

REVIEW ARTIKEL : POTENSI FRUKTOOLIGOSAKARIDA DAN INULIN BAHAN PANGAN LOKAL SEBAGAI SUMBER PREBIOTIK

REVIEW ARTICLE: POTENTIAL OF FRUCTOOLIGOSACARIDE AND INULIN OF LOCAL FOODSTUFFS AS PREBIOTIC SOURCES

Farindya Dwi Cahyaningtyas and Prima Retno Wikandari*

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

* Corresponding author, tel :081328262678, email: primaretno@unesa.ac.id

Abstrak. Prebiotik merupakan suatu komponen bahan pangan yang tidak dapat dicerna oleh pencernaan manusia, namun dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi pertumbuhan bagi mikroflora usus serta mampu memberikan manfaat kesehatan. Inulin dan fruktooligosakarida (FOS) adalah jenis prebiotik yang banyak dikembangkan untuk saat ini. Review ini bertujuan untuk mengetahui (1) potensi inulin dan FOS sebagai prebiotik, (2) bakteri asam laktat yang dapat tumbuh pada inulin dan FOS, serta 3) potensi bahan pangan lokal sebagai sumber inulin dan FOS. Inulin dan FOS bersifat prebiotik karena memiliki ikatan $\beta(2-1)$ sehingga memiliki ketahanan pada hidrolisis oleh asam maupun enzim yang terdapat pada saluran pencernaan dan hanya dapat dimanfaatkan oleh mikroflora usus. Hasil metabolisme inulin dan FOS oleh bakteri asam laktat mampu memberikan manfaat kesehatan seperti menurunkan kolesterol dan kadar gula darah, menurunkan tekanan darah dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Inulin dan FOS dapat dimanfaatkan oleh beberapa strain bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum* B1765, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bifidobacterium breve*, dan *Bifidobacterium longum*. Inulin dan FOS dapat ditemukan pada bahan pangan lokal yang mudah ditemukan seperti ubi jalar, ubi garut, gembili, bengkuang, bawang putih, umbi dahlia dan talas, dapat digunakan sebagai media pertumbuhan beberapa strain bakteri asam laktat serta memberikan beberapa efek kesehatan sehingga dapat digunakan sebagai alternatif sumber prebiotik.

Kata kunci : fruktooligosakarida, inulin, prebiotik, bahan pangan lokal

Abstract. Prebiotics are a component of food that cannot be digested by human digestion, but can be used as growth nutrients for the intestinal microflora and can provide health benefits. Inulin and fructooligosaccharides (FOS) are types of prebiotics that are widely developed for now. This review aims to determine (1) the potential of inulin and FOS as prebiotics, (2) lactic acid bacteria that can grow on inulin and FOS, and 3) the potential of local food as a source of inulin and FOS. Inulin and FOS are prebiotics because they have $\beta(2-1)$ bonds so that they have resistance to hydrolysis by acids and enzymes found in the digestive tract and can only be utilized by the intestinal microflora. The results of inulin and FOS metabolism by lactic acid bacteria are able to provide health benefits such as lowering cholesterol and blood sugar levels, lowering blood pressure and inhibiting the growth of pathogenic bacteria. Inulin and FOS can be utilized by several strains of lactic acid bacteria such as *Lactobacillus plantarum* B1765, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bifidobacterium breve*, and *Bifidobacterium longum*. Inulin and FOS can be found in easily found local foodstuffs such as sweet potatoes, arrowroot, gembili, yam, garlic, dahlia tubers and taro, can be used as growth media for several strains of lactic acid bacteria and provide several health effects so that they can be used as alternative sources of prebiotics.

Key words: fructooligosaccharide, inulin, prebiotic, local food stuff

1. PENDAHULUAN

Prebiotik adalah bahan makanan yang tidak dapat dicerna dan menguntungkan kesehatan inang serta secara selektif dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas beberapa mikroorganisme di usus. Prebiotik utama yang digunakan terdiri dari oligosakarida seperti *fructooligosaccharide* (FOS), *galactooligosaccharide* (GOS) dan *xyloseoligosaccharide* (XOS), inulin dan fruktan. Prebiotik yang ideal memiliki beberapa kriteria, yaitu tahan terhadap asam dalam lambung, garam empedu dan enzim hidrolisis lainnya di usus, tidak boleh diserap di saluran cerna bagian atas system, dan mudah difermentasi oleh mikroflora usus yang bermanfaat [1].

Sumber prebiotik dapat ditemukan pada beberapa sayuran seperti daun bawang, bawang bombay, sawi putih, tomat, asparagus, artichoke, pisang, dan bawang prei. FOS ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran, seperti dan pisang (0,3%), gandum (0,7%), bawang merah (2,8%), dan bawang putih (1%).[2][3]. Selain terdapat pada beberapa sayuran tersebut, prebiotik juga dapat ditemukan pada bahan pangan lokal yang terdapat di Indonesia seperti gembili, ubi jalar, ubi garut, talas, dan umbi dahlia.

Inulin sebagai serat makanan larut yang tidak dapat dipecah oleh enzim pencernaan manusia karena memiliki ikatan $\beta(2-1)$. Inulin akan dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat dimana hasil metabolisme dari bakteri asam laktat tersebut dapat berdampak bagi kesehatan. Secara umum, inulin dianggap sebagai faktor yang dapat mengatur beberapa proses metabolisme termasuk penurunan konsentrasi lipid darah, menurunkan kolesterol darah dan triasilgliserol, penyerapan mineral, mengubah keseimbangan mikroba di saluran pencernaan, mempengaruhi sistem kekebalan, menghilangkan sembelit dan meningkatkan sistem usus terhadap bakteri patogen dan faktor alergi. Selanjutnya, penelitian pada hewan dalam model yang berbeda telah menunjukkan bahwa fruktan tipe inulin dapat menurunkan serum triasilgliserol karena pengurangan partikel low-density lipoprotein (VLDL), melalui regulasi lipogenesis hati. uga disebutkan bahwa metabolisme lipid dapat dipengaruhi oleh konsumsi prebiotik karena produksi asam lemak rantai pendek (SCFA). Misalnya, butirir mampu mencegah sintesis kolesterol, dan propionat dapat mengurangi produksi triasilgliserol karena penghambatan sintesis asam lemak di hati.

