

The Effect of *Lactobacillus Acidophilus* Microcapsule Which Encapsulated by Kappa Caragenan Toward In Vivo Functional Test

Firdaus M, Setijawati D, Kartikaningsih

Processing Technology Laboratory, Faculty of Fisheries And Marine Sciences, Brawijaya University

Email: dwisetyawati@ub.ac.id

ABSTRACT

The effect of *Lactobacillus acidophilus* microcapsule which encapsulated by kappa-caragenan toward in vivo functional test has been carried out. The goal were to get the viability of *L. acidophilus* and *E. coli* in the stool test animals which fed by *L. acidophilus* encapsulated kappa-caragenan, to get anti-cholesterol ability in feces test animals which fed by *L. acidophilus* encapsulated kappa-caragenan, gain the ability to decrease the activity of β - glukoronidase found in feces test animals by administration of *L. acidophilus* which encapsulated by kappa-carrageenan, get the ability of *L. Acidophilus* which encapsulated by kappa-carrageenan as an inducer of IgA obtained from stool test animals. Conclusion were the administration *L. acidophilus* encapsulated by kappa- caragenan may improve the viability of *L. acidophilus* and *E. coli* feces of mice and can raise cholesterol levels feces of mice and decrease the activity of β - glukoronidase feces of mice and increase levels of fecal IgA mice.

Keywords: Microencapsulation, emulsification, *Eucheuma cottonii*.

PENDAHULUAN

Probiotik merupakan mikroorganisme yang menguntungkan. Probiotik adalah bakteri hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan yang mampu memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal pada manusia dan hewan. Probiotik juga dipercaya dapat mencegah konstipasi, meningkatkan metabolisme mineral terutama kalsium, mengurangi bakteri *Helicobacter pylori* yang menyebabkan infeksi lambung berkepanjangan (Kabir *et. al.*, 1997). *Ouwehand et*

al. (2002) menambahkan bahwa probiotik memberikan efek yang menguntungkan pada gastro intestinal apabila jumlahnya lebih dari 10^9 CFU (*colony forming units*). Sedangkan menurut FAO/WHO (2001) standar untuk semua makanan yang dijual yang diklaim sebagai makanan kesehatan yang mengandung probiotik harus mengandung kurang lebih 10^6 - 10^7 CFU/gram.

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang apabila diberikan pada *host*, baik manusia maupun hewan, dalam jumlah cukup akan memberikan manfaat kesehatan (FAO/WHO 2002). Probiotik yang mencapai saluran pencernaan hingga 10^5 cfu/mL atau gram akan menunjukkan efek fungsional probiotik. Manfaat kesehatan probiotik pada *host* antara lain: menormalisasi mikrobiota saluran pencernaan, meningkatkan respon sel imun, dan memberikan efek metabolik. Komposisi mikro-biota saluran yang ternormalisasi dapat meningkatkan kolonisasi terhadap mikroba patogen. Respon sel imun dapat meningkat dengan meningkatkan sel saluran pencernaan untuk membentuk sitokin, makrofag dan antibodi (IgA). Efek metabolik probiotik pada saluran pencernaan antara lain menurunkan kadar mutagen atau karsinogen, menurunkan kadar kolesterol darah, dan memperbaiki toleransi terhadap laktosa (Fuller, 1991).

Karakteristik pemilihan atau kriteria bahwa suatu bakteri itu termasuk probiotik adalah : (1) berasal dari manusia, (2) tahan terhadap asam dan garam empedu, (3) menempel pada sel saluran pencernaan, (4) melakukan kolonisasi, (5) antagonisme terhadap bakteri karsinogen dan patogen, (6) menghasilkan senyawa antimikroba, (7) aman

digunakan pada pangan dan kesehatan, dan (8) efek kesehatannya secara klinis telah terdokumentasi dan validasi. Mikroflora probiotik yang memproduksi asam laktat berasal dari golongan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* (McFarland *et al.* 1994). Contoh dari golongan *Lactobacilli* adalah *Lactobacillus acidophilus*, bakteri ini termasuk salah satu probiotik yang memberi manfaat sebagai pencegah kanker (William dan Winder, 1996). Asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang diproduksi bakteri asam laktat sebagai hasil fermentasi laktosa dapat membantu aktivitas usus dengan merangsang peristaltik, merangsang sistem kekebalan dan resistensi terhadap infeksi dan kanker (Mitsuko, 1989).

