

Suplementasi Hidrolisat Glukomanan Tepung Porang (Amorphophallus oncophillus) pada Produk Minuman Sinbiotik

Supplementation of Konjac (Amorphophallus oncophillus) Glucomannan Hydrolysate in Synbiotic Product

Chandra Utami Wirawati^{1*} dan Dwi Eva Nirmagustina¹

¹Politeknik Negeri Lampung

*E-mail : cutami@polinela.ac.id

ABSTRACT

Synbiotics is a combination of prebiotics and probiotics that are believed to have a synergistic effect not only by inhibiting the growth of pathogenic bacteria and enhancing the growth of beneficial organisms, but also play a role as functional foods. This study was conducted to evaluate the konjac glucomannan hydrolyzate in synbiotics fermented milk. Factorial Randomized Block Design in 3 replication was applied in this experiment. First factor is glucomannan hydrolyzate (0%, 0.5%, 1%, 1.5%) and the second factor is storage time (0 day, 30 days, 60 days). The result showed that konjac glucomannan hydrolyzate supplementation were decreased product acidity (pH), but increased the lactic acid concentration and product viscosity during 60 days storage. Viability of lactic acid bacteria during 60 days storage were decreased except for 1% and 1.5% concentration. The synbiotic product showed antagonistic activity against pathogenic bacteria i.e. E. coli ATCC 25922, S. aureus ATCC 25923, and S. Typhimurium ATCC 14028. Supplementation of 1% glucomannan hydrolyzate for 60 days at 5oC showed the best characteristics in synbiotic product namely 3.45 acidity (pH), 1.24% total lactic acid , 3.24 Cp viscosity, and 8.69 log CFU/g total lactic acid bacteria.

Keywords: konjac glucomannan hydrolyzate, prebiotic, probiotic, synbiotic.

Disubmit : 4 November 2021, **Diterima:**4 April 2022 ,**Disetujui :** 05 April 2022 ;

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang melanda dunia telah mengubah persepsi konsumen terhadap nutrisi dan pangan yang masuk ke dalam tubuh. Persepsi awal yang menganggap pangan sekedar sebagai sumber gizi (karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral) untuk kebutuhan pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh mulai bergeser kearah yang lebih kompleks. Ekspektasi lebih tinggi terhadap komponen pangan non gizi yang terkandung di dalam pangan menjadi pertimbangan konsumen saat memilih makanan. Jenis pangan fungsional menjadi sangat “familier” di dalam menentukan jenis makanan yang akan dikonsumsi, karena selain memenuhi fungsi primer untuk pemenuhan nutrisi tubuh juga memiliki fungsi lain yang berimplikasi terhadap peningkatan kesehatan tubuh.

Salah satu jenis pangan yang tergolong pangan fungsional adalah produk sinbiotik yang merupakan gabungan dari probiotik dan prebiotik. Produk sinbiotik dibuat untuk meningkatkan resistansi bakteri probiotik di dalam saluran pencernaan dengan cara menstimulir pertumbuhan atau meningkatkan aktivitas metabolisme sel. Sebagaimana diketahui bahwa mikroba probiotik terutama dari genus bakteri asam laktat



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

(BAL) adalah sel bakteri hidup yang dikonsumsi dalam jumlah yang cukup dan memberikan efek kesehatan pada tubuh, sementara istilah prebiotik didefinisikan sebagai substrat spesifik yang dapat digunakan oleh mikroorganisme saluran pencernaan sehingga menghasilkan efek menyehatkan. Kombinasi keduanya dikenal dengan istilah sinbiotik (Ale & Binetti, 2021).