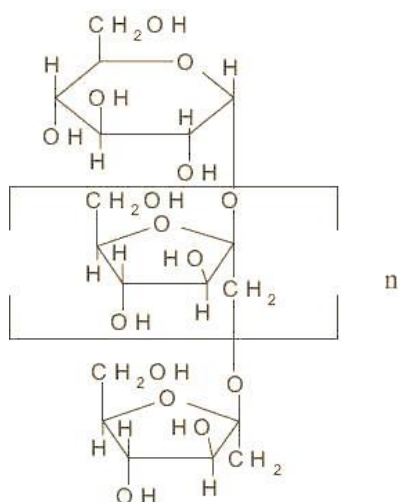
FOS merupakan polisakarida rantai pendek yang tersusun dari monomer glukosa-fruktosa (GF_n) atau fruktosa (F_m) dengan jumlah n dan m bervariasi dari 1 sampai 6 [5]. FOS adalah serat yang tidak dapat dicerna yang membantu menjaga kesehatan saluran pencernaan. FOS tidak terdekomposisi oleh enzim-enzim pencernaan. Beberapa penelitian telah menunjukkan sifat fungsional fructooligosakarida (FOS), seperti pengurangan kadar kolesterol dan kadar glukosa darah, menurunkan tekanan darah, penyerapan kalsium dan magnesium yang lebih baik dan untuk menghambat produksi enzim reduktase yang dapat berkontribusi terhadap kanker.

Di dalam usus besar, FOS difermentasi dalam keadaan anaerobic. FOS akan dihidrolisis menjadi monomer glukosa dan fruktosa oleh enzim -fructofuranosidase, selanjutnya glukosa dan fruktosa akan dicampur dengan fermentasi oleh mikroorganisme anaerob seperti *Lactobacillus* untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek dan gas. Asam lemak rantai pendek yang terbentuk kemudian menurunkan pH di usus besar untuk meningkatkan kelarutan mineral [4].

Berdasarkan uraian di atas, maka review artikel ilmiah ini mengulas tentang (1) fructooligosakarida dan inulin sebagai prebiotik (2) Bakteri asam laktat yang dapat tumbuh pada fructooligosakarida dan inulin (3) potensi bahan pangan lokal sebagai sumber inulin dan fructooligosakarida

2. Inulin

Inulin adalah fruktan linier dengan molekul fruktosa dan glukosa yang masing-masing dihubungkan oleh $\beta(2-1)$ dan $\alpha(1-2)$. Ikatan $\beta(2-1)$ D-fructosyl fruktosa ada antara unit fruktosa inulin dan konfigurasi karbon anomer dimana monomer pertama dalam rantai tersebut adalah β -D-glukopiranosil atau β -D-fruktopiranosil, membuatnya tidak dapat dicerna di usus kecil manusia, namun, dapat difermentasi di usus besar oleh mikroflora usus. [5]. Dengan demikian, polimer inulin dapat ditulis sebagai GF_n, G mewakili unit glukosa, F menunjukkan unit fruktosa, sedangkan n menunjukkan jumlah unit fruktosa.



Gambar 1. Struktur Inulin

Fungsi inulin bergantung dari derajat polimerisasi (DP). Inulin alami memiliki fruktosa DP yang bervariasi dari 2 hingga >60 unit, dengan DP rata-rata 12. DP inulin tergantung pada banyak faktor, seperti sumber tanaman, iklim dan kondisi tumbuh, kematangan panen dan waktu penyimpanan setelah panen. Selain itu, pemrosesan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap DP inulin. Inulin rantai pendek dan inulin rantai tinggi masing-masing digunakan sebagai pengganti gula dan pengganti lemak (mouthfeel booster) dalam makanan rendah kalori. Penghilangan cabang inulin dan molekul yang lebih kecil meningkatkan kekuatan pembentukan gel inulin dan menyebabkan rasa manis yang lebih sedikit.

Inulin sebagai senyawa yang tidak dapat dicerna dapat mengubah keseimbangan mikroba usus secara menguntungkan melalui efek pada beberapa aktivitas atau pertumbuhan bakteri (bakteri probiotik) di usus besar. Asam laktat yang dibentuk oleh metabolisme inulin dapat menurunkan pH. Hal ini terkait dengan semakin banyaknya populasi bakteri asam laktat yang menggunakan inulin sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya. Inulin tetap relatif utuh setelah melewati sistem pencernaan. Inulin di usus besar dicerna oleh enzim fruktofuransidase yang diproduksi oleh *Bifidobacteria* [6]. Fungsi inulin sebagai bahan tambahan makanan terutama mengacu pada sifat prebiotiknya seperti kemampuan untuk merangsang mikroorganisme probiotik tanpa mempengaruhi rasa. Biasanya, efek prebiotik digambarkan berdasarkan kemampuan peru-

bahan jumlah mikroba. Inulin dan FOS mampu meningkatkan pertumbuhan *Bifidobacteria* secara signifikan. Terbukti bahwa suplementasi inulin tidak hanya memiliki efek konservasi pada aktivitas dan viabilitas beberapa strain *Lactobacillus* (*casei* dan *acidophilus*) tetapi juga secara signifikan menurunkan waktu generasi *Streptococcus* dan *Lactobacillus*. Prebiotik, seperti inulin, mempersiapkan unsur utama (nitrogen dan karbon) untuk pertumbuhan bakteri probiotik. Jumlah sumber karbon yang disediakan oleh inulin merupakan indikator utama untuk evaluasi aktivitas prebiotiknya. Misalnya, 1% inulin burdock dan 2% inulin chicory merupakan konsentrasi sumber karbon yang cukup untuk pertumbuhan strain *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* [7].

