

Research Article

Home Page Journal: ejournal.umm.ac.id/index.php/ftths/about



DOI.10.22219/ftths.v8i1.36210

Received: September 2024

Accepted: Desember 2024

Available online: Januari 2025

Pengembangan Minuman Probiotik dengan Fermentasi Spontan Berbahan Apel Manalagi dari Beberapa Daerah di Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

Diah Yasmin Anggita^{1*}, Sukardi Sukardi¹, Dahlia Elianarni¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

*Corresponding author email: diahyasminanggita@gmail.com

Abstract. *Probiotic beverages are products enriched with lactic acid bacteria (LAB), which are beneficial for digestive health. Manalagi apples were chosen as the raw material due to their rich nutritional content and potential as an affordable alternative for probiotic drink production. Manalagi apples are widely found in various regions of Indonesia, particularly in Batu City, Malang Regency (Poncokusumo District), and Pasuruan Regency (Nongkojajar District). This study aimed to analyze the effects of Manalagi apples from Batu, Malang, and Pasuruan on the characteristics of apple probiotic beverages. The research was designed using a factorial Randomized Block Design (RBD) consisting of two factors with three repetitions for each treatment. The first factor was the cultivation area of Manalagi apples, including plantations in Batu (A1), Poncokusumo (A2), and Nongkojajar (A3). The second factor was the fermentation duration: 3 days (T1), 6 days (T2), 9 days (T3), 12 days (T4), and 15 days (T5). The results showed that fermentation time significantly influenced pH, total titratable acidity, lactic acid bacteria count, total sugar, total dissolved solids, and antioxidant activity. The best treatment for this apple probiotic drink was found in sample A3T5, which used Nongkojajar apples with a 15-day fermentation period.*

Keywords : *fermentation, manalagi apples, probiotic drinks*

Abstrak. Minuman probiotik merupakan produk yang diperkaya dengan bakteri asam laktat (BAL) yang bermanfaat bagi kesehatan saluran pencernaan. Apel Manalagi dipilih sebagai bahan baku karena kaya nutrisi dan berpotensi sebagai alternatif terjangkau untuk produksi minuman probiotik. Apel Manalagi merupakan varietas apel yang banyak ditemukan di berbagai daerah di Indonesia, terutama di Kota Batu, Kabupaten Malang (Kecamatan Poncokusumo), dan Kabupaten Pasuruan (Kecamatan Nongkojajar). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan apel manalagi dari Batu, Malang dan Pasuruan terhadap karakteristik minuman probiotik apel. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan pengulangan sebanyak tiga kali pada setiap perlakuan. Faktor pertama yaitu tempat apel manalagi dibudidayakan dengan daerah Perkebunan yang berada di Batu (A1), Poncokusumo (A2), dan Nongkojajar (A3) dan faktor kedua yang merupakan lama waktu fermentasi, yaitu 3 hari (T1), 6 hari (T2), 9 hari (T3), 12 hari (T4), dan 15 hari (T5). Hasil penelitian ini menunjukkan waktu fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap pH, total asam tertitrasi, jumlah bakteri asam laktat, total gula, total

padatan terlarut, serta aktivitas antioksidan. Perlakuan terbaik minuman probiotik apel ini terdapat pada sampel A3T5 yaitu Apel Nongkojajar dengan waktu fermentasi 15 hari.

Kata kunci : apel manalagi, fermentasi, minuman probiotik

PENDAHULUAN

Minuman probiotik merupakan produk yang diperkaya dengan mikroorganisme menguntungkan, terutama bakteri asam laktat (BAL) (Rizal dkk., 2016). Minuman probiotik juga dikenal sebagai minuman fermentasi, mengandung bakteri asam laktat hidup yang memberikan manfaat kesehatan ketika dikonsumsi (Pranayanti dan Sutrisno, 2015). Bakteri asam laktat (BAL) dalam minuman probiotik bermanfaat bagi saluran pencernaan dengan meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus dan bertahan hidup dalam tingkat keasaman lambung, memungkinkan mereka untuk berkembang dalam jumlah yang besar di usus (Herlina dan Nuraeni, 2014).

Fermentasi spontan merupakan proses fermentasi yang dilakukan tanpa penambahan bakteri starter (Sari, 2018). Pada prosesnya, minuman probiotik ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah waktu fermentasi. Durasi fermentasi yang optimal bervariasi, tergantung pada karakteristik yang diinginkan dalam minuman probiotik. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam produksi asam oleh bakteri asam laktat, yang pada gilirannya mempengaruhi pH, rasa, dan profil nutrisi produk akhir (Abubakar, 2022). Selain terhadap pertumbuhan mikroba, lama fermentasi berpengaruh terhadap metabolit fermentasi (Khafifah, 2023). Produk probiotik berbahan dasar susu saat ini berkembang pesat dengan harga mahal. Minuman probiotik yang lebih terjangkau dapat dibuat dari bahan alami seperti apel.

Apel khususnya jenis Apel Manalagi (*Malus sylvestris*) merupakan produk hortikultura yang sangat diminati dan dikonsumsi oleh masyarakat. Apel kaya akan nutrisi dan vitamin seperti lemak, energi, karbohidrat, protein, vitamin C, vitamin A, vitamin B2, dan vitamin B1 (Ciputra dkk., 2018). Apel Manalagi merupakan varietas apel yang banyak ditemukan di berbagai daerah di Indonesia, terutama di Kota Batu, Kabupaten Malang (Kecamatan Poncokusumo), dan Kabupaten Pasuruan (Kecamatan Nongkojajar).