Kombinasi probiotik dan prebiotik terbukti menghasilkan efek sinergis untuk menghambat bakteri patogen dan meningkatkan pertumbuhan mikroba yang menguntungkan. Telah banyak penelitian yang membuktikan bahwa produk sinbiotik digunakan sebagai agen terapi gangguan pencernaan (Johnson-Henry *et al.*, 2016; Batista *et al.*, 2020), meningkatkan system imun, menghambat pembentukan nuclear factor- κ B (NF- κ B) dan menahan pertumbuhan faktor nekrosis tumor α (TNF- α) (Maftai, 2019). Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa sel bakteri probiotik di dalam produk sinbiotik berperan sebagai *angiotensin converting enzyme* (ACE) inhibitor. Temuan ini menyatakan bahwa probiotik merupakan penghambat reseptor ACE potensial yang berperan sebagai gerbang utama invasi SARS-CoV-2 pada sel gastrointestinal (Olaimat *et al.*, 2020). Konsep penghambatan reseptor ACE pertama kali dikemukakan oleh Fernandez-Fernandez (2020) yang dijadikan dasar pengobatan pasien Covid-19. *Lactobacillus* spp., *Bifidobacteria* spp., *S. boulardii*, *B. coagulans* merupakan strain probiotik yang digunakan di dalam formulasi produk sinbiotik, sementara prebiotik yang biasa digunakan di dalam formulasi antara lain oligosakarida (fruktooligosakarida (FOS), glukooligosakarida (GOS) dan siloseoligosakarida (XOS)), dan inulin (Maftai, 2020).

Konsep produk sinbiotik merekomendasikan potensi di dalam meningkatkan efikasi pangan fungsional melalui eksplorasi kelebihan kombinasi antara probiotik dan prebiotik yang tidak hanya berpengaruh terhadap peningkatan kesehatan akan tetapi juga terhadap peningkatan stabilitas produk selama penyimpanan. Viabilitas dan stabilitas produk selama penyimpanan sebelum dikonsumsi merupakan dua isu penting yang sangat berpengaruh terhadap efikasi dan tantangan di dalam proses pengolahannya.

Suplementasi prebiotik ke dalam produk secara teoritis akan meningkatkan viabilitas bakteri probiotik. Meskipun demikian, proses fermentasi yang terjadi pada bahan prebiotik mungkin menghasilkan senyawa yang tidak diinginkan dan berpengaruh terhadap matriks pangan, seperti asam laktat dan asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acid*/SCFA) yang dapat menurunkan pH produk dan berpengaruh terhadap konsistensinya. Produk sinbiotik memiliki persyaratan selama penyimpanan suhu rendah, yaitu masih mengandung 10^8 cfu/ml sel bakteri hidup pada dosis minimum konsumsi (Kolida & Gibson, 2011). Potensi glukomanan dari umbi porang sebagai prebiotik telah banyak diteliti dan mampu menstimulir oertumbuhan bakteri probiotik serta meningkatkan produksi asam lemak rantai (Li *et al.*, 2021). Hasil penelitian Novita (2013) menunjukkan bahwa kandungan glukomanan pada umbi porang mampu berfungsi sebagai prebiotik dan senyawa antikontipasi pada hewan coba. Hidrolisis glukomanan secara enzimatis menjadi manooligosakarida (MOS) yang merupakan salah satu prebiotik selain FOS, GOS, dan XOS (Safitri, 2014) terbukti mampu menstimulir pertumbuhan bakteri probiotik *Pediococcus pentosaceus* E 1222. Glukomanan juga telah terbukti efektif meningkatkan jumlah mikroflora saluran pencernaan terutama *Bifidobacteria* sp., *Lactobacillus* sp.,(Sutherland *et al.*, 2008; Hayeeawaema, *et al.*, 2020), meningkatkan system imun hewan coba (Changchien *et al* 2020), dan menurunkan jumlah bakteri patogen (Sutherland *et al.*, 2008). Tujuan penelitian ini adalah memperoleh formulasi produk minuman sinbiotik dengan suplementasi hidrolisat glukomanan dari tepung porang.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah botol jar, autoklaf, pengaduk, *laminar flow*, tabung reaksi, pH meter, alat gelas untuk analisis kimia, viskometer, spectrophotometer, dan seperangkat alat uji sensoris. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain kultur indigenus asal dadih (Wirawati *et al.*, 2019), tepung porang, enzim selulase (Sigma), medium *Man Rogosa Sharpe Broth* (MRSB)(Merck), bacto agar (Merck), aquadest, susu skim, susu sapi segar, NaOH 1 N, indikator fenolptalein. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi

Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung. Waktu penelitian dimulai dari bulan Mei sampai dengan bulan November 2021. Penelitian dilakukan secara factorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi hidrolisat glukomanan yang ditambahkan yaitu P0: 0% (kontrol), P1: 0.5%, P2: 1% dan P3: 1.5%. Faktor kedua yaitu lama penyimpanan yang terdiri dari 3 aras yaitu H0: 0 hari, H1: 30 hari dan H2: 60 hari. Peubah yang diukur adalah keasaman (pH) dan total asam, viskositas, viabilitas BAL, dan aktivitas antibakteri. Data peubah keasaman (pH) (AOAC, 1995), total asam (AOAC, 1995) dan viskositas (AOAC, 1995) dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), sementara data viabilitas BAL (Wirawati *et al.*, 2019) dan aktivitas antibakteri (Mirzaei *et al.*, 2018) dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH dan Total Asam

Perlakuan suplementasi hidrolisat glukomanan pada minuman sinbiotik tidak berpengaruh terhadap keasaman (pH) dan total asam, hanya perlakuan lama penyimpanan yang berpengaruh terhadap kedua peubah tersebut. Tidak ada interaksi antara penambahan hidrolisat glukomanan dengan lama penyimpanan minuman sinbiotik. Keasaman (pH) dan total asam minuman sinbiotik pada setiap perlakuan lama penyimpanan berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil terhadap keasaman (pH) dan total asam minuman sinbiotik

Perlakuan	Nilai rata-rata keasaman (pH)	Nilai rata-rata total asam (%)
Lama penyimpanan 0 hari	3.48 ^a	1.21 ^a
Lama penyimpanan 30 hari	3.45 ^a	1.20 ^a
Lama penyimpanan 60 hari	3.52 ^b	1.24 ^b

Selama proses fermentasi berlangsung pH dan total asam minuman sinbiotik mengalami perubahan yaitu terjadi penurunan pH dan peningkatan total asam. Kedua peubah ini saling berkaitan karena penurunan pH terjadi akibat terakumulasinya produksi asam organik terutama asam laktat pada minuman sinbiotik. Penurunan pH menyebabkan peningkatan rasa asam dan flavor yang unik pada yoghurt selama penyimpanan. Selama proses fermentasi berlangsung BAL akan memfermentasi karbohidrat pada media minuman sinbiotik dan menghasilkan asam laktat. BAL termasuk ke dalam golongan mikroorganisme kimotrof, dimana energy yang diperlukan untuk metabolisme diperoleh melalui oksidasi senyawa kimia, terutama glukosa. Meskipun BAL termasuk bakteri yang fastidious pada media laboratorium, akan tetapi golongan bakteri ini cepat tumbuh pada substrat pangan dan menurunkan pH dengan cepat sehingga menjadi faktor terpenting di dalam kompetisi dengan bakteri lainnya. BAL dari genus *Leuconostoc* dan *Streptococcus* mampu menurunkan pH media dari 4.0 menjadi 4.5 sementara genus *Lactobacillus* dan *Pediococcus* mampu menurunkan hingga 3.5 (Steinkraus, 2002).

Kultur yoghurt yang digunakan di dalam pembuatan minuman sinbiotik ini merupakan kultur campuran BAL homofermentatif dan heterofermentatif, yaitu *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus thermophilus* (kultur komersial) dan kultur indigenus asal dadih yaitu *Lactobacillus plantarum* DG17 dan *Lactococcus lactis* DK12. Menurut (Khalid, 2011) berdasarkan produk akhir yang dihasilkan dari proses fermentasi yang dilakukan BAL digolongkan menjadi 2, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. BAL homofermentatif menghasilkan sebagian besar asam laktat sebagai produk akhir, sementara BAL heterofermentatif menghasilkan CO₂, asam asetat, dan etanol selain asam laktat sebagai produk akhirnya. BAL homofermentatif memproduksi enzim aldolase sehingga dapat memfermentasi glukosa lebih cepat dibandingkan BAL heterofermentatif melalui jalur glikolisis. BAL heterofermentatif menggunakan jalur pentose monofosfat, mengubah 6 atom karbon pada glukosa (heksosa) menjadi 5 atom karbon glukosa

(pentosa). Perubahan ini dilakukan oleh enzim fosfoketolase, hasil dari proses ini adalah senyawa aldehid dan diasetil yang merupakan senyawa aromatic yang diinginkan dalam pembentukan flavor produk fermentasi susu (Carr *et al.*, 2002).

