

POTENSI MINUMAN FERMENTASI SARI KULIT SINGKONG (*MANIHOT ESCULENTA*) DENGAN KULTUR STARTER *Lactobacillus plantarum* B1765 SEBAGAI MINUMAN PROBIOTIK

POTENTIAL OF FERMENTED CASSAVA PEEL JUICE WITH *Lactobacillus plantarum* B1765 STARTER CULTURE AS A PROBIOTIC BEVERAGE

*Ismatul Maulah dan Prima Retno Wikandari**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761*

*Corresponding author e-mail: primaretno@unesa.ac.id

Abstrak. Kulit singkong mengandung nutrisi yang baik untuk pertumbuhan bakteri asam laktat prebiotik. *Lactobacillus plantarum* B1765 telah diketahui berpotensi sebagai probiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi terhadap mutu mikrobiologi (total bakteri asam laktat), kimia (pH, total asam tertitrasi), dan organoleptik (warna, rasa, dan aroma) dari produk minuman probiotik sari kulit singkong (*Manihot esculenta*) dengan kultur starter *L. plantarum* B1765. Fermentasi dilakukan selama 0, 12, 24, 36, 48, dan 60 jam dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 5% (v/v) pada suhu 37°C. Jumlah total BAL ditentukan menggunakan metode Total Plate Count, Total Asam Tertitrasi diukur dengan titrasi asam basa, pH ditentukan dengan menggunakan pH meter, dan organoleptik diuji dengan metode hedonic scale. Lama fermentasi berpengaruh pada total BAL, pH, TAT, dan Organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi 60 jam memiliki hasil yang memenuhi standar mutu dengan total BAL mencapai $1,38 \times 10^7$ CFU/mL, nilai pH 3,26, nilai TAT 0,2 % dan nilai rata-rata kesukaan warna 3,68; rasa 2,74; serta aroma 2,97 yang menunjukkan kriteria suka. Berdasarkan total BAL, pH dan TAT, kualitas produk ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk minuman probiotik, sehingga dapat digunakan sebagai minuman probiotik.

Kata kunci : minuman probiotik, kulit singkong, *L. plantarum* B1765

Abstract. Cassava peels contain nutrients that are good for the growth of prebiotic lactic acid bacteria. *Lactobacillus plantarum* B1765 has been known to have potential as a probiotic. This study aims to determine the effect of fermentation time on the microbiological (total lactic acid bacteria), chemical (pH, total titratable acid), and organoleptic (color, taste, and aroma) quality of probiotic beverage products from cassava peel (*Manihot esculenta*) with *L. plantarum* B1765 starter culture. Fermentation was carried out for 0, 12, 24, 36, 48, and 60 hours with 5% (v/v) *L. plantarum* B1765 starter culture at 37°C. Total LAB count was determined using the Total Plate Count method, Total Titratable Acid was measured by acid-base titration, pH was determined using a pH meter, and organoleptic was tested using the hedonic scale method. Fermentation duration had an effect on total LAB, pH, TAT, and organoleptic. The results showed that 60 hours of fermentation had results that met the quality standards with total LAB reaching 1.38×10^7 CFU/mL, pH value of 3.26, TAT value of 0.2% and the average value of color liking 3.68; taste 2.74; and aroma 2.97 which showed the criteria of liking. Based on total LAB, pH and TAT, the quality of this product has met the Indonesian National Standard (SNI) for probiotic drinks, so it can be used as a probiotic drink.

Keywords : probiotic drink, cassava peel, *L. plantarum* B1765

PENDAHULUAN

Singkong merupakan salah satu komoditas tanaman pangan utama di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil singkong terbesar di dunia, setelah Ghana, Nigeria, Kongo, dan Thailand [1]. Di Indonesia, Singkong digunakan sebagai bahan baku industri untuk produk seperti mokaf, keripik singkong, dan tepung tapioka. Selain digunakan dalam industri, singkong juga diekspor dalam bentuk singkong beku yang sudah dikuliti. Ekspor singkong beku mencapai 4.820 ton pada tahun 2019 dan meningkat menjadi 16.529 ton pada tahun 2020 [2]. Hal ini menunjukkan bahwa potensi produksi singkong cukup tinggi. Sementara itu, jumlah limbah kulit singkong yang ada di Indonesia diketahui per tahunnya mencapai 2,3-4,6 juta ton [3].

