alginate metode ekstrusi mampu meningkatkan viabilitas bakteri asam laktat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bezkorovainy, A. 2001. Probiotics: Determinants of survival and growth in the gut. *Am.Clin. Nutr.*, 73: 399S–405S.
- Burgin, C., Gaiani, C., Linder, M., and Scher, J. 2011. Enkapsulasi dari sel hidup probiotik: Dari skala laboratorium hingga aplikasi industri. *J. Makanan Eng.* 104: 467-483.
- De Vos, P., Faas, M.M., Spasojevic, M., and Sikkema, J. 2010. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal*, 20(4): 292–302
- Hassanzadeh, A.M., Khiabani, M.S., Sadrnia, M., Divband, B., Rahmanpour, O., Jabbari, V., Gholizadeh, P., dan Kafil, H.S. 2017. Immobilization and microencapsulation of *Lactobacillus caseii* and *Lactobacillus plantarum* using zeolite base and evaluating their viability in gastroesophageal-intestine simulated. *Ars Pharm*, 58 (4): 163-170.
- Herawati, Heny. 2018. Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*. 37(1): 17-25.
- Hermana, I, Kusmarwati, A., dan Indriati, N. 2015. Mikroenkapsulasi Strain Probiotik *Leuconostoc mesenteroides* Ssp. *Cremonis* Bn12 Menggunakan Berbagai Penyalut. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 10 (2): 133–141.
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners, and Gelling Agents*. United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Kim, S.J., Cho, S.Y., Kim, S.H., Song, O.J., Shin, I.S., Cha, D.S., dan Park, H.J. 2008. Effect of microencapsulation on viability and other characteristics in *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. *LWT-Food Sci. Technol.* 41: 493–500. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.03.025
- Krasaekoopt, W., Bhandari, W., and Deeth, H. 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *Int. Dairy Journal*. 13:313
- Liu, H., Steve W. Cui, Chen, M., Li, Y., Liang, R., Xu, F., dan Zhong, F. 2017. Protective approaches and mechanisms of microencapsulation to the survival of probiotic bacteria during processing, storage and gastrointestinal digestion. *Journal Food Science and Nutrition*. 1(1): 1-7
- Purnasari, N., Jenie, B.SI., dan Nuraida, L. 2015. Karakteristik Mikrokapsul *Lactobacillus Plantarum* dan Stabilitasnya dalam Produk Selai Salak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 26(1): 90-99.
- Serna-cock, L., and Vallejo-caello, V. 2013. Probiotic encapsulation, *Global Journal of Medical Microbiology*, 7(40): 4744-4751.
- Soto, L.P., Frizzo, L.S., Avataneo, E., Zbrun, M.V., Bertozzi, E., Sequeira, G., Signorini, M.L., and Rosminia, M.R. 2011. Design of macrocapsules to improve bacterial viability and supplementation with a probiotic for young calves. *Anim. Sci. Technol.* 165:176-183.
- Subaryono. 2010. Modifikasi Alginat dan Pemanfaatan Produknya. *Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5(1): 1-7
- Suryani, N., Betha, O.F., Mawaddana, Q. 2019. Uji Viabilitas Mikroenkapsulasi *Lactobacillus Casei* Menggunakan Matrik Natrium Alginat. *Jurnal Farmasi Lampung*, 8(1): 1-7.
- Zago, M., Fornasari, M.E., Carminati, D., Burns, P., Suarez, V., Vinderola, G., Reinheimer, J., and Giraffa, G. 2011. Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from cheeses. *Food Microbiology*, 28: 1033-1040.
- Zanjani, M.A.K., Tarzi, B.G., Sharifan, A., Mohammadi, N., Bakhoda, H., Madanipour, M.M. 2012. Microencapsulation of *Lactobacillus casei* with calcium alginate-resistant starch and evaluation of survival and sensory properties in cream-filled cake, *African Journal of Microbiology Research*. 6 (26): 5511-5517.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to **Share** — copy and redistribute the material in any medium or format. **Adapt** — remix, transform, and build upon the material. Under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes. **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. **No additional restrictions** — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.