Lactobacillus acidophilus menunjukkan fase stationer yang pendek serta diikuti kehilangan viabilitas sel yang cepat, walaupun disimpan pada suhu beku. Charampopoulos *et al.* (2002) menunjukkan bahwa *Lactobacillus acidophilus* mempunyai waktu fase stasioner yang cepat dan kehilangan viabilitas yang cepat dibanding *Lactobacillus plantarum*, *L fermentum*, dan *L. reuteri* pada media barley, malt, dan gandum. Pendeknya waktu hidup probiotik ini menjadikan permasalahan tentang cara mempertahankan viabilitas probiotik ini agar tetap memberikan efek fungsional.

Enkapsulasi merupakan metode yang bertujuan untuk melindungi bahan inti dari kehilangan nilai gizi, menstabilkan bahan aktif, memudahkan pengendalian pelepasan bahan aktif dan melindungi komponen aktif dari lingkungan. Enkapsulasi diterapkan pada probiotik dengan tujuan untuk melindungi probiotik tetap hidup dari kondisi ekstrim akibat pengeringan, penyimpanan maupun cairan saluran pencernaan. Guerin *et al.* (2003) telah menunjukkan bahwa probiotik yang dienkapsulasi mempunyai viabilitas yang lebih tinggi pada perlakuan kondisi saluran pencernaan dibanding tanpa terenkapsulasi.

Keberhasilan enkapsulasi pada probiotik sangat tergantung pada pemilihan bahan penyalut. Bahan penyalut seperti gum acasia

dan pati telah diuji sebagai bahan penyalut *Lactobacillus paracasei* dan menunjukkan viabilitas probiotik ini menjadi tinggi hanya pada gum acasia. Hal ini dimungkinkan karena bahan penyalut seperti pati sangat mudah terhidrolisis oleh enzim yang ada pada saluran pencernaan serta kondisi pH ekstrim yang ada pada saluran tersebut. Prebiotik secara potensial dapat digunakan sebagai bahan penyalut, karena kebanyakan prebiotik adalah polimer yang mudah membentuk gel. Pemanfaatan prebiotik sebagai bahan penyalut disamping dapat melindungi probiotik dari kondisi ekstrim juga dapat menjadi substrat bagi pertumbuhannya. Penggunaan prebiotik sebagai bahan pengenkapsulan pada probiotik dikenal sebagai metode ko-enkapsulasi.

Bahan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk melapisi inti. Bahan penyalut bermanfaat untuk menutupi rasa dan bau yang tidak enak, perlindungan terhadap lingkungan, meningkatkan stabilitas, dan mencegah penguapan. Bahan penyalut harus mampu memberikan suatu lapisan tipis yang kohesif dengan bahan inti, dapat bercampur secara kimia, tidak bereaksi dengan inti (bersifat inert). Bahan penyalut yang dipakai bisa berupa polimer alam, semi sintetik, maupun sintetik dengan ketebalan dinding penyalut 0,1-60 mikrometer (Istiyani, 2008).

Karagenan adalah salah satu hasil olahan rumput laut. Karagenan dari jenis *Eucheuma* mempunyai susunan senyawa yang kompleks dari polisakarida yaitu terdiri atas sejumlah unit galaktosa dan 3,6 anhydrogalaktosa baik yang mengandung sulfat atau tidak dengan ikatan α 1,3-D galaktosa serta β 1,4-3,6 anhydrogalaktosa secara bergantian (Zatnika, 1993). Karagenan terpilih menjadi bahan penyalut karena kemampuannya dalam membentuk gel. Spesies *Eucheuma cottonii* penghasil kappa-karagenan yang mempunyai sifat gel kokoh, kuat akan tetapi mudah sineresis. Sehingga dalam penelitian dilakukan uji terhadap penggunaan *Eucheuma cottonii* sebagai penghasil kappa karagenan dengan

fungsi sebagai bahan pengenkapsulasi *Lactobacillus acidophilus*.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mendapatkan viabilitas *L. acidophilus* dan *E. coli* pada feses hewan uji yang diberi *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan; 2) Mendapatkan kemampuan antikolesterol *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan pada feses hewan uji; 3) Mendapatkan kemampuan *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan dalam menurunkan aktivitas β -glukoronidase yang terdapat pada feses hewan uji.; 4) Mendapatkan kemampuan *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan sebagai penginduksi IgA yang didapat dari feses hewan uji.

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian.

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini mencit dengan berat antara 20-25 g. Rumput laut merah yang digunakan sebagai bahan pembuatan Caragenan adalah *Eucheuma cottonii* (dipanen dari Lombok), sedang *Lactobacillus acidophilus* didapat dari koleksi laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang. Pembuatan caragenan mengacu pada metoda gel press presipitasi KCl dan pembuatan mikrokapsul metode emulsifikasi (Adhikari et al, 2003).

2. Alat Penelitian.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: kandang berbahan plastik, sentrifus, inkubator, spektrofotometer, dan ELISA reader.