Limbah kulit singkong mudah diperoleh karena pemanfaatannya yang masih belum maksimal, sehingga perlu pemanfaatan lebih baik. Hal ini karena kulit singkong diketahui memiliki karbohidrat sebanyak 64,6 gram, serat kasar 15,2 gram, protein 8,11 gram, lemak 1,29 gram, kalsium 0,63 gram, pektin 0,22 gram yang dapat digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan bakteri asam laktat [4]. Sehingga berpotensi untuk dapat dikembangkan menjadi produk pangan fungsional.

Pangan fungsional merupakan pangan yang secara alamiah mengalami proses, memiliki satu atau lebih senyawa yang mempunyai fungsi fisiologis tertentu yang berguna bagi kesehatan [5]. Salah satu pangan fungsional yang dikembangkan saat ini adalah pangan sebagai agen probiotik. Probiotik merupakan mikroba hidup yang ditambahkan pada makanan untuk kebutuhan diet dan memberi efek kesehatan bagi inangnya dengan cara meningkatkan keseimbangan mikroflora usus [6]. Konsumsi probiotik dapat menimbulkan efek terapeutik pada tubuh dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan [7].

Penelitian ini mengkaji potensi minuman yang dibuat dari sari kulit singkong yang difermentasi dengan kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai minuman agen probiotik. *L. plantarum* B1765 adalah salah satu isolate bekasam yang merupakan produk fermentasi ikan. Seperti diketahui *L. plantarum* B1765 telah diteliti memiliki potensi sebagai kultur probiotik karena dapat menunjukkan karakteristik seperti

resisten terhadap antibiotik, resisten terhadap bakteri patogen, resisten terhadap kondisi pH saluran cerna dan garam empedu [8].

Penelitian ini mengkaji sari kulit singkong difermentasi dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 selama waktu tertentu untuk mengevaluasi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), pH, TAT serta mutu organoleptiknya meliputi warna, aroma dan rasa. Fermentasi kulit singkong oleh *L. plantarum* B1765 diharapkan dapat meningkatkan total BAL. Kulit singkong mengandung nutrisi, seperti serat kasar tinggi yang memiliki kandungan oligosakarida tinggi diharapkan dapat digunakan sebagai media pertumbuhan yang baik bagi *L. plantarum* [9]. Peningkatan total BAL pada minuman fermentasi kulit singkong diharapkan dapat menjadi agen probiotik *L. plantarum* B1765. Metabolisme BAL juga akan menghasilkan nilai pH rendah dan peningkatan Total Asam Tertitrasi (TAT) yang akan meningkatkan keamanan pangan dan menentukan mutu organoleptik produk terutama warna, aroma, dan rasa. Selain nilai pH rendah, keamanan pangan produk minuman sari kulit singkong dapat dipengaruhi oleh senyawa bioaktif antibakteri. Seperti diketahui *L. plantarum* B1765 juga dapat menghasilkan senyawa antibakteri bakteriosin [10].

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa beberapa bahan pangan dan limbah pertanian merupakan medium pertumbuhan yang baik bagi *L. plantarum* B1765 probiotik. seperti pada minuman sari isi nangka [11], minuman sari belimbing [12], keju kacang tunggak [13], minuman sari bengkuang [14], minuman sari tomat [15]. Selain itu, penelitian tentang fermentasi kulit singkong juga telah dilakukan, namun penelitian tersebut terbatas pada pengujian mutu produk dan pengaruhnya pada sianida yang dipergunakan untuk keperluan campuran pakan ternak [16]. Belum pernah dilakukan pengolahan kulit singkong menjadi minuman sari kulit singkong probiotik dan pengujian terhadap mutu produk (BAL, TAT, dan pH) juga mutu organoleptik (Warna, Aroma, dan Rasa). Hal ini merupakan kebaruan dari penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh lama fermentasi dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 terhadap peningkatan total BAL, penurunan pH, dan peningkatan total asam tertitrasi. Selain itu dikaji pyengadu lama

fermentasi terhadap hasil organoleptik pada minuman fermentasi.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk dasar pengembangan minuman sari kulit singkong sebagai upaya diversifikasi pangan fungsional probiotik dan menjadi salah satu alternatif dalam mengatasi limbah kulit singkong menjadi produk minuman yang memberikan nilai tambah.