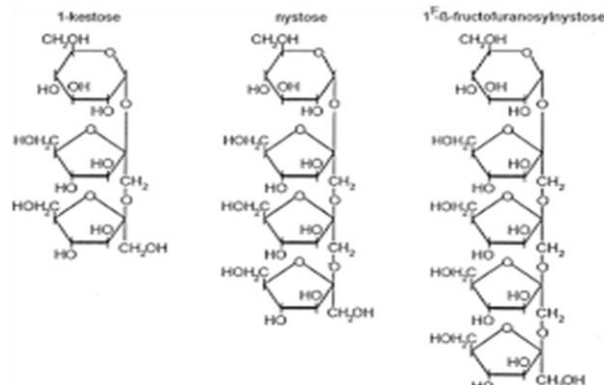
Aktivitas prebiotik inulin terkait dengan DP rantai. Telah diamati bahwa panjang rantai inulin menunjukkan pengaruh yang menguntungkan pada jumlah *Lactobacillus*. Sehingga, DP yang lebih tinggi dari fruktan jenis inulin mengarah pada perkembangan metabolisme sakarolitik dan menurunkan pH di usus besar dan menunjukkan efek prebiotik yang lebih baik. Juga, waktu fermentasi untuk inulin rantai yang lebih pendek akan lebih banyak daripada fraksi yang lebih panjang. Perlu disebutkan bahwa bakteri berbeda dalam pemanfaatan prebiotik; *Bifidobacteria* tertarik untuk menggunakan karbohidrat dengan derajat polimerisasi yang rendah terlebih dahulu, sedangkan *Bacteroides*.

Menurut [8], strain *Bifidobacterium* yang termasuk dalam spesies *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. breve* and *B. longum* tumbuh subur pada oligofruktan ataupun inulin. Disisi lain, monokultural strain *Lactobacillus* yang termasuk dalam spesies *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. reuteri* and *L. delbrueckii* tumbuh buruk pada oligofruktan dan sedikit tumbuh pada inulin, dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *Clostridia*.

3. Fruktooligosakarida

Fruktooligosakarida atau FOS merupakan salah satu jenis prebiotik. Fruktooligosakarida terdiri dari tiga sampai sepuluh unit monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik (1-2) antara terminal fruktosa dan glukosa yang jumlahnya tergantung pada nilai derajat polimerisasi (DP). FOS memiliki DP < 10. FOS yang dibuat secara enzimatis dari sukrosa meru-

pakan campuran 1-kestosa (39 %), nistosa (53%) dan 1^F- β fructofuranosyl-nystose (7 %), yang masing-masing terbentuk dari satu, dua dan tiga molekul fruktosa, terikat secara linier pada residu fruktosa dari sukrosa dengan ikatan β -1,2, dengan sisa 1% terdiri dari glukosa dan sukrosa.



Gambar 2. Struktur Kimia Fruktooligosakarida

Pencernaan manusia hanya memiliki enzim α -amylase sehingga tidak dapat menghidrolisis ikatan β -(2-1) yang dimiliki FOS. Oleh sebab itu senyawa FOS yang masuk ke sistem pencernaan tidak mengalami perubahan struktur yang signifikan [9]. FOS sepenuhnya difermentasi oleh mikrobiota usus dalam keadaan anaerob, dan asam lemak rantai pendek, yang digunakan oleh inang sebagai sumber energi, diproduksi secara spontan. Jadi, meskipun FOS tidak dicerna oleh enzim usus kecil serta serat makanan, FOS berkontribusi pada suplai energi melalui mikrobiota usus. Senyawa FOS akan dipecah oleh enzim β -fruktofuranosidase menjadi monomer penyusunnya, yaitu glukosa dan fruktosa yang akan masuk ke jalur heterofermentatif mikroba [9]. Energi yang tersedia dari FOS telah dievaluasi secara praktis sebagai sekitar 2 kkal/g (8,368 kJ/g). *Lactobacillus plantarum* B1765 yang ditumbuhkan pada yakon dengan kandungan FOS tinggi diketahui mampu menghasilkan SCFA yang menurunkan pH [10].

FOS diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen penyebab penyakit. Selain itu, FOS juga dapat mengurangi zat berbahaya dan enzim yang tidak diperlukan, mempercepat fungsi imunologi, meningkatkan penyerapan mineral termasuk kalsium, zat besi dan magnesium, mencegah terjadinya sembelit dan secara tidak langsung meningkatkan produksi nutrisi serta tidak meningkatkan kadar glukosa darah, fruktosa dan insulin [11]. Surono[12] menganjurkan

mengonsumsi prebiotik yang efektif sebanyak 1-3 g/hari untuk anak-anak dan 5-15 g/hari untuk dewasa.

4. Bakteri asam laktat (BAL) yang dapat tumbuh pada fruktooligosakarida dan inulin

Bakteri asam laktat membutuhkan energi untuk pertumbuhan dan regenerasi yang diperoleh dari fermentasi prebiotik diikuti dengan produksi SCFA dan gas (mengandung CO₂ dan H₂) [13]. Roberfroid [14], menunjukkan bahwa bakteri asam laktat memiliki kemampuan untuk memfermentasi selulosa menjadi SCFA. Dalam saluran pencernaan manusia, polisakarida yang tidak tercerna di usus halus dihidrolisis oleh bakteri dalam kondisi anaerobik di usus besar menjadi unit tunggal seperti glukosa. Monomer tersebut kemudian difermentasi oleh glikolisis menjadi piruvat, yang seterusnya menjadi SCFA dan metabolit lainnya [15][16].