Viskositas

Perlakuan lama penyimpanan berpengaruh terhadap viskositas minuman sinbiotik akan tetapi tidak terdapat interaksi antara konsentrasi hidrolisat glukomanan dengan lama penyimpanan . Selama penyimpanan, viskositas minuman sinbiotik cenderung mengalami peningkatan. Tabel 2 menunjukkan hasil uji BNT terhadap viskositas minuman sinbiotik.

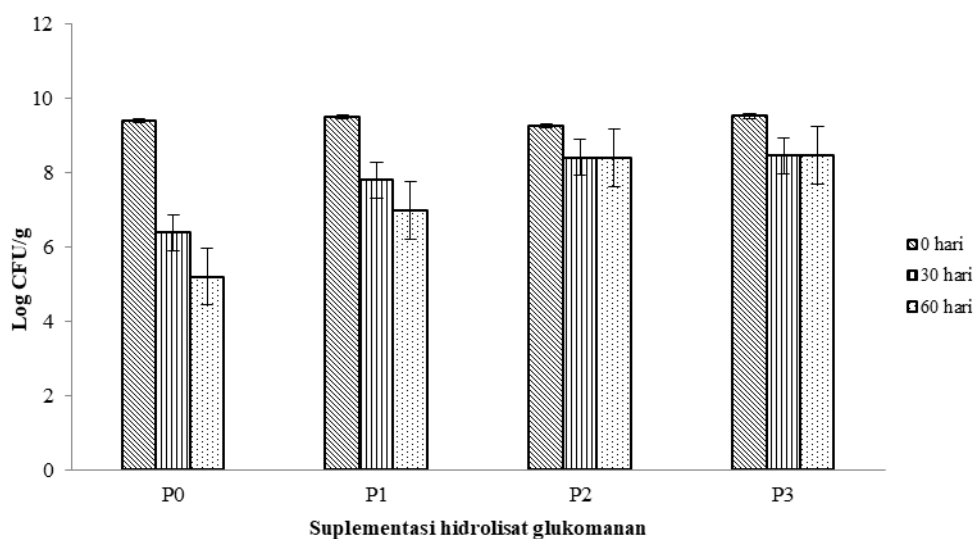
Tabel 2. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) viskositas minuman sinbiotik

Perlakuan	Nilai rata-rata viskositas (Cp)
Lama penyimpanan 0 hari	3.03 ^a
Lama penyimpanan 30 hari	3.24 ^b
Lama penyimpanan 60 hari	4.12 ^c

Lama penyimpanan yang lebih panjang akan meningkatkan viskositas minuman sinbiotik. Hal ini disebabkan oleh bergabungnya partikel-partikel protein membentuk partikel yang lebih besar dan menyebabkan sedimentasi pada minuman fermentasi susu. Proses pendinginan yang berlangsung selama penyimpanan akan meningkatkan viskositas produk karena hidrasi protein yang terkandung di dalam produk serta terjadinya proses memadatnya struktur gel pada minuman sinbiotik. Pembentukan asam selama proses fermentasi akan mempengaruhi titik isoelektrik dan kelarutan protein susu. Hasil berbeda ditunjukkan oleh Purwani *et al.* (2021) dengan hasil penelitian yoghurt tepung suweg. Viskositas yoghurt tepung suweg cenderung mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan viskositas ini diduga disebabkan oleh terbentuknya terdegradasinya protein koloidal selama penyimpanan sehingga terjadi sineresis pada yoghurt.

Viabilitas sel BAL

Viabilitas BAL minuman sinbiotik dapat dilihat pada Gambar 1.



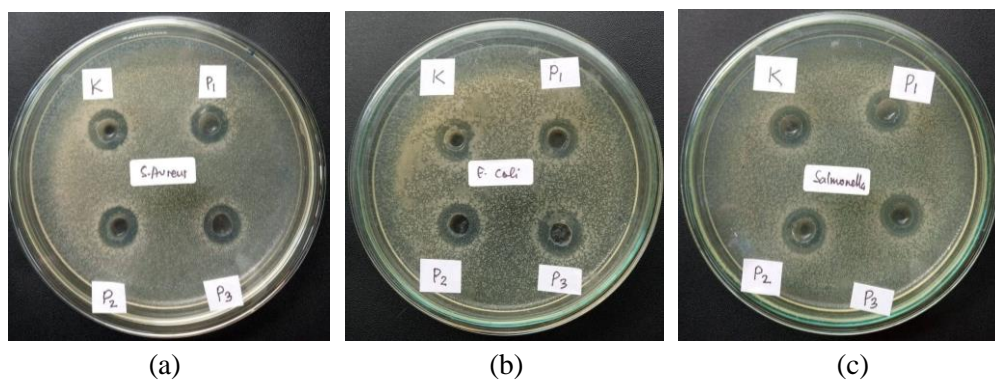
Gambar 1. Viabilitas BAL minuman sinbiotik. P0 tanpa penambahan hidrolisat glukomanan; P1 penambahan hidrolisat glukomanan 0.5%; P2 penambahan hidrolisat glukomanan 1%; dan P3 penambahan hidrolisat glukomanan 1.5%.