METODE PENELITIAN

Bahan

Kulit singkong yang diperoleh dari industri tape singkong di Gresik, gula pasir, kultur starter *L. plantarum* B1765, MRS Broth *Lactobacillus for analysis* (Merck), akuades steril, alkohol 70% (Onemed), NaOH for analysis (Merck), NaCl for analysis (Merck), tepung agar (Swallow), CaCO₃, indikator phenolphthalein (Merck).

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel

Preparasi sampel mengacu pada prosedur [11] dengan beberapa modifikasi. Kulit singkong bagian putih dicuci bersih kemudian dipotong-potong kecil. Kulit singkong diblanching selama 30 menit pada suhu ±80° C dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:4, kemudian dihaluskan menggunakan blender. Hasilnya kemudian dihomogenkan menggunakan shaker selama 1 jam, lalu disaring. Sari kulit singkong yang diperoleh kemudian ditambahkan gula 10% (b/v) dan dipasteurisasi selama 15 menit pada suhu 85° C. Sampel yang telah dipasteurisasi kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca steril dan diinokulasikan kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765 sebanyak 5% (v/v) dan difermentasi pada suhu 37° C selama 12, 24, 36, 48, dan 60 jam, kemudian digunakan sebagai sampel.

Penentuan pH sampel

Penentuan pH pada sampel mengacu pada penelitian [17] menggunakan pH meter yang telah distandarisasi terlebih dahulu dengan larutan buffer. Kemudian, letakkan elektroda yang telah dicelupkan ke dalam ±20 mL sampel sari kulit singkong hingga nilai pH meter terdeteksi.

Penentuan Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Total BAL dilakukan dengan metode Total Plate Count (TPC) mengacu pada penelitian [18]. Sampel kulit singkong diencerkan menggunakan larutan NaCl 0,85% dengan pengenceran 10⁻¹ hingga 10⁻⁸. Pengambilan

sampel dilakukan dengan menggunakan mikropipet sebanyak 1 mL dari pengenceran tersebut ke dalam cawan petri. Selanjutnya, media MRS broth dituang sebanyak ±15 mL. Media dalam cawan petri kemudian diinkubasi secara terbalik pada suhu 37° C selama 48 jam. Kemudian dihitung jumlah bakteri asam laktat dengan menggunakan satuan CFU (*colony forming unit*)/mL units.

Penentuan Total Asam Tertitrasi

Penentuan Total Asam Tertitrasi mengacu pada penelitian [17] dengan modifikasi. Sampel sebanyak 20 mL diencerkan hingga 100 mL dalam labu ukur, kemudian diambil 20 mL lalu ditambahkan indikator fenoftalein sebanyak 2-3 tetes. Sampel kemudian dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi merah muda. NaOH distandarisasi dengan asam oksalat yang dititrasi menggunakan larutan NaOH dengan indikator fenoftalein. Total asam tertitrasi dinyatakan dalam persen asam tertitrasi.

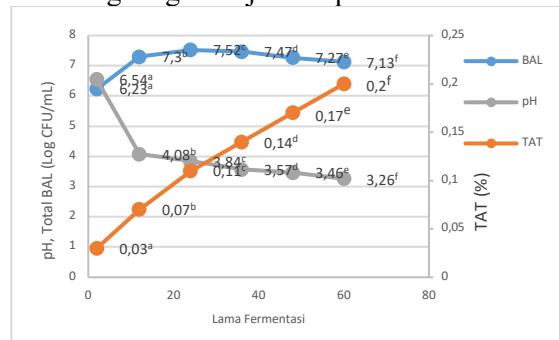
Pengujian Organoleptik

Pengujian organoleptik yang dilakukan dengan metode uji *hedonic scale* mengacu pada penelitian [17]. Sebanyak 31 orang panelis tidak terlatih guna menilai tingkat kesukaan warna, rasa, serta aroma dengan skala numerik yakni 1: kriteria sangat tidak suka; 2: kriteria tidak suka, 3: kriteria suka; serta 4: kriteria sangat suka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Mutu Mikrobiologi (Total BAL) dan Mutu Kimia (pH dan TAT)

Pengujian kualitas mikrobiologi diukur dari jumlah total BAL yang diuji dengan metode TPC. Sementara itu, kualitas kimia diukur dengan dengan uji pH dan uji TAT. Hasil uji total BAL, pH dan TAT minuman probiotik sari kulit singkong ditunjukkan pada Grafik 1.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menyatakan terdapat perbedaan nyata dengan taraf kesalahan 5%.