3. Pengujian Fungsional Secara In Vivo.

a. Uji aktivitas probiotik secara *in-vivo* pada hewan model.

Mencit strain BALB/c dengan berat sekitar 20-25 g digunakan sebagai hewan model dan diambil dari UPT hewan percobaan UGM. Mencit dipelihara pada kandang plastik steril yang berada dalam ruang steril dan suhu kamar. Tiap kelompok percobaan hewan uji terdiri dari 10 ekor. Hewan uji terdiri dari 4 kelompok: kelompok

kontrol normal, kelompok kontrol diberi suspensi probiotik, kelompok kontrol diberi karaginan dan kelompok diberi enkapsulat probiotik. Semua hewan coba diberi ransum normal dan air steril secara *ad libitum*. Pengujian dilakukan selama 18 hari

b. Kolonisasi Saluran Pencernaan.

Kolonisasi *Lactobacillus acidophilus* dan coliform dihitung secara interval pada hari ke 0, 8, dan 16. Sampel feces dikumpulkan dalam plastik steril dan disimpan pada suhu 4°C dan tidak boleh lebih dari 2 jam untuk diuji. Satu gram sampel feces diencerkan dalam 9 mL 0,1% pepton water steril untuk mendapatkan pengenceran 10^1 . Pengenceran dilakukan hingga 10^8 dan ditanam pada MRS Agar untuk *Lactobacillus acidophilus* dan VRB Agar untuk coliform.

c. Uji Antikolesterol.

Penentuan anti kolesterol feses hewan uji secara gas kromatografi. Feses hewan uji yang didapat selanjutnya di kering bekukan. Feses selanjutnya dihaluskan dan diekstraksi berdasar metode Folch. Ekstrak yang didapat selanjutnya diasetilasi dan segera diinjeksikan dalam gas kromatografi Shimadzu 14A Chromatograph (Kyoto, Jepang) dengan kolom kapiler DB17 (0,25 mm x 30 m, J&W Scientific, CA) dan gas nitrogen sebagai fase gerak. Kadar kolesterol ditentukan dengan membandingkan luas puncak dan waktu retensi kolesterol standar.

d. Uji β -glukoronidase.

Satu gram sampel feces disuspensi ke dalam bufer (0,1 mol $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{L}$ dan 0,15 mol NaCl/L ; pH 7,41) dan diaduk dengan kecepatan tinggi selama 5 menit. Dua mL sampel dicampur dengan 0,1 mL larutan p-nitrophenyl β -D-glukoronida. Reaksi berjalan pada suhu 37°C. Reaksi

dihentikan setelah 5 menit dengan penambahan 0,5 mL larutan 1,0 mol/L Na₂CO₃ dingin. Larutan disentrifus pada 4000 g, 4°C selama 10 menit. Absorbansi supernatan dibaca pada 405 nm.

e. Penentuan IgA.

Penentuan jumlah IgA dalam feses hewan uji dilakukan secara ELISA. Pada akhir penelitian mencit dibunuh dan diambil fesesnya. Penentuan kadar IgA dalam feses dilakukan dengan menggunakan kit. Prosedur pelaksanaan uji berdasar petunjuk pembuat kit uji IgA. Kandungan feses hewan uji intensitasnya dibaca pada ELISA reader.

4. Analisis Data.

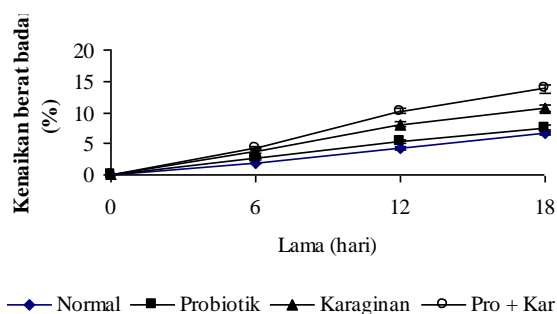
Data yang didapat dari penelitian dianalisa secara satu arah dan dinyatakan dengan rerata dan kesalahan baku. Perbedaan antar perlakuan dianalisa dengan beda nyata terkecil. Tingkat kepercayaan dalam penelitian ini dinyatakan sebesar $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian mikrokapsul *Lactobacillus acidophilus* yang terenkapsulasi kappa-karaginan memberikan pengaruh terhadap uji fungsional-nya dengan mengamati berat badan mencit, kadar kolesterol feses, aktivitas β -glukoronidase feses, viabilitas E Coli mencit, viabilitas L acidophilus feses, kadar IgA feses mencit.