Tidak semua bakteri probiotik dapat memanfaatkan oligosakarida prebiotik. Pemanfaatan oligosakarida probiotik tergantung pada spesies bakteri probiotiknya. Kemampuan setiap bakteri asam laktat menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis oligosakarida merupakan faktor yang mempengaruhi efektivitas prebiotik. Laju pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa isolat yang diuji dapat menghasilkan enzim, salah satunya adalah peran enzim β -fruktosidase dalam menghidrolisis FOS [17]. Fruktooligosakarida dapat dimetabolisme oleh bakteri *L. fermentum* S21209 dan *L. plantarum*1-S27202, hidrolisat inulin lebih mudah dimetabolisme oleh bakteri *L. acidophilus* FNCC 0051 dan *P. pentosaceus* 1-A38, serta galaktooligosakarida lebih mudah dimetabolisme oleh bakteri *L. rhamnosus* R23. Hal ini menandakan bahwa oligosakarida dengan panjang rantai lebih pendek seperti FOS, GOS, dan hidrolisat inulin lebih mudah dimanfaatkan oleh isolat BAL dibandingkan dengan oligosakarida dengan rantai lebih panjang seperti inulin [18]. *Lactobacillus plantarum* B1765 merupakan salah satu bakteri yang mampu menghasilkan enzim inulinase. *Lactobacillus plantarum* B1765 menghasilkan enzim inulinase secara optimal pada masa inkubasi 18 jam dengan aktivitas enzim inulinase yang sebesar 0,047 Unit/ml [19]. Penurunan nilai pH menunjukkan bahwa bakteri asam laktat dapat memetabolisme prebiotik yang tersedia dan menghasilkan asam lemak rantai pendek serta SCFA.

Melalui pembuktian secara *in vivo* dan *in vitro*, *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* menghasilkan produk fermentasi inulin berupa *short chain fatty acids* (SCFA), asam laktat [20][21]. SCFA memiliki fungsi penting pada usus besar. SCFA dan asam laktat yang terbentuk dapat menurunkan pH usus besar sehingga menaikkan pertumbuhan *Lactobacilli* dan *Bifidobacteria* serta menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Penelitian [22] menyebutkan bahwa *Lactobacillus plantarum* B1765 menghasilkan SCFA dari media umbi yakon yang mengandung fruktooligosakarida. SCFA yang terbentuk yaitu asam laktat, asam butirat, asam asetat, dan asam propionate dengan jumlah sebesar 371,01 mg/L, 375,41 mg/L, 801,38 mg/L, dan 1.182,3 mg/L.

Menurut [23], hasil dari metabolisme FOS yaitu asam lemak yang dapat diserap oleh mukosa usus dan diubah sebagai energi. Asam-asam ini terutama butirat, asetat dan propionat menyebabkan pengasaman usus dan menyediakan energi metabolisme bagi manusia. Asam

laktat menjadikan kondisi usus menjadi asam, yang membuat bakteri patogen mati. Asam asetat dimetabolisme oleh ginjal, jantung, otot dan sel otak. Asam propionat adalah produk glukoneogenik yang menghambat sintesis kolesterol hati, hal ini ditunjukkan oleh percobaan *in vitro* [24]. *Lactobacillus fermentum* menghasilkan asam propionate untuk menurunkan kadar. *Lactobacillus plantarum* dapat menurunkan tekanan darah, fibrinogen dan kolesterol LDL serta meningkatkan kolesterol HDL [25]. Asam butirat sebagai sumber energi utama bagi usus besar, epitel kolon memetabolisme butirat berfungsi pada pertumbuhan dan diferensiasi sel dan dapat mencegah kanker [26]. Asam lemak rantai pendek dapat diproduksi oleh bakteri yang berbeda. Misalnya, spesies *Clostridium*, *Eubacterium* dan *Ruminococcus* dapat menghasilkan butirat lebih banyak daripada yang lain, dan genus *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* bertanggung jawab atas produksi asetat dan propionate [27]

5. Sumber Fruktooligosakarida dan Inulin dari Bahan Pangan Lokal

Fruktooligosakarida dan inulin dapat ditemukan pada beberapa bahan pangan lokal yang mudah didapatkan. Adapun berikut ini merupakan sumber fruktooligosakarida dan inulin.

5.1 Ubi Jalar

Ubi jalar merupakan sumber pangan yang bermanfaat bagi tubuh salah satunya yaitu dapat mencegah terjadinya kanker usus besar dan hati, hal ini dikarenakan adanya serat di dalam ubi jalar [28].

Oligosakarida yang terdapat pada ubi jalar sebagai prebiotik mendukung pertumbuhan *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria* di saluran cerna manusia [56]. pada ubi jalar roti tawar, Jago dan merah, masing-masing memiliki kadar rafinosa sebesar 2,97%, 2,27% dan 1,26% [29]. Pemberian ekstrak ubi jalar pada tikus Sprague-Dawley dapat menekan jumlah *E. coli* dalam feses tetapi jumlah BAL meningkat [58]. Dalam penelitian lainnya [30], menemukan bahwa ubi jalar ungu memiliki potensi sebagai prebiotik karena memiliki FOS, inulin dan rafinosa. ubi jalar ungu memiliki kandungan FOS, inulin dan rafinosa sebagai prebiotik. Ubi jalar ungu berbentuk puree ditambahkan pada yoghurt terdapat total bak-

teri probiotik sebesar 2.03×10^8 cfu/ml [31]. Pada penelitian Rizzani dalam Rahmawati [32], probiotik *Lactobacillus acidophilus* menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat pada media ubi ungu dibandingkan pada media susu, yang ditunjukkan dengan penurunan pH awal (normal) sampai 4,5 dalam waktu 12 jam sedangkan ketika pada media susu membutuhkan waktu 66 jam.

Probiotik *L. plantarum* B1765 yang difermentasi pada ekstrak ubi jalar ungu mengalami kondisi optimum pada jam ke-12 dengan jumlah total BAL $1,86 \times 10^9$ CFU/mL dan nilai TAT 0,240%, 0,405%, 0,555% dan 0,630% dari rentang pH 3,9 hingga 3,4 [33].