Grafik 1. Peningkatan total BAL, pH, dan TAT Minuman Probiotik Sari Kulit Singkong

Berdasarkan analisis statistik, data total BAL dan TAT berdistribusi normal dan homogen, sehingga memenuhi syarat untuk uji *One Way Anova*. Hasil dari uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa lama fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap total BAL dan TAT. Selanjutnya diuji lanjutan menggunakan uji *Post Hoc* LSD untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan ($p<0,05$) pada setiap perlakuan lama fermentasi terhadap total BAL dan TAT minuman probiotik sari kulit singkong. Namun, hasil analisis statistik data pH tidak berdistribusi normal dan homogen, sehingga diuji menggunakan *Kruskal Wallis*. Berdasarkan uji *Kruskal Wallis*, lama fermentasi berpengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap pH. Selanjutnya, diuji menggunakan *Post Hoc Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil uji menunjukkan perbedaan signifikan ($p<0,05$) pada masing-masing perlakuan lama fermentasi terhadap pH minuman probiotik kulit singkong.

Berdasarkan Grafik 1. diketahui bahwa total BAL terus meningkat pada waktu fermentasi 0-24 jam sebesar $1,70 \times 10^6$ hingga $3,33 \times 10^7$ CFU/mL, terjadi peningkatan 1 log cycle, fase ini menunjukkan terjadinya puncak fase eksponensial pertumbuhan BAL. Fase stationer pada penelitian ini tidak dapat diamati, karena setelah mencapai pertumbuhan optimum pada 24 jam, total BAL menunjukkan penurunan pada 36-60 jam fermentasi. Pada kondisi ini pH terus menunjukkan penurunan hingga 60 jam fermentasi yang menunjukkan fase kematian. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan menyebabkan total BAL yang dihasilkan semakin meningkat. Peningkatan BAL berkaitan dengan nutrisi yang ada di dalam medium. Selain itu, pada minuman sari kulit singkong ini ditambahkan gula sebanyak 10% (b/v) yang tergolong sebagai nutrisi untuk pertumbuhan *L. plantarum* B1765. Gula yang ada pada medium fermentasi diubah menjadi monosakarida oleh enzim amilase sehingga menghasilkan energi untuk pertumbuhan bakteri asam laktat [19].

Semakin meningkatnya total BAL menyebabkan pH turun dan TAT semakin meningkat. Penurunan pH disebabkan oleh pertumbuhan *L. plantarum* B1765 yang menghidrolisis gula menjadi asam laktat dan asam organik lainnya. *L. plantarum* B1765

merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif fakultatif yang dapat menghasilkan asam laktat dan asam organik lainnya [20]. Selama fermentasi, glukosa akan dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk membentuk asam laktat lebih banyak yang akan menyebabkan penurunan pH [21]. Oleh karena itu, produk fermentasi sari kulit singkong ini terus mengalami penurunan. pH sari kulit singkong sebelum fermentasi adalah 6,54 kemudian mengalami penurunan menjadi 3,26 pada 60 jam fermentasi. Penurunan pH berkorelasi dengan jumlah asam yang terbentuk. Ketika asam laktat yang dihasilkan semakin meningkat, ion H^+ yang dilepaskan juga semakin meningkat karena selama proses fermentasi, asam akan terpecah menjadi H^+ dan $CH_3COHCOO^-$. Hal ini dapat menyebabkan nilai pH menurun akibat dari peningkatan jumlah ion H^+ yang dilepaskan dalam molekul per larutan suatu larutan [22]. pH menjadi semakin asam seiring dengan bertambahnya jumlah ion H^+ yang dilepaskan oleh asam laktat, sehingga meningkatkan keasaman produk [23]. Nilai TAT pada awal fermentasi adalah sebesar 0,036% dan terus meningkat hingga 0,202% pada lama fermentasi 60 jam.

Pada penelitian [24], peningkatan total BAL mencapai 2 log cycle dan penurunan pH sebesar 6,15-3,28 pada umbi yakon pada lama fermentasi 0-48 jam dengan konsentrasi *L. plantarum* B1765 yang digunakan adalah sebesar 10% (v/v). Pada penelitian [14] pada sari bengkuang fermentasi total BAL bisa meningkat hingga 4 log cycle dengan waktu fermentasi 12 jam dengan konsentrasi BAL 5%. Selain itu, BAL dapat meningkat sebesar 2 log cycle pada 12 jam dengan konsentrasi BAL 5% pada fermentasi bengkuang [25] [26] dan meningkat sebesar 2 log cycle pada ubi ungu dengan konsentrasi BAL 2,5% selama 12 jam [18]. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan total BAL yang lebih rendah dan peningkatan TAT yang baru mencapai 0,2 % pada waktu fermentasi 60 jam dibandingkan produk fermentasi yang telah dilakukan sebelumnya.