1. Berat badan

Rerata kenaikan berat badan antara perlakuan pada hewan uji saat akhir masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

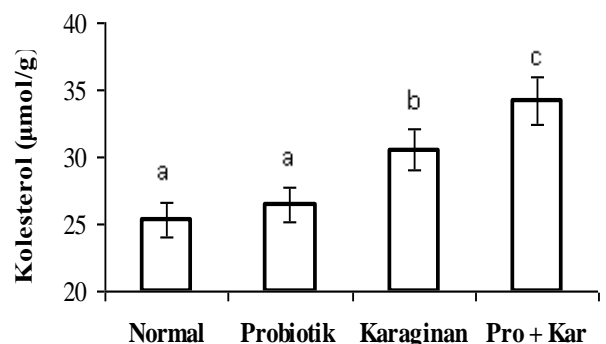


Gambar 1. Kenaikan berat badan hewan uji antar perlakuan.

Gambar 1. memperlihatkan kenaikan berat badan hewan uji yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan tidak berbeda nyata dengan hewan uji yang diberi karaginan dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan hewan uji normal dan hewan uji yang diberi probiotik saja. Kenaikan berat badan pada hewan yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan paling tinggi dibanding perlakuan lainnya dan paling rendah pada hewan uji normal. Pollman *et al.* (1980) melaporkan bahwa individu yang diberi probiotik menunjukkan peningkatan berat badan sekitar 8%. Fuller (1989) menjelaskan kenaikan berat badan ini dapat diakibatkan karena menurunnya bakteri patogen yang dapat menurunkan bioavailabilitas zat gizi dan penyebab diare, serta secara sinergi dengan peptida berlaku sebagai pemicu pertumbuhan. Sementara itu Parvez *et al.* (2006) menyatakan bahwa probiotik dapat mempengaruhi partum-buhan karena mampu meningkatkan ketersediaan zat gizi, seperti: protein, lemak, asam folat, niasin dan riboflavin dan meningkatkan produksi asam amino bebas, asam lemak rantai pendek, serta memperbaiki pencernaan laktosa.

2. Anti Kolesterol

Rerata kadar kolesterol feses antara perlakuan pada hewan uji dapat dilihat pada Gambar 2.

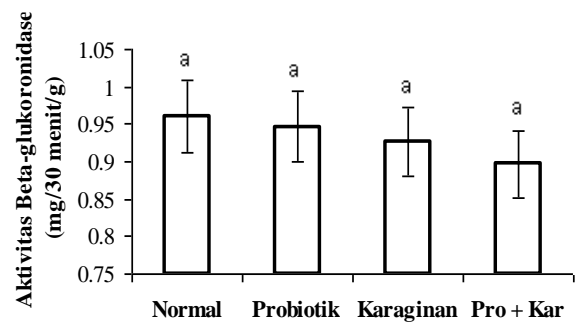


Gambar 2. Kadar kolesterol feses Hewan uji antar perlakuan

Gambar 2. memperlihatkan bahwa kadar kolesterol feses pada hewan uji yang diberi perlakuan *Lactobacillus acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan sangat berbeda nyata dengan kadar kolesterol feses dari hewan uji yang lainnya. Kadar kolesterol feses pada hewan normal paling sedikit dibanding perlakuan lainnya dan paling banyak didapat pada feses dari hewan uji yang mendapat perlakuan *Lactobacillus acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan. Fukushima *et al.* (1999) melaporkan bahwa kandungan kolesterol feses tikus yang diberi probiotik akan meningkat dibanding feses tikus normal. Hal serupa juga dilaporkan oleh Liang and Shah (2005a) adanya peningkatan kadar kolesterol feses akibat konsumsi *Lactobacillus acidophilus*. Hal ini dimungkinkan adanya dekonjugasi terhadap kolesterol dari garam empedu oleh probiotik. De Boever and Verstraete (1999) memperlihatkan bahwa *L. plantarum* mampu mendekongugasi garam empedu hingga melepaskan kolesterol. Menurut Begley *et al.* (2005) dan Ramasamy *et al.* (2010) mekanisme peningkatan kadar kolesterol feses akibat adanya probiotik adalah kemampuan biota tersebut untuk mengaktifasi hidrolase garam empedu hingga kolesterol yang berada dan ter-gabung dengan garam empedu menjadi terlepas. Dijelaskan oleh Liang and Shah (2005b) bahwa hasil metabolisme probiotik yaitu asam lemak rantai pendek yang menghasilkan penurunan pH lumen usus besar berpengaruh terhadap pelepasan kolesterol dari garam empedu. Ditambahkan oleh Park *et al.* (2008) peningkatan kadar kolesterol dalam feses karena adanya asimilasi asam empedu dan kolesterol itu sendiri.