Viabilitas sel BAL seluruh perlakuan pada minuman sinbiotik pada hari ke 0 berkisar antara 9.21 CFU/g hingga 9.53 CFU/g. Selama penyimpanan viabilitas sel BAL mengalami penurunan antara 5.2 CFU/g hingga 8.47 CFU/g. Penurunan jumlah sel BAL tertinggi terjadi pada kontrol (tanpa penambahan hidrolisat glukomanan) yaitu sebesar 4 siklus log dan penurunan terendah terjadi pada minuman sinbiotik yang disuplementasi 1% dan 1.5% hidrolisat glukomanan yaitu sebesar 1 siklus log. Penurunan ini terutama disebabkan oleh berkurangnya laktosa sebagai sumber karbon utama BAL. Akan tetapi minuman sinbiotik yang disuplementasi hidrolisat glukomanan 1% dan 1.5% persen hanya mengalami penurunan 1 siklus log hingga penyimpanan 60 hari.

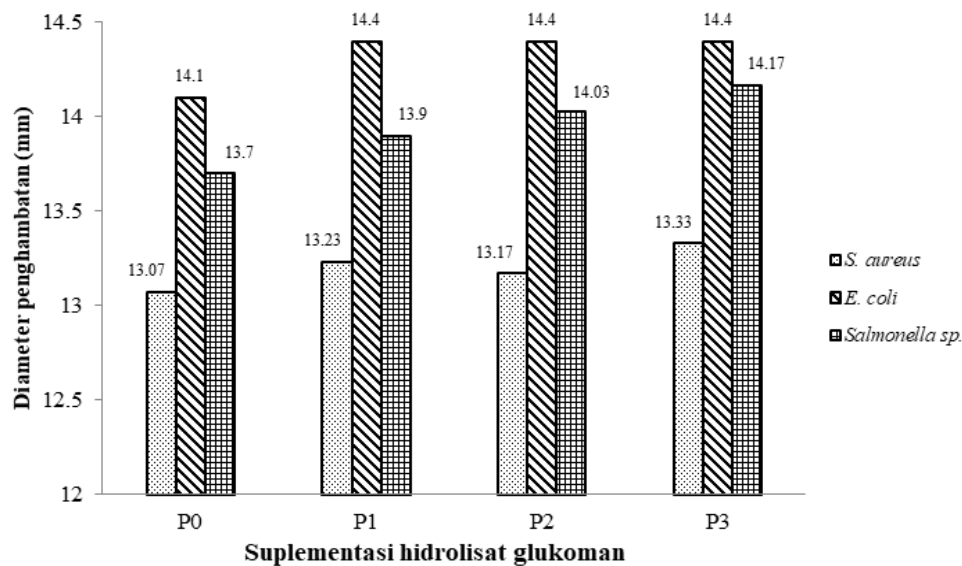
Viabilitas BAL pada minuman sinbiotik yang disuplementasi hidrolisat glukomanan 1% dan 1.5% menunjukkan penurunan yang sangat rendah walaupun disimpan untuk waktu yang cukup lama (60 hari). Hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan hidrolisat glukomanan sebagai prebiotik, terutama berfungsi sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan BAL. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Al-Ghazzewi & Tester, 2010; Al-Ghazzewi & Tester, 2012) menunjukkan bahwa hidrolisat glukomanan mampu menstimulir pertumbuhan bakteri probiotik melalui penyediaan gula manosa dan glukosa (1.6:1) pada substrat pertumbuhan yang ditambahkan hidrolisat glukomanan.