Jika melihat fenomena ini, maka kulit singkong dapat menjadi media pertumbuhan BAL, namun bukan sumber nutrisi yang baik bagi BAL. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka perlu dilakukan perubahan rasio antara kulit singkong dan air. Alternatif yang kedua adalah menambahkan konsentrasi gula

sebagai tambahan sumber energi. Namun demikian, produk ini sudah dapat memenuhi standar SNI dari sisi jumlah BAL yaitu minimal 1×10^6 CFU/mL dan keasaman titrasi yaitu 0,2% [27].

Pengujian Mutu Organoleptik

Hasil uji organoleptik minuman probiotik sari kulit singkong dapat ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan uji statistik, hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap warna, aroma, dan rasa. Selanjutnya dilakukan uji Mann Whitney pada masing-masing indikator. Hasil uji Mann Whitney menunjukkan bahwa lama fermentasi 0 jam dengan 12-60 jam terdapat perbedaan secara nyata terhadap warna, aroma dan rasa. Lama fermentasi 12 jam dengan 24-36 jam terdapat perbedaan nyata terhadap aroma dan rasa, sedangkan lama fermentasi 12 jam dengan 48-60 jam tidak terdapat perbedaan nyata terhadap aroma. Lama fermentasi 12 jam dengan 24-60 jam terdapat perbedaan nyata terhadap warna, sedangkan lama fermentasi 24-60 tidak terdapat perbedaan nyata terhadap warna.

Tabel 1. Hasil Uji Organoleptik Warna, Aroma, dan Rasa Minuman Probiotik Sari Kulit Singkong

Lama Fermentasi	Indikator		
	Warna	Aroma	Rasa
0 Jam	2,39±0,558 ^a	2,42±0,672 ^a	2,48±0,677 ^a
12 Jam	2,81±0,703 ^b	2,94±0,629 ^b	2,77±0,845 ^b
24 Jam	3,39±0,615 ^c	3,55±0,568 ^c	3,42±0,564 ^c
36 Jam	3,48±0,508 ^c	3,39±0,615 ^c	3,52±0,508 ^c
48 Jam	3,52±0,570 ^c	2,81±0,601 ^b	3,19±0,654 ^{cd}
60 Jam	3,68±0,475 ^c	2,74±0,575 ^b	2,97±0,706 ^{bd}

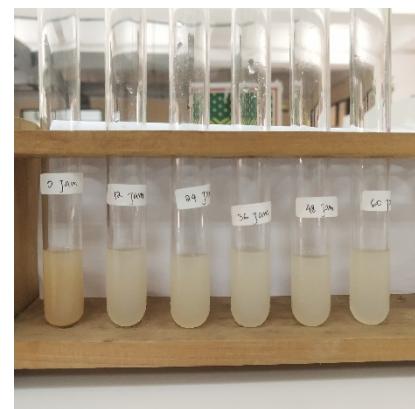
Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menyatakan terdapat perbedaan nyata dengan taraf kesalahan 5%.

Panelis lebih suka dengan produk fermentasi daripada produk non fermentasi, namun kurang suka dengan produk fermentasi yang terlalu asam, sehingga tingkat kesukaan menurun setelah fermentasi 36 jam. Pada fermentasi 24 dengan 36 jam tidak terdapat perbedaan nyata karena pH yang dihasilkan juga tidak jauh berbeda sehingga panelis tidak dapat membedakan rasa dari produk.

Berdasarkan Tabel 1, lama fermentasi berpengaruh terhadap tingkat kesukaan warna, aroma, dan rasa. Nilai rata-rata kesukaan warna

adalah 3,68 (suka) dengan lama fermentasi 60 jam.

Warna produk sebelum fermentasi cenderung berwarna coklat akibat proses pencoklatan (*browning*) dibandingkan dengan setelah fermentasi yang dapat dilihat pada Gambar 1 hal ini menyebabkan panelis lebih menyukai produk setelah fermentasi. Pencoklatan ini akibat dari proses oksidasi yang dikatalisis oleh enzim polifenol oksidase. Enzim yang menyebabkan pencoklatan secara enzimatik adalah polifenol oksidase (PPO) [28].