3. Aktivitas β -glukoronidase.

Rerata aktivitas β -glukoronidase feses antara perlakuan pada hewan uji dapat dilihat pada Gambar 3.



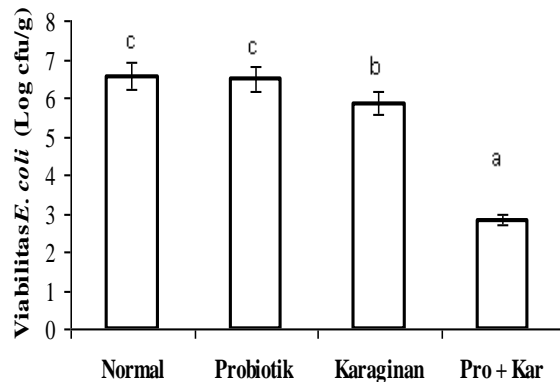
Gambar 3. Aktivitas β -glukoronidase feses hewan uji antar perlakuan.

Gambar 3 memperlihatkan aktivitas β -glukoronidase feses hewan uji yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan tidak berbeda nyata dengan semua hewan uji perlakuan, namun aktivitasnya paling rendah dibanding seluruh perlakuan lainnya. Imaoka *et al.* (2004) dan Goossens *et al.* (2006) melaporkan bahwa aktivitas β -glukoronidase feses individu yang diberi probiotik maupun tidak juga tidak berbeda nyata, namun menunjukkan bahwa aktivitas enzim tersebut pada individu yang diberi probiotik terenkapsulasi lebih kecil dibanding yang tidak diberi probiotik. Van Dokkum *et al.* (1999) melaporkan bahwa konsumsi sinbiotik dapat menurunkan aktivitas β -glukoronidase meski tidak nyata, sedang Kushal *et al.* (2006) menunjukkan pemberian *Lactobacillus acidophilus* selama tiga minggu dapat menekan aktivitas β -glukoronidase. Hal ini dimungkinkan masa pemberian probiotik terenkapsulasi dalam penelitian relatif pendek. Fuller (1989) menjelaskan rendahnya aktivitas β -glukoronidase feses pada individu yang diberi probiotik karena probiotik mampu menekan pertumbuhan bakteri penghasil enzim tersebut, dimana enzim ini bertanggung jawab dalam menginduksi pembentukan dan pelepasan karsinogen ke dalam kolon oleh bakteri patogen. Konsumsi probiotik yang terus menerus berakibat dapat menurunkan aktivitas enzim tersebut secara nyata seiring dengan tertekannya pertumbuhan bakteri patogen. Steer *et al.* (2000) menambahkan bahwa aktivitas β -glukoronidase dapat terhambat

akibat penurunan pH kolon karena adanya fermentasi bakteri asam laktat.

4. Viabilitas *E. Coli*.

Rerata viabilitas *E. Coli* feses hewan uji dapat dilihat pada Gambar 4.



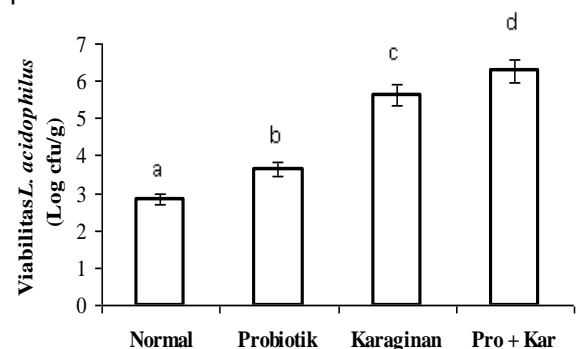
Gambar 4. Viabilitas *E. coli* feses hewan uji antar perlakuan.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa viabilitas *E. coli* feses pada hewan uji yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan sangat berbeda nyata dengan viabilitas *E. coli* feses dari hewan uji yang lainnya. Viabilitas *E. coli* feses pada hewan normal paling tinggi dibanding perlakuan lainnya dan paling rendah didapat pada feses dari hewan uji yang mendapat perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan. Hal serupa dilaporkan oleh Goossens *et al.* (2006) dan Tuohy *et al.* (2006) bahwa viabilitas *E. coli* feses pada individu atau hewan coba yang tidak mengkonsumsi *Lactobacillus* sp tinggi, namun Brink *et al.* (2006) melaporkan bahwa viabilitas *E. coli* akan rendah bila subjek mengkonsumsi probiotik dan prebiotik. Hutt *et al.* (2006) melaporkan adanya aktivitas antagonisme antara lactobacilli dengan bakteri enteropatogenik. Servin (2004), Kushal *et al.* (2006) dan Macfarlane *et al.* (2008) menjelaskan konsumsi probiotik seperti *Lactobacillus* sp dapat menekan bakteri patogen dan sifat antimikrobanya makin meningkat bila probiotik tersebut dikonsumsi beserta prebiotik. Lebih lanjut Servin (2004) dan Ng *et al.* (2009) menyatakan bahwa *Lactobacillus acidophilus* mampu meng-