Aktivitas antibakteri

Seluruh minuman sinbiotik diuji aktivitas antibakteri terhadap 3 bakteri patogen makanan, yaitu *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, dan *S. Typhimurium* ATCC 14028 menggunakan metode sumur difusi. Zona bening di sekitar sumur menunjukkan isolat BAL memiliki aktivitas antibakteri (Gambar 2) dan ukuran zona penghambatan (mm) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Aktivitas antibakteri minuman sinbiotik pada bakteri (a) *S. aureus* ATCC 25923, (b) *E. coli* ATCC 25922 dan (c) *S. Typhimurium* ATCC 14028



Gambar 3. Aktivitas antibakteri minuman sinbiotik

Aktivitas antibakteri minuman sinbiotik terhadap tiga bakteri patogen menunjukkan adanya zona penghambatan terhadap bakteri uji yang digunakan (Gambar 2 dan 3). Kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang ditunjukkan oleh minuman sinbiotik disebabkan oleh terbentuknya asam laktat dan asam organik lainnya. Metabolit-metabolit ini terbentuk selama fase awal pertumbuhan (Marianelli *et al.*, 2010). Walaupun aktivitas antibakteri minuman sinbiotik mungkin disebabkan oleh banyak faktor, akan tetapi penurunan pH, kompetisi penggunaan substrat dan produksi senyawa-senyawa yang bersifat bakterisidal maupun bakteristatik termasuk bakteriosin adalah faktor utama sebagai aktivitas antibakteri. Penurunan pH akibat terakumulasinya asam laktat mampu menghambat pertumbuhan beberapa spesies bakteri patogen dan pembusuk. Hal ini disebabkan bentuk asam laktat yang tidak terdisosiasi akan menurunkan pH internal sel dengan cepat sehingga menyebabkan gagalnya gradient elektrokimia proton pada bakteri-bakteri yang sensitif dan akhirnya menimbulkan efek bakterisidal maupun bakteristatik (Castellano *et al.* 2017).

KESIMPULAN

Formulasi minuman sinbiotik terbaik adalah minuman sinbiotik yang disuplementasi dengan 1% hidrolisat glukomanan. Penyimpanan minuman sinbiotik yang disuplementasi dengan 1% hidrolisat glukomanan pada suhu 5°C selama 60 hari akan menghasilkan karakteristik produk yaitu 3.45 keasaman (pH), 1.24% total asam laktat dengan viskositas 3.24 Cp, viabilitas BAL sebesar 8.69 log CFU/g dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap mikroba patogen *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923, dan *S. Typhimurium* ATCC 14028.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghazzewi, F. H. & Tester, R. F. (2010). Effect of konjac glucomannan hydrolysates and probiotics on the growth of the skin bacterium *Propionibacterium acnes* in vitro. *International Journal of Cosmetic Science*, 32(2), 139–142. doi: 10.1111/j.1468-2494.2009.00555.x.
- Al-Ghazzewi, F. H. & Tester, R. F. (2012) Efficacy of cellulase and mannanase hydrolysates of konjac glucomannan to promote the growth of lactic acid bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2394–2396. doi: 10.1002/jsfa.5678.