Gambar 1. Minuman probiotik sari kulit singkong dengan lama fermentasi yang berbeda

Reaksi pencoklatan ini terjadi akibat interaksi enzim dengan substrat dalam hal ini senyawa fenolik kulit singkong yang teroksidasi menjadi kuinon oleh enzim fenolase [29]. Menurut [30] bahwa kulit singkong telah diteliti memiliki senyawa fenolik. Senyawa fenolik pada kulit singkong meliputi asam ferulat glikosida, asam klorogenat dan asam kafeat [31]. Pencoklatan enzimatis ini mempengaruhi warna pada produk. Namun, reaksi pencoklatan ini terhambat akibat proses fermentasi pada sari kulit singkong yang menurunkan pH pangan yang menyebabkan kondisi tidak sesuai untuk aktivitas enzim fenolase, sehingga aktivitas enzim fenolase sangat kecil [32]. Reaksi pencoklatan sering terjadi antara pH 9-10,5. pH produk yang dihasilkan pada fermentasi sari kulit singkong 4,08-3,26 yang termasuk dalam pH rendah, sehingga warna produk tidak terjadi pencoklatan. Kesukaan terhadap aroma yang disukai panelis adalah pada lama fermentasi 24 jam dengan nilai 3,55 (suka) selanjutnya menurun.

Aroma yang dihasilkan dari produk setelah fermentasi beraroma asam hasil dari metabolisme BAL selama proses fermentasi [33]. Asam laktat dan asam-asam organik yang terbentuk selama fermentasi merupakan senyawa volatil yang berperan menghasilkan aroma asam dan juga menyebabkan penurunan pH pada substrat. Bakteri *L. plantarum* B1765 yang digunakan merupakan kultur starter heterofermentatif fakultatif, sehingga hasil utama fermentasi sari kulit singkong adalah asam laktat. *L. plantarum* B1765 dapat menghidrolisis kandungan gula yang terkandung pada sari kulit singkong menjadi asam laktat dan asam-asam organik [20]. Selain asam laktat, proses fermentasi juga menghasilkan asam lemak rantai pendek yang terbentuk dari oligosakarida yang terkandung pada kulit singkong. Jenis oligosakarida kulit singkong adalah xilo-oligosakarida yang diketahui dapat menghasilkan asam laktat dan asam lemak rantai pendek [5]. Jika waktu fermentasi semakin lama, jumlah asam laktat dan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan meningkat juga pH semakin menurun yang menghasilkan produk dengan aroma asam. Sedangkan produk sebelum fermentasi hanya beraroma kulit sedikit manis dari gula yang ditambahkan.