hasilkan dan mensekresi peptida yang dapat membunuh bakteri patogen seperti *E. coli*. Sementara itu Cross (2002) menambahkan bahwa genus Lactobacilli mampu membangkitkan penginduksian sistem imun untuk melawan keberadaan bakteri patogen. Macfarlane *et al.* (2008) menjelaskan efektivitas antimikroba probiotik tersebut makin meningkat bila prebiotik diberikan bersamaan dengan probiotik sebagai suatu sinbiotik dan ditambahkan oleh Macfarlane *et al.* (2006) keberadaan prebiotik ini akan difermentasi oleh probiotik seperti Lactobacilli dan Bifidobacterium hingga kadar asam lemak rantai pendek dalam lumen menjadi meningkat dan berakibat pH lumen pencernaan turun dan selanjutnya dapat membunuh bakteri patogen. Macfarlane *et al.* (2008) menjelaskan pula bahwa struktur prebiotik yang menyerupai glikokonjugat hingga dapat menjadi menempelnya patogen pada prebiotik tersebut. Sementara itu Johnson-Henry *et al.* (2007) menjelaskan keberadaan protein lapisan luar dari lapisan luar parakristalin dinding sel probiotik dapat menghambat penem-pelan bakteri patogen pada mukus sel epitel saluran pencernaan. Silva *et al.* (1987) menjelaskan aktivitas bakterisidal *Lactobacillus* sp terhadap *E. coli* karena disekresinya mikrosin oleh probiotik tersebut.

5. Viabilitas *L. Acidophilus*.

Rerata viabilitas *L. acidophilus* feses antara perlakuan pada hewan uji dapat dilihat pada Gambar 5.

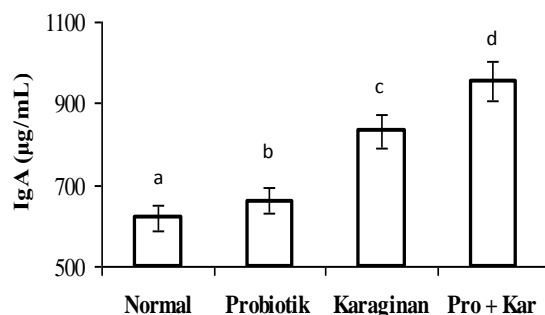


Gambar 5. Viabilitas *L. acidophilus* feses hewan uji antar perlakuan.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa viabilitas *L. acidophilus* feses pada hewan uji yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan berbeda sangat nyata dengan viabilitas *L. acidophilus* feses hewan uji yang lain. Viabilitas *L. acidophilus* feses pada hewan normal menunjukkan paling rendah dibanding perlakuan lainnya dan paling tinggi didapat pada feses dari perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan. Hal serupa dilaporkan oleh Goossens et al. (2006) dan Tuohy et al. (2006) bahwa individu yang tidak mengkonsumsi probiotik viabilitas *L. acidophilus* fesesnya rendah, namun Brink et al. (2006) melaporkan bahwa viabilitasnya akan tinggi bila mengkonsumsi probiotik dan Ding and Shah (2009) melaporkan bahwa viabilitas *L. acidophilus* tetap tinggi karena terkapsul dalam karaginan. Macfarlane et al. (2006) menjelaskan bahwa keberadaan prebiotik dapat menurunkan viabilitas bakteri patogen dan meningkatkan *Lactobacilli*. Hutt et al. (2006) menjelaskan bahwa ada korelasi positif antara pH kolon, asam rantai pendek dan probiotik. Hal ini ditegaskan oleh Macfarlane et al. (2008) karena prebiotik oleh probiotik akan dimetabolisme secara anaerob (fermentasi) menjadi asam lemak rantai pendek (seperti: asam asetat, asam propionat, dan asam butirrat) hingga lingkungan saluran pencernaan besar ber-pH yang sesuai bagi kehidupan probiotik, termasuk *Lactobacilli*.

6. IgA.

Rerata kadar IgA feses antara perlakuan pada hewan uji dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kadar IgA feses hewan uji antar perlakuan.