5.2 Ubi Garut

Garut (*Maranta arundinacea L.*) salah satu sumber pati yang bermanfaat sebagai pengobatan seperti keracuna, diare dan obat oles luka. Tepung dan pati garut dapat sebagai prebiotik karena memiliki kandungan inulin 13,17% dan pati garut sebesar 2,65% [34]. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa ekstrak garut mengandung fruktooligosakarida sekitar 55% dari berat keringnya [35]. Yoghurt dengan penambahan tepung atau pati garut mampu untuk menghambat bakteri. Pada pembuatan es krim ekstrak garut, pertumbuhan *Lactobacillus sp.* mengalami pertum-

buhan optimum pada masa inkubasi selama 72 jam dengan total bakteri sebesar $8,41 \times 10^{10}$ cfu/ml. Pertumbuhan bakteri es krim ekstrak garut lebih besar dibandingkan dengan es krim control inulin ($7,55 \times 10^{10}$ cfu/ml) dan glukosa ($5,69 \times 10^{10}$ cfu/ml) [36].

Berdasarkan penelitian Yuningtyas [37], umbi garut yang difermentasi oleh *Lactobacillus fermentum* 2% dapat menurunkan kolestrol dengan nilai persentase penurunan sebesar 30,36% dengan total bakteri asam laktat sebesar $1,60 \times 10^{10}$ CFU/ml. penelitian lain juga menyatakan bahwa umbi garut yang difermentasi selama 12 jam oleh *Lactobacillus fermentum* juga dapat menurunkan kadar kolesterol dengan persentase penurunan sebesar 28,56%. Perbedaan nilai persentase penurunan ini dapat terjadi karena jumlah total bakteri yang berbeda [37].

5.3 Gembili

Gembili (*Dioscorea esculenta*) adalah jenis uwi yang memiliki kandungan inulin paling tinggi yaitu 14,8% [38]. Penelitian lain menyebutkan bahwa gembili memiliki laktulosa (0,231 %); inulin (2,541 %) dan rafinosa (1,485 %) dengan kenaikan indeks prebiotik dari $0,86 \pm 0,20$ (24 jam) ke $1,12 \pm 0,05$ (48 jam). *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* yang ditumbuhkan pada gembili menghasilkan asam laktat sebagai hasil dan menurunkan nilai pH. Penurunan pH yang terjadi menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan SCFA pada akhir fermentasi. Konsentrasi tertinggi SCFA yang dihasilkan yaitu asam asetat diikuti oleh konsentrasi asam propionat dan asam butirat [39].

Inulin umbi gembili memiliki nilai aktivitas prebiotik lebih tinggi dibandingkan dengan inulin komersial dari umbi chicory [40]. Umbi gembili juga memiliki senyawa bioaktif seperti dioscorin, diosgenin yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tubuh, mencegah hiperkolesterolemia, dislipidemia, lipid, diabetes, inflamasi dan kanker [41].

Gelato sinbiotik dengan penambahan gembili 20% menunjukkan penambahan bakteri *Lactobacillus plantarum* B1765 sebesar 7,4765 log CFU/mL dengan pH 4,82 dan total asam sebesar 0,9620%. *Lactobacillus plantarum* B1765 memiliki aktivitas enzim inulinase yang mencapai 0,7542 unit/mg secara endo dan ekso dalam menghidrolisis polifruktan inulin umbi gembili pada rantai β -2,1 glikosida menjadi monomer fruktosa sehingga dapat meningkatkan pertum-

buhan BAL, menurunkan pH dan meningkatkan total asam gelato sinbiotik [42].

5.4 Bengkoang

Bengkoang merupakan tumbuhan umbi-umbian yang hidup di daerah tropis dan subtropis khususnya di Indonesia [43]. Kandungan oligosakarida tepung serat bengkoang yaitu inulin/FOS 172,81 ppm dan rafinosa 85,66 ppm. Tepung serat bengkoang mempunyai aktivitas prebiotik positif setelah 48 jam pada bakteri *Bifidobacterium longum* [44]. Sari bengkoang mengandung inulin sebesar 12.32% [45].

Menurut Hilman [46] yang menyatakan bahwa bengkoang yang diekstraksi dengan larut tempe menghasilkan jumlah glukosa dan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan ragi roti dan air. Tingginya sifat kelarutan inulin bengkoang dikarenakan ekstraksi inulin bengkoang yang diperoleh melalui fermentasi dengan larut tempe dapat melarutkan senyawa organik, sehingga kelarutannya menjadi semakin tinggi dengan berkurangnya partikel pada inulin. Pada pembuatan minuman laktat dari bengkoang pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* memiliki nilai rata-rata tertinggi 9,71 log koloni/ml diperoleh dari perlakuan konsentrasi starter 15% dan lama fermentasi 22 jam [47].

5.5 Bawang Putih

Bawang putih dapat di golongan sebagai prebiotik karena memiliki kandungan inulin yang mampu mencapai 16,6% dimana inulin menempati 99,46% bagian dari komponen fruktosa dan fruktooligosakarida sebanyak 3,34% [48], [49]. Bawang putih mengandung komponen fruktan 12,5% hingga 23,5% dalam basis basah, dan 75% atau lebih dalam hitungan basis kering. Berdasarkan Chowdhury *et al.* [48] Inulin dapat membantu pertumbuhan salah satu bakteri probiotik yaitu *Lactobacillus casei*. Perbedaan hasil parameter uji yang berbeda antara kultur dengan fruktan inulin dan fruktan dalam bawang putih mungkin disebabkan oleh struktur molekul senyawa (yaitu linier atau bercabang) yang mempengaruhi kemudahan komponen ini didegradasi oleh bakteri [50]. *Bacteroides* dan *Bifidobacteria* dapat menggunakan fruktan inulin dan fruktan bawang putih sebagai sumber karbon untuk melakukan metabolisme dan pertumbuhan.

5.6 Umbi Dahlia

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mangunwidjaja [51], umbi dahlia memiliki

memiliki kandungan inulin yang tinggi. Inulin tertinggi berasal dari umbi dahlia jenis pompon dengan helaian mahkota berwarna jingga yaitu sebesar 82,8% berat kering. Umbi Dahlia jenis pompon memiliki potensial paling tinggi untuk digunakan sebagai sumber [52].