Produk sebelum fermentasi memiliki nilai rata-rata kesukaan paling rendah karena hanya memiliki rasa manis saja. Indikator rasa yang paling disukai produk ini dengan lama fermentasi 24 jam dihasilkan rata-rata kesukaan yaitu 3,42 (suka) yang pada waktu fermentasi selanjutnya mengalami penurunan. Rasa dan aroma pada minuman probiotik sari kulit singkong menjadi lebih asam akibat adanya asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi sehingga menyebabkan peningkatan BAL dan penurunan pH produk. Rasa manis pada minuman probiotik ini berasal dari kulit singkong dengan gula 10% (b/v) yang ditambahkan. Sedangkan rasa asam berasal dari ion H⁺ yang dihasilkan dari proses fermentasi [34]. Semakin lama fermentasi berlangsung maka total asam laktat yang dihasilkan semakin banyak, sehingga menyebabkan produk memiliki rasa semakin asam [35]. Berdasarkan hasil yang didapatkan minuman sari kulit singkong lebih setelah fermentasi memiliki kriteria suka, sehingga secara keseluruhan produk dapat diterima dengan baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan total BAL hingga $3,33 \times 10^7$ CFU/mL, penurunan pH hingga 3,26, peningkatan TAT hingga 0,2%, serta meningkatnya kesukaan terhadap warna, rasa, dan aroma. Selain itu, lama fermentasi 60 jam memiliki hasil yang memenuhi standar mutu dengan total BAL $1,38 \times 10^7$ CFU/mL, nilai pH 3,26, nilai TAT 0,2% dan nilai rata-rata kesukaan warna 3,68; rasa 2,97; serta aroma 2,74 yang menunjukkan kriteria suka. Berdasarkan total BAL, pH dan TAT, kualitas produk ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk minuman probiotik, sehingga dapat digunakan sebagai minuman probiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAO, F. a. (2020). *World Food and Agriculture*. Rome: Statistical Yearbook 2020.
- [2] Widarti, idarti, P. (2022). *Singkong Beku Mulai Rambah Pasar Eksport Baru, Perdana ke Curacao 24 Ton*. Dipetik February 24, 2024, dari <https://surabaya.bisnis.com/read/20220923/532/1580645/singkong-beku-mulai-rambah-pasar-eksport-baru-perdana-ke-curacao-24-ton>
- [3] Devinasari, O. A., Agustin, W. F., & Billah, M. (2022). Ekstraksi Sianida Dari Kulit Singkong Dengan Metode Rotating Ekstraktor. *Chempres*, 3(2), 15-19
- [4] Kholis, N., Annisa, N., Khotimah, K., Prameswari, D. A., Pangesti, I. T., & Rohmadi, M. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong untuk Meningkatkan UMKM di Desa Palingku Jaya. *Madaniya*, 4(4), 2070-2075.
- [5] Damayanti, M., Fithri, L., Khairunnisa, F., Purnamasari, S., Putri, K. A., Budiman, F., & Puspantingsih, N. T. (2021). Pemanfaatan Biokatalisis Tongkol Jagung Menjadi Kandidat Prebiotik Xilo-Oligosakarida. *Prosiding Webinar Nasional Kedokteran Hewan*, 6-22
- [6] Koutelidakis, A. E., & Konstantinidi, M. (2019). Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of its Possible Role on Weight Management and Obesity's

- Metabolic Consequences. *Medicines*, 6(3), 1-24.
- [7] Fuller, R. (1989). Probiotic in man and animal. *Journal Application Bacteriol*, 66, 365-378.
- [8] Sujadmiko, W. K., & Wikandari, P. R. (2017). Resistensi antibiotik amoksisilin pada strain Lactobacillus plantarum B1765 sebagai kandidat kultur probiotik. *Unesa Journal of Chemistry*, 6(1), 54-58.
- [9] Putri, Suprijatna, E., & Sunarti, D. (2020). Pengaruh Pemberian Aditif dalam Ransum Berupa Kombinasi Kulit Singkong dengan Lactobacillus Sp. terhadap Kualitas Eksterior Telur Puyuh Periode Laying. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 15(2), 148-154.
- [10] Hasan, A., & Wikandari, P. R. (2018). Penentuan Waktu Produksi Optimum Bakteriosin Asal Lactobacillus plantarum B1765 Berdasarkan Aktivitas Penghambatannya Terhadap *Staphylococcus aureus*. *UNESA Journal of Chemistry*, 7(1).
- [11] Nahdiyah, T. A., & Wikandari, P. R. (2022). The Effect of Fermentation Time on the Quality of Probiotic Products from Jackfruit Seed Extract with Lactobacillus plantarum B1765 as The Starter Culture Bacteria. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 33, 456-463.
- [12] Islahah, N., & Wikandari, P. R. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Produk Minuman Probiotik Sari Buah Belimbing dengan Kultur Starter L. plantarum B1765 . *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 89-95.
- [13] Putri, F. R., & Wikandari, P. R. (2022). The Effect of Fermentation Time on Product Quality of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp) Soft Cheese with Starter Culture of Lactobacillus plantarum B1765. *International Journal of Current Science Research and Review*, 5(6), 1962-1968.
- [14] Aji, A. P., & Wikandari, P. R. (2024). Antioxidant Potential of Jicama (*Pachyrhizus erosus*) Extract Fermented by Lactobacillus plantarum B1765. *Jurnal Pijar MIPA*, 19(1), 162-167.
- [15] Febriana, E., & Wikandari , P. R. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Tomat dengan Kultur Starter L. plantarum B1765. *UNESA Journal of Chemistry*, 11, 123-135.
- [16] Hermanto, & Fitriani. (2018). Pengaruh Lama Proses Fermentasi terhadap Kadar Asam Sianida (HCN) dan Kadar Protein Pada Kulit dan Daun Singkong. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 12(2), 170-180.
- [17] Hidaya, I., & Wikandari, P. R. (2020). Pengembangan gelato sinbiotik berbahan dasar soygurt dan umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.). *Unesa Journal of Chemistry*, 9(1), 17-22.
- [18] Junaidi, A., & Wikandari, P. R. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) dengan Lactobacillus plantarum B1765 Terhadap Mutu Minuman Fermentasi. *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), 77-82.
- [19] Sembiring, F. S., & Rossi, E. (2019). Variasi Lama Fermentasi Terhadap Mutu Mikrobiologis dan Viskositas Soayghurt Menggunakan Lactobacillus plantarum Idy L-20. *Sagu*, 18(2), 34-39.
- [20] Suryono, I. A., & Wikandari, P. R. (2019). Profil produksi short chain fatty acids dan asam laktat dari fermentasi Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) dengan bakteri kultur starter Lactobacillus plantarum B1765. *Unesa Journal of Chemistry*, 8(2), 92-97.
- [21] Fakhira, A. G., Abimanyu, Y., A'yun, Q., Qotrunnisa, H., & Anindita, N. S. (2023). Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat (BAL) pada pangan lokal terfermentasi sayur menjadi acar dengan analisis pH. *I. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- [22] Nurfuzianti, R., Lubis, N., & Cahyati, E. (2021). Review: Pengaruh Proses Fermentasi Terhadap Kandungan Asam Laktat Pada Makanan Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(2), 1-6.
- [23] Yulia, N., Wibowo, A., & Kosasih, E. D. (2020). Karakteristik Minuman Probiotik Sari Ubi Kayu dari Kultur Bakteri Lactobacillus acidophilus dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 10(2), 87-94.

- [24] Rafsanjani, E. R., & Wikandari, P. R. (2017). Pengaruh Lama Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum*. *UNESA Journal Chemistry*, 6(2).
- [25] Nazarend, A., & Wikandari, P. R. (2023). Effect of Fermented Jicama Extract With *Lactobacillus plantarum* B1765 As The Starter Culture on The Product Quality and Total Phenolic. *Journal of Tropical Agrifood*, 5(2), 96-104.
- [26] Wijayanti, A. A., & Wikandari, P. R. (2023). Potency of Fermented Jicama Extract Cultured with *Lactobacillus plantarum* B1765 FOR Producing Short Chain Fatty Acid. *Jurnal Pijar MIPA*, 18, 822-828.
- [27] BSN. (2009). *SNI 7552:2009-Minuman Susu Fermentasi*. Badan Standarisasi Nasional.
- [28] Rojas Grau, M. A., Sobrino-Lopez, A., & Martin-Belloso, A. (2006). Browning Inhibition in Fresh-cut 'Fuji' Apple Slices by Natural Antibrowning Agents. *Journal of Food Science*, 71.
- [29] Blackweel, W. (2012). *Food Biochemistry and Food Processing* (2nd ed.). New York.
- [30] Gagola, C., Suryanto, E., & Wewengkang, D. (2014). Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Fenolik Cortex Umbi Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Daging Putih dan Daging Kuning yang Diambil dari Kota Melonguane Kabupaten Kepulauan Talaud. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol. 3 No. 2 130.
- [31] Rodrigues, C. G., Silva, V. M., Loyola, A. d., Silva, M. R., Augusti, R., Melo, J. F., . . . Fante, e. A. (2022). Characterization And Identification Of Bioactive Compounds In Agro-Food Waste Flours. *Quim Nova*, 45 (4), 407.
- [32] Saputri, O. A. (2017). *Pengaruh Jenis Larutan Asam dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Karakteristik Fungsional Tepung Kulit Apel (Malus Sylvestris Mill)*. Universitas Brawijaya: Sarjana Thesis.
- [33] Mulyani, R., Adi, P., & Yang, J. J. (2022). Produk Fermentasi Tradisional Indonesia Berbahan Dasar Pangan Hewani (Daging Dan Ikan): A Review. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 1(2), 34-48.
- [34] Sari, A. E., & Anindita, R. (2024). Potensi Minuman Probiotik Berbahan Dasar Campuran Buah (Jambu, Lemon, Melon, Bit) Sebagai Minuman Kesehatan. *Jurnal Gizi*, 13(1), 1-7.
- [35] Indrawan, H., & Nairfana, I. (2022). Variasi Lama Waktu Fermentasi Terhadap, Organoleptik Dan Kandungan Antioksidan Teh Kombucha Daun Kersen Dengan Ekstrak Mangga. *Food and Agro-Industry*, 3(1), 83-95.