Gambar 6 memperlihatkan bahwa kadar IgA feses pada hewan uji yang diberi perlakuan *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan berbeda sangat nyata dengan kadar IgA feses hewan uji yang lain. Kadar IgA feses pada hewan uji yang diberi *L. acidophilus* yang terenkapsulasi karaginan menunjukkan paling tinggi dibanding perlakuan lainnya dan kadar IgA paling rendah didapat pada feses hewan normal. Kukkonen et al. (2010) melaporkan adanya peningkatan kadar IgA feses manusia yang mengkonsumsi probiotik (*Lactobacillus rhamnosus*). Park et al. (2002) menjelaskan bahwa mikrobiota saluran pencernaan adalah induktor sistem kekebalan tubuh (IgA). Bakteri patogen akan menurunkan kadar antibodi tersebut, sedang probiotik akan meningkatkannya. Ng et al. (2009) menjelaskan bahwa probiotik dapat berlaku sebagai imunomodulator dengan adanya bakteri patogen. Parvez et al. (2006) menjelaskan bahwa peningkatan respon imun oleh probiotik karena pro-biotik mampu mengaktifasi makrofag, meningkatkan kadar sitokin, meningkatkan aktivitas sel natural killer, dan peningkatan kadar antibodi. Sementara itu Fang et al. (2000) berpendapat bahwa peningkatan kadar IgA pada hewan uji yang diberi probiotik berkaitan dengan fungsi mikroba tersebut sebagai adjuvant dan peningkat ekspresi reseptor CR3 yang terdapat pada netrofil, dimana reseptor ini berfungsi sebagai monitor terhadap perubahan akibat adanya fagositosis dan inflamasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan adalah pemberian *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan berpengaruh terhadap fungsionalnya dengan meningkatkan viabilitas *L. acidophilus* dan *E. coli* feses mencit, pemberian *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan dapat meningkatkan kadar kolesterol feses mencit, pemberian *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan dapat menurunkan aktivitas β -glukoronidase feses mencit, pemberian *L. acidophilus* terenkapsulasi karaginan dapat meningkatkan kadar IgA feses mencit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahrne S., Nobaek S., Jeppson B., Adlerberth I., Wold A.E., Molin G. 1998. The normal *Lactobacillus* flora of healthy human rectal and oral mucosa. *Journal of Applied Microbiology*. 85:88-94
- Begley M, Gahan CGM and Hill C. 2005. The interaction between bacteria and bile. *FEMS Microbiology Reviews* 29: 625–651
- Brink M, Todorov SD, Martin JH, Senekal M and Dicks LMT. 2006. The effect of prebiotics on production of antimicrobial compounds, resistance to growth at low pH and in the presence of bile, and adhesion of probiotic cells to intestinal mucus. *Journal of Applied Microbiology*. 100: 813–820
- Corcoran B.M., Ross R.P., Fitzgerald G.F., and Stanton C., 2004. Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. *Journal of Applied Microbiology*. 96:1024-39
- Cross ML. 2002. Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic Lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 34: 245-253
- De Boever P. and Verstraete W. 1999. Bile salt deconjugation by *Lactobacillus plantarum* 80 and its implication for bacterial toxicity. *Journal of Applied Microbiology*. 87: 345–352
- Ding WK and Shah NP. 2009. Effect of Various Encapsulating Materials on the Stability of Probiotic Bacteria. *Journal Of Food Science*. 74: 100-107.
- van Dokkum, W., Wexendonk, B., Srikumar, T.S. and van den Heuvel, E.G. 1999. Effect of nondigestible oligosaccharides on large bowel functions, blood lipid concentrations and glucose absorption in young healthy male subjects. *Eur J Clin Nutr*: 53, 1–7.
- Dziezak JD. 1988. Microencapsulation and Encapsulated Ingredients. *Food Technology*. 4: 136-151
- Fang H, Elina T, Heikki A, Seppo S. 2000. Modulation of humoral immune response through probiotic intake. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 29: 47-52
- FAO/WHO, 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario, Canada, April 30 and May 1
- Fernandez M.F., Boris S., and Barbes C. 2003. Probiotic properties of human lactobacilli strains to be used in the gastrointestinal tract. *Journal of Applied Microbiology*. 94:449-55
- Frece J, Kos B, Beganovic´ J, Vukovic´ S, and S´ us´ kovic´ J. 2005. In vivo testing of functional properties of three selected probiotic strains. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 21:1401–1408
- Fukushima M, Doi S, Ohashi T, Endo T, Saitoh H and Nakano M. 1999. a mixture of organism affects cholesterol metabolism together with rat cecal flora. *Biosci. Biotechnol. Biochem*. 63: 1160-1164
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 66: 365-378
- Fuller R. 1991. Probiotics in human medicine. *Gut*. 32:439-42
- Goossens DAM, Jonkers DMAE, Russel MGVM, Stobberingh EE & Stockbrugger R. W. 2006. The effect of a probiotic drink with *Lactobacillus plantarum* 299v on the bacterial composition in faeces and mucosal biopsies of rectum and ascending colon. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 23: 255–263
- Guerin, D., Vuilleumard, J.C. and Subirade, M. 2003. Protection of bifidobacteria encapsulated in polysaccharide-protein gel beads against gastric juice and bile. *J Food Prot*. 66: 2076–2084.
- Hutt P, Shchepetova J, Loivukene K, Kullisaar T and Mikelsaar M. 2006. Antagonistic activity of probiotic lactobacilli and bifidobacteria against entero- and