Pemberian inulin umbi dahlia mampu meningkatkan pertumbuhan *L.acidophilus* dan *S.thermophilus*. Ekstrak inulin umbi dahlia pada total solid 40 mg/g mampu meningkatkan pertumbuhan probiotik *Bifidobacterium bifidum* dalam yoghurt, serta meningkatkan degradasi laktosa dan untuk mempercepat produksi asam laktat [53].

Inulin dari umbi dahlia dan tanaman Chicory serta kombinasinya dapat memperlambat penyerapan glukosa dalam usus, menurunkan kadar gula darah, menurunkan hemoglobin A1c, meningkatkan sirkulasi GLP-1, menurunkan hiperglikemia, insulin resistensi (IR) dan hiperlipidemia, mengurangi stres oksidatif, meningkatkan insulin dan kadar leptin, memfasilitasi transportasi glukosa GLUT4 dengan mengaktifkan jalur PI3K/Akt, sebagai anti inflamasi, dan terlibat dalam beberapa ekspresi gen anti hiperglikemik yang keseluruhannya memiliki efek sebagai antidiabetik [54].

5.7 Talas

Umbi talas memiliki kandungan inulin sebesar 1,72 mg/g dan rafinosa sebesar 8,6 mg/g sehingga memiliki potensi untuk dijadikan sebagai alternatif sumber prebiotik [55].

KESIMPULAN

Inulin dan fruktooligosakarida merupakan salah satu jenis prebiotik karena memiliki ikatan $\beta(2-1)$ sehingga memiliki ketahanan tinggi terhadap hidrolisis oleh asam maupun enzim pada saluran pencernaan manusia dan hanya dapat dicerna oleh probiotik. Fruktooligosakarida dan Inulin jika di konsumsi dapat dimanfaatkan oleh mikroflora usus menghasilkan SCFA yang memiliki manfaat kesehatan seperti pengurangan kadar kolesterol dan kadar glukosa darah, menurunkan tekanan darah. Fruktooligosakarida dan inulin dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya seperti *Lactobacillus plantarum* B1765, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bifidobacterium breve*, dan *Bifidobacterium longum*. Fruktooligo-

Menurut penelitian Setiarto *et al* [56], tepung talas termodifikasi yang ditambahkan pada yoghurt dapat digunakan sebagai pertumbuhan bakteri asam laktat dengan total bakteri asam laktat sebesar log 7,01 cfu/ml dan perubahan pH sebesar 4,5 serta total asam tertitrat yang terhitung sebesar 1,44%. Pada penelitian lain, kondisi optimal untuk memproduksi tepung talas termodifikasi menggunakan metode fermentasi dengan kultur *L.plantarum* IS-20506 dengan masa inkubasi selama 48 jam dihasilkan kadar pati, kadar serat kasar, kadar air dan viskositas berturut-turut yaitu sebesar 73,81%, 2,36%, 13,11% dan 570 cP dilihat dengan adanya pertumbuhan bakteri sebesar 8,71 log CFU/ml dan pH yang dihasilkan yaitu 3,7[57].

Pertumbuhan optimal pada kultur campuran tercapai pada masa inkubasi selama 12 jam yang ditandai dengan jumlah total koloni BAL sebesar 9,14 (log cfu/mL). Kultur tunggal *Leu. mesenteroides* SU-LS 67 mencapai pertumbuhan optimal pada masa inkubasi selama 18 jam dengan jumlah total koloni BAL yaitu 9,27 (log cfu/mL). Kultur tunggal *L. plantarum* D-240 pada jam ke-24 mengalami pertumbuhan yang optimum dengan jumlah total koloni BAL sebesar 9,28 (log cfu/mL). tepung talas FOC-1S juga memperlihatkan aktivitas prebiotik yang bernilai positif yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan *L. plantarum*-EPEC (0,10) maupun *L.acidophilus*-EPEC (0,11) [58].

sakarida dan inulin dapat ditemukan pada bahan pangan yang mudah didapatkan di Indonesia seperti ubi jalar, ubi garut, gembili, bengkoang, bawang putih, umbi dahlia, dan talas. Inulin dan FOS pada bahan pangan lokal ini diketahui dapat menjadi media pertumbuhan beberapa strain bakteri asam laktat dan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber prebiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. R. Pandey, S. R. Naik, and B. V. Vakil, 2015, "Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, no. 12, pp. 7577–7587.
- [2] M. B. Roberfroid, 2000, "Chicory fructooligosaccharides and the