- Ale, E. C. & Binetti, A. G. (2021) Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics in the Elderly: Insights Into Their Applications. *Frontiers in Microbiology*, 12. 1-9. doi: 10.3389/fmicb.2021.631254.
- Batista, V. L. da Silva, T. F., de Jesus, L. C. L., Coelho-Rocha, N.D., Barroso, F. A.L., Tavares, L.M., Azevedo, V, Mancha-Agresti, P. & Drumond, M.M. (2020). Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Paraprobiotics as a Therapeutic Alternative for Intestinal Mucositis. *Frontiers in Microbiology*. Frontiers Media S.A. doi: 10.3389/fmicb.2020.544490.
- Carr, F. J., Chill, D. & Maida, N. (2002). The Lactic Acid Bacteria : A Literature Survey. *Critical Review in Microbiology*, 28(4), 281–370. doi: 10.1080/1040-840291046759.
- Castellano, P., Ibarreche, M. P., Massani, M. B., Vignolo, M., & Fontana, C .(2017). Strategies for Pathogen Biocontrol Using Lactic Acid Bacteria and Their Metabolites: A Focus on Meat Ecosystems and Industrial Environments. *Microorganisms*, 5(38), 2–25. doi: 10.3390/microorganisms5030038.
- Changchien, C. H., Han, Y. C. & Chen, H. L. (2020). Konjac glucomannan polysaccharide and inulin oligosaccharide enhance the colonic mucosal barrier function and modulate gut-associated lymphoid tissue immunity in C57BL/6J mice. *British Journal of Nutrition*, 123(3), 319–327. doi: 10.1017/S000711451900285X.
- Hayeewaema, F., Wichienchot, S. & Khuituan, P. (2020). Amelioration of gut dysbiosis and gastrointestinal motility by konjac oligo-glucomannan on loperamide-induced constipation in mice. *Nutrition*, 73. doi: 10.1016/j.nut.2019.110715.
- Johnson-Henry, K. C., Abrahamsson, T. R., Wu, R. Y., & Sherman, P. M. (2016). Probiotics, prebiotics, and synbiotics for the prevention of necrotizing enterocolitis. *Advances in Nutrition*. American Society for Nutrition, 928–937. doi: 10.3945/an.116.012237.
- Khalid, K. (2011). An overview of lactic acid bacteria. *International Journal of Biosciences (IJB)*. 1(3), 1–13. doi: 10.3390/molecules22081255.
- Kolida, S. & Gibson, G. R. (2011). Synbiotics in health and disease. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2.373–393. doi: 10.1146/annurev-food-022510-133739.
- Li, F., Sun, X., Yu, W., Shi, C., Zhang, X., Yu, H., & Ma, F. (2021). Enhanced konjac glucomannan hydrolysis by lytic polysaccharide monoxygenases and generating prebiotic oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 253, 117241. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117241>.
- Maftai, N.M. (2019). Probiotic, Prebiotic and Synbiotic Products in Human Health. *Frontiers and New Trends in the Science of Fermented Food and Beverages*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.81553.
- Marianelli, C., Cifani, N. & Pasquali, P. (2010). Evaluation of antimicrobial activity of probiotic bacteria against *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar typhimurium 1344 in a common medium under different environmental conditions. *Research in Microbiology*, 161(8), 673–680. doi: 10.1016/j.resmic.2010.06.007.
- Mirzaei, Z. E., E. Lashani, & A. Davoodabadi. (2018). Antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolated from traditional yogurt and milk against *Shigella* strains. *GMS hygiene and infection control*. 13: 1-5. doi: 10.3205/dgkh000307
- Olaimat, A. N., Aolymat, I., Al-Holy, M., Ayyash, M., Ghoush, M.A., Al-Nabulsi, N. A., Osaili, T., Apostolopoulos, V., Liu S. Q. & Shah, N. P. (2020). The potential application of probiotics and prebiotics for the prevention and treatment of COVID-19. *npj Science of Food*, 4(1). doi: 10.1038/s41538-020-00078-9.

- Purwani, E., Zahara, A. R., & Wirawati, I. (2021). Sifat Fisiko-Kimia Yohurt Tepung Suweg (*Amorphopalus campanulatus*) Selama Penyimpanan Suhu 12-13°C. Proceeding of 13th University Research Colloquium: Kesehatan dan MIPA. (pages 128-132), Maret 20, 2021. Klaten: Stikes Muhammadiyah Klaten.
- Safitri, A. H. (2014). Produksi Prebiotik (Manooligosakarida) Dari Umbi Porang Menggunakan Mananase *Streptomyces violascens* Bf 3.10 Asli Indonesia. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Steinkraus, K. H. (2002). Fermentation in World Food Processing. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*, 1, 23-32.
- Sutherland, A. Tester, R. Al-Ghazzewi, F., Mcculloch, E., & Connolly, M. (2008). Glucomannan hydrolysate (GMH) inhibition of *Candida albicans* growth in the presence of *Lactobacillus* and *Lactococcus* species. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 20(3), 127–134. doi: 10.1080/08910600802355726.
- Wirawati, C. U., Sudarwanto, M. B., Lukman, D. W., Wientarsih, I.& Srihanto., E. A. (2019). Diversity of lactic acid bacteria in dadih produced by either back-slopping or spontaneous fermentation from two different regions of West Sumatra , Indonesia. 12, pp. 823–829. doi: 10.14202/vetworld.2019.823-829.