- uropathogens. *Journal of Applied Microbiology*. 100: 1324–1332
- Imaoka A., Setoyama H., Takagi A., Matsumoto S. and Umesaki Y.. 2004. Improvement of human faecal flora-associated mouse model for evaluation of the functional foods. *Journal of Applied Microbiology*. 96: 656–663
- Kondo A. 1979. *Microcapsule Processing and Technology*. New York: Marcel Dekker.
- Kukkonen K, Kuitunen M, Haahtela T, Korpela R, Poussa T, Savilahti E. 2010. High intestinal IgA associates with reduced risk of IgE-associated allergic diseases. *Pediatr Allergy Immunol* . 21: 67–73
- Kushal R, Anand SK and Chander H. 2006. *In vivo* demonstration of enhanced probiotic effect of co-immobilized *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum*. *International Journal of Dairy Technology*. 59: 265-271
- Liong MT and Shah NP. 2005a. Optimization of cholesterol removal, growth and fermentation patterns of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4962 in the presence of mannitol, fructo-oligosaccharide and inulin: a response surface methodology approach. *Journal of Applied Microbiology*. 98: 1115–1126
- Liong MT and Shah NP. 2005b. Production of organic acids from fermentation of mannitol, fructooligosaccharide and inulin by a cholesterol removing *Lactobacillus acidophilus* strain. *Journal of Applied Microbiology*. 99: 783–793
- Macfarlane S, Macfarlane GT and Cummings JH. 2006. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. *Aliment Pharmacol Ther*. 24: 701–714
- Macfarlane GT, Steed H. and Macfarlane S. 2008. Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. *Journal of Applied Microbiology*. 104: 305–344
- Ng SC, Hart AL, Kamm MA, Stagg AJ, and Knight SC. 2009. Mechanisms of Action of Probiotics: Recent Advances. *Inflamm Bowel Dis*. 15:300 –310
- Park JH, Um JI, and Lee BJ. 2002. Encapsulated *Bifidobacterium bifidum* potentiates intestinal IgA production. *Cell Immunol.*: 219: 22–7.
- Park YH, Kim JG, Shin YW, Kim HS, Kim YJ, Chun T, Kim SH and Whang KY. 2008. Effects of *Lactobacillus acidophilus* 43121 and a mixture of *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium longum* on the serum cholesterol level and fecal sterol excretion in hypercholesterolemia-induced pigs. *Biosci. Biothechnol. Biochem*. 72: 595-600
- Parvez S, Malik KA, Ah Kang S. and Kim HY. 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology*. 100: 1171–1185
- Ramasamy K, Abdullah N, Wong MCVL, Karuthand C and Ho YW. 2010. Bile salt deconjugation and cholesterol removal from media by *Lactobacillus* strains used as probiotics in chickens. *J Sci Food Agric* 2010; 90: 65–69
- Re MI, 1998. Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*. 16: 1191-1236.
- Rolfe RD. 2000. The Role of Probiotic Cultures in the Control of Gastrointestinal Health. *Journal of Nutrition*. 130: 396S–402S.
- Servin AL. 2004. Antagonistic activities of Lactobacilli and Bifidobacteria against microbial pathogens. *FEMS Microbiology Reviews*. 28: 405–440
- Silva M, Jacobus NV, Deneke C, and Gorbach SL. 1987. Antimicrobial Substance from a Human Lactobacillus Strain. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 31: 1231-1233
- Steer T, Carpenter H, Tuohy K and Gibson GR. 2000. Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by pro- and prebiotics. *Nutrition Research Reviews*. 13: 229-254

Sudibyo A. 1993. Mikroenkapsulasi dan penerapannya dalam industri. *Komunikasi Industri Hasil Pertanian*. 3: 1-14.

Tuohy KM, Pinart-Gilberga M., Jones M., Hoyles L., McCartney A.L. and Gibson G.R.. 2007. Survivability of a probiotic

Lactobacillus casei in the gastrointestinal tract of healthy human volunteers and its impact on the faecal microflora. *Journal of Applied Microbiology*. 102: 1026–1032.