- gastrointestinal tract,” *Nutrition*, vol. 16, no. 7–8, pp. 677–679.
- [3] O. Murphy, 2001, “Non-polyol low-digestible carbohydrates: food applications and functional benefits,” *Br. J. Nutr.*, vol. 85, no. S1, pp. S47–S53.
- [4] K. E. Scholz-Ahrens and J. Schrezenmeir, 2007, “Inulin and oligofructose and mineral metabolism: The evidence from animal trials,” *J. Nutr.*, vol. 137, no. 11.
- [5] M. B. Roberfroid, 2005, “Introducing inulin-type fructans,” *Br. J. Nutr.*, vol. 93, no. S1, pp. S13–S25.
- [6] K. Pokusaeva, G. F. Fitzgerald, and D. Van Sinderen, 2011, “Carbohydrate metabolism in Bifidobacteria,” *Genes Nutr.*, vol. 6, no. 3, pp. 285–306.
- [7] B. E. Moghadam, F. Keivaninahr, M. Fouladi, R. R. Mokarram, and A. Nazemi, 2019, “Inulin addition to yoghurt: Prebiotic activity, health effects and sensory properties,” *Int. J. Dairy Technol.*, vol. 72, no. 2, pp. 183–198.
- [8] A. Pompei *et al.*, 2008, “In vitro comparison of the prebiotic effects of two inulin-type fructans,” *Anaerobe*, vol. 14, no. 5, pp. 280–286.
- [9] D. Apriyanto and I. G. M. Sanjaya, 2014, “Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Lama Perebusan Umbi Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) Terhadap Bioavailabilitas Zn dan Mg” *UNESA J. Chem.* vol. 3, no. 3.
- [10] E. R. M. Rafsanjani and P. R. Wikandari, 2017, “Pengaruh Lama Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Plantarum* B1765 Terhadap Mutu Pikel Umbi Yakon (*Smallanthus Sonchifolius*),” *UNESA J. Chem.*, vol. 6, no. 2, pp. 76–80.
- [11] J. W. Yun, 1996, “Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation, and application,” *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 19, no. 2, pp. 107–117.
- [12] I. S. Surono, 2004, *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*. YAPMMI.
- [13] T. L. Miller and M. J. Wolin, 1996, “Pathways of acetate, propionate, and butyrate formation by the human fecal microbial flora,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 62, no. 5, pp. 1589–1592.
- [14] M. Roberfroid, 1998, “Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties,” *J Nutr*, vol. 80(4), no. Oct, pp. 197–202.
- [15] J. H. Cummings and H. N. Englyst, 2018, “Fermentation in the human large intestine and the available substrates,” *J Clin Nutr*, no. March, pp. 43–55.
- [16] A. J. Khattak, A. J. Khattak, and F. M. Council, 2002, “Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 34, no. 1, pp. 19–29.
- [17] D. M. A. Saulnier, D. Molenaar, W. M. De Vos, G. R. Gibson, and S. Kolida, 2007, “Identification of prebiotic fructooligosaccharide metabolism in *Lactobacillus plantarum* WCFS1 through microarrays,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 73, no. 6, pp. 1753–1765.
- [18] Y. Maryati, L. Nuraida, and R. Dewanti-hariyadi, 2016, “A Study In Vitro of Lactic Acid Bacteria (LAB) Isolates on Cholesterol Lowering Ability in,” *Agritech*, vol. 36, no. 2, pp. 196–205.
- [19] L. Nabila and P. R. Wikandari, “Penentuan Aktivitas Ekstrak Kasar Enzim Inulinase Hasil Purifikasi Dari Bakteri *Lactobacillus plantarum* B1765,” *UNESA J. Chem.*, vol. 7, no. 2, pp. 44–47, 2018.
- [20] B. Tungland, 2000, *Inulin-A comprehensive scientific review*.
- [21] B. L. Pool-Zobel, 2005, “Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk: review of experimental and human data,” *Br. J. Nutr.*, vol. 93, no.

- S1, pp. S73–S90,
- [22] Puspitasari, Kharisma Nur; Wikandari, P.R., 2016 “Potention Of Lactobacillus plantarum B1765 To Producing SCFA In The Fermentation Process Of Yakon (*Smallanthus sonchifolius*)” *UNESA J. Chem* no. September.
- [23] J. H. Cummings, G. T. Macfarlane, and H. N. Englyst, 2001, “Prebiotic digestion and fermentation,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 73, no. 2 SUPPL.,
- [24] D. I. A. Pereira, A. L. McCartney, and G. R. Gibson, 2003, “An in vitro study of the probiotic potential of a bile-salt-hydrolyzing *Lactobacillus fermentum* strain, and determination of its cholesterol-lowering properties,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 69, no. 8, pp. 4743–4752.
- [25] M. Naruszewicz, M. L. Johansson, D. Zapolska-Downar, and H. Bukowska, 2002, “Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on cardiovascular disease risk factors in smokers,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 76, no. 6, pp. 1249–1255,
- [26] W. R. Russell, S. H. Duncan, and H. J. Flint, 2013, “The gut microbial metabolome: Modulation of cancer risk in obese individuals,” *Proc. Nutr. Soc.*, vol. 72, no. 1, pp. 178–188,
- [27] M. M. A. Scheid, Y. M. F. Moreno, M. R. Maróstica Junior, and G. M. Pastore, 2013 “Effect of prebiotics on the health of the elderly,” *Food Res. Int.*, vol. 53, no. 1, pp. 426–432.
- [28] W. H. Adil, 2016, “Karakterisasi Plasma Nutfah Ubi Jalar Berdaging Umbi Predominan Ungu,” *Bul. Plasma Nutfah*, vol. 16, no. 2, p. 85.
- [29] N. . Adijuwana, 2005, “Pemanfaatan Ubi Jalar (*Ipoema batatas* L.) Untuk Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat,” IPB,
- [30] L. A. Lestari, M. H. N. E. Soesatyo, S. Irvati, and E. Harmayani, 2013, “Characterization of Bestak sweet potato (*Ipomoea batatas*) variety from Indonesian origin as prebiotic,” *Int. Food Res. J.*, vol. 20, no. 5, pp. 2241–2245.
- [31] S. Mustika, 2015, “Pengembangan Produk Yoghurt Sinbiotik Terenkapsulasi Berbahan Dasar Susu Sapi Dan Puree Ubi Jalar Ungu,” IPB. Bogor.
- [32] I. Rahmawati, 2015 “Evaluasi Pertumbuhan Isolat Probiotik (L. Casei Dan L. Plantarum) Dalam Medium Fermentasi Berbasis Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* L.) Selama Proses Fermentasi (Kajian Jenis Isolat Dan Jenis Tepung Ubi Jalar),” *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 4, no. 4.
- [33] A. Junaidi and P. R. Wikandari, 2020. “Pengaruh Lama Fermentasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) Dengan *Lactobacillus plantarum* B1765 Terhadap Mutu Minuman Fermentasi” *UNESA J. Chem* vol. 9, no. 1, pp. 77–82
- [34] N. Rosa, 2010, “Pengaruh Penambahan Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L) dalam Bentuk Tepung dan Pati sebagai Prebiotik pada Yoghurt sebagai Produk Sinbiotik Terhadap Daya Hambat Bakteri *Escherichia coli*,” *Artik. Penelitian, Semarang Univ. Diponegoro Semarang*.
- [35] N. Abesinghe, J. Vidanarachchi, and S. Silva, 2012, “The Effect of Arrowroot (*Maranta arundinacea*) Extract on the Survival of Probiotic Bacteria in Set Yoghurt,” *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 2, no. 1, pp. 2–5.
- [36] J. S, P. D.G.C.E., and K. P.M, 2020, “Evaluation of efficacy of Arrowroot (*Maranta arundinacea*) extract incorporated synbiotic ice-cream,” *Int. J. Psychosoc. Rehabil.*, vol. 24, no. 04, pp. 812–828,
- [37] S. Yuningtyas, A. R. Waty, and D. Ratnasari, 2021, “Aktivitas Antihiperkolesterolemia Dari Yoghurt Umbi Garut (*Maranta arundinacea* Linn) Dengan Perbedaan Formulasi,”