Perbedaan tempat budidaya mempengaruhi kualitas buah, seperti ukuran, rasa manis, aroma, dan tingkat kekerasan. Faktor-faktor seperti unsur hara tanah, bahan organik, residu bahan kimia, kerusakan ekosistem, suhu, dan pemupukan turut mempengaruhi kualitas apel (Anggara dkk., 2017). Produktivitas apel Manalagi tidak seimbang dengan angka penjualannya sehingga perlu dilakukan penanganan pasca panen untuk meningkatkan nilai tambah terutama karena masa simpan apel tergolong pendek (Utomo dkk., 2014). Salah satu strategi yang digunakan adalah mengolah apel menjadi minuman

probiotik. Terdapat bahan tambahan seperti air kelapa muda yang dapat dimanfaatkan untuk perkembangan bakteri asam laktat karena air kelapa muda mengandung nutrisi seperti gula (Ajrini dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Awwal (2023) menunjukkan fermentasi minuman probiotik apel tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan oleh perbedaan waktu fermentasi dan penambahan gula terhadap pertumbuhan bakteri yang digunakan yaitu *Lactobacillus plantarum* dan analisis kimia yang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pengembangan bakteri secara spontan serta menganalisis pengaruh perbedaan apel manalagi dari Batu, Malang dan Pasuruan serta waktu fermentasinya terhadap karakteristik minuman probiotik apel yang dihasilkan dan juga untuk mengetahui perlakuan fermentasi terbaik dari segi kimia, fisik, serta mikrobiologi dari minuman probiotik apel tersebut.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk pembuatan minuman probiotik adalah Apel Manalagi, air kelapa muda, dan gula aren. Bahan yang digunakan untuk pengujian pH adalah akuades dan sampel. Bahan yang digunakan untuk pengujian Total Asam Tertitrasi adalah sampel, akuades, indikator pp, dan NaOH 0,1 N. Bahan untuk pengujian Total BAL adalah sampel, akuades, alcohol 70% dan media De Man–Rogosa–Sharpe agar (MRSA). Bahan untuk pengujian Total Padatan terlarut adalah sampel dan akuades. Bahan untuk pengujian Antioksidan adalah larutan DPPH, etanol 96%, dan sampel. Bahan untuk pengujian Total Gula dengan metode Anthrone yaitu glukosa standar, asam sulfat, akuades, pereaksi anthrone dan sampel. Dan bahan untuk pengujian morfologi bakteri dengan pewarnaan gram yaitu alcohol 70%, akuades, kristal violet, larutan yodium, larutan pemucat, larutan safranin dan sampel.

Alat yang digunakan untuk pembuatan minuman probiotik adalah blender, pengaduk, toples, gelas ukur, timbangan digital, tisu, selang aerator, botol berisi air dan botol ukuran kecil. Alat untuk analisis, yaitu beaker glass, pH meter, labu ukur, corong pisah, kertas saring, pipet ukur, Erlenmeyer, buret, tabung reaksi, cawan petri, blue tip, micro pipet, incubator, Bunsen, vortex, Laminar Air Flow (LAF), colony counter, refractometer timbangan analitik, aluminium foil, tabung reaksi, vortex, Spektrofotometer UV-Vis, jarum ose, pipet tetes, kaca preparat, kaca penutup, dan mikroskop dengan perbesaran 1000x.

Desain Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan pengulangan sebanyak tiga kali pada setiap perlakuan. Faktor pertama yaitu tempat apel manalagi

dibudidayakan dengan daerah Perkebunan yang berada di Batu (A1), Poncokusumo (A2), dan Nongkojajar (A3) dan faktor kedua yang merupakan lama waktu fermentasi, yaitu 3 hari (T1), 6 hari (T2), 9 hari (T3), 12 hari (T4), dan 15 hari (T5).

Metode Pembuatan Minuman Probiotik

Pembuatan minuman probiotik mengacu pada penelitian Yanuar & Sutrisno (2015) dengan modifikasi. Pembuatan minuman probiotik apel dimulai dengan pencucian 20% buah apel kemudian dipotong dan dihaluskan, lalu dicampurkan dengan 2% gula aren dan 1L air kelapa muda, didiamkan pada wadah yang tertutup rapat dan penutup diberi lubang untuk tempat selang aerator yang menghubungkan dengan botol yang berisi air sebagai jalan keluarnya gas CO₂ sehingga proses fermentasi tetap dalam kondisi an-aerob (tanpa menggunakan oksigen), dengan cara tersebut hanya gas CO₂ yang keluar sedangkan udara atau Oksigen tidak masuk ke dalam wadah untuk fermentasi. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang sesuai perlakuan.

Parameter Penelitian

Analisis sifat kimia minuman probiotik apel meliputi uji pH (BSN, 2004), Total Asam Tertitrasi (AOAC, 1995), Total Gula (Apriyantono dkk., 1989), dan Aktivitas Antioksidan (Sukardi dkk., 2021). Karakteristik fisik yang dianalisis yaitu Total Padatan Terlarut (Sukardi, 2015). Sedangkan karakteristik mikrobiologi meliputi analisis Total Bakteri Asam Laktat (Fatkhul dkk., 2016) dan Morfologi Bakteri (Ibrahim dkk., 2015).

Analisis Data

Analisis data hasil penelitian ini bersifat kuantitatif. Hasil dari penelitian tersebut akan dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) atau analisis ragam. Jika hasil uji ANOVA memperlihatkan nilai $F_{hitung} \geq F_{Tabel}$ yang berarti berpengaruh nyata atau menunjukkan bahwa terjadinya pengaruh yang signifikan. Hasil berpengaruh nyata akan dilakukan uji lanjut menerapkan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% agar mendapatkan pengaruh perbedaan pada perlakuan dengan level yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia Minuman Probiotik Apel yang diuji meliputi uji pH menggunakan pH meter sesuai dengan prosedur Badan Standarisasi Nasional (2004), TAT dengan