- JB*, vol. 12, no. 2, pp. 63–70.
- [38] S. Winarti, E. Harmayani, and R. Nurismanti, 2012, “Karakteristik dan Profil Inulin Beberapa Jenis Uwi (*Dioscorea* spp.),” *Agritech*, vol. 31, pp. 1–1.
- [39] Y. Khasanah, R. Nurhayati, Miftakhussholihah, S. Btari, and E. Ratnaningrum, 2019, “Isolation oligosaccharides from gembili (*Dioscorea esculenta* Lour. Burkill) as prebiotics,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 633, no. 1,
- [40] Y. Winarti, S; Harmayani, E; Marsono, Y; Pranoto, 2013, “Effect of inulin isolated from lesser yam (*Dioscorea esculenta*) on the growth of probiotics bacteria and SCFA formation during fermentation,” *Int. Res. J. Microbiol.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–63,
- [41] A. Y. Prabowo, E. Teti, and P. Indria, 2014, “Umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan pangan mengandung senyawa bioaktif: kajian pustaka,” *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, pp. 129–135,.
- [42] I. Hidayat and P. R. Wikandari, 2020. “Pengembangan Gelato Sinbiotik Berbahan Dasar Soygurt dan Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.)” *UNESA J. Chem.*, vol. 9, no. 1, pp. 17–22.
- [43] E. Lukitaningsih, 2014, “Bioactive Compounds In Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) as Antioxidant and Tyrosinase Inhibiting Agents,” *Indones. J. Pharm.*, vol. 25, no. 2, p. 68,
- [44] E. Harmayani, T. Utami, and L. Purwandani, 2011, “Potensi Tepung Serat Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Sebagai Prebiotik pada *Bifidobacterium longum* dan *Lactobacillus acidophilus*,” *Pros. Semin. Nas. PATPI*, pp. 509–514.
- [45] M. Wimala, Y. Retaningtyas, and L. Wulandari, 2015, “Penetapan Kadar Inulin dalam Ekstrak Air Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) dari Gresik Jawa Timur dengan Metode KLT” *e-Jurnal Pustaka Kesehat.*, vol. 3, pp. 65.
- [46] A. Hilman, 2012 “Karakteristik Polisakarida Larut Air (PLA) Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) dari Berbagai Metode Ekstraksi,”
- [47] A. S. Suharyono and M. Kurniadi, 2010, “Pengaruh Konsentrasi Starter *Streptococcus thermophilus* Dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Laktat Dari Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*),” *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 3, no. 1, p. 51.
- [48] R. Chowdury *et al.*, 2014, “Association of Dietary, Circulating, and Supplement Fatty Acids With Coronary Risk,” *Ann. Intern. Med.*, vol. 160, pp. 398–406.
- [49] P. Sunu, D. Sunarti, L. D. Mahfudz, and V. D. Yudianto, 2019, “Prebiotic activity of garlic (*Allium sativum*) extract on *Lactobacillus acidophilus*,” *Vet. World*, vol. 12, no. 12, pp. 2046–2051,
- [50] M. Zhang, N. Lei, T. Zhu, and Z. Zhang, 2013, “Thermal processing effects on the chemical constituent and antioxidant activity of s-alk(en)ylcysteine s-oxides (alliin) extract,” *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 51, no. 1, pp. 309–313.
- [51] D. Mangunwidjaja, M. Rahayuningsih, and R. Suparwati, 2014, “Pengaruh Konsentrasi Enzim dan Waktu Hidrolisis Enzimatis Terhadap Mutu Fruktosa-oligosakarida Dari Inulin Umbi Dahlia (*Dahlia pinnata*),” *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, vol. 3.
- [52] S. Widowati, 2007, “Potensi Inulin Sebagai Komponen Pangan Fungsional dari Umbi Dahlia (*Dahlia pinnata* L.),” *J. Pangan*, vol. 16, no. 1, pp. 76–80.
- [53] N. S. Anindita and E. Wahyuni, 2010, “The application of local Dahlia tuber

- (*Dahlia pinnata* L) as prebiotics for improving viability of probiotics *Bifidobacterium bifidum* in yoghurt 1,” pp. 671–676.
- [54] Sunarti, C. N. Ginting, and S. F. Ginting, 2022. “Narrative Review : Potensi Inulin Umbi Dahlia Sebagai Anti Diabetes,” *J. Keperawatan Prior.*, vol. 5, pp. 53–65.
- [55] N. Y. Njintang, C. M. Mbofung, F. Balaam, P. Kitissou, and J. Scher, 2008, “Effect of taro (*Colocasia esculenta*) flour addition on the functional and rheological properties of wheat flour and dough,” *J. Sci. Food Agric.*, vol. 88, pp. 273–279.
- [56] R. H. B. Setiarto, N. Widhyastuti, and N. Widhyastuti, 2017, “Pengaruh Starter Bakteri Asam Laktat dan Penambahan Tepung Talas Termodifikasi terhadap Kualitas Yogurt Sinbiotik,” *J. Ris. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, p. 18,
- [57] D. Nurani, S. Sukotjo, and I. Nurmalasari, 2013, “Optimasi Proses Produksi Tepung Talas (*Colocasia esculenta*, L. Schott) Termodifikasi Secara Fermentasi,” *J. IPTEK*, vol. 8, no. 1, pp. 1–72.
- [58] R. H. B. Setiarto, “Improvement Resistant Starch Content from Taro Flour by Fermentation and Autoclaving- Cooling and Its Prebiotic Properties Evaluation,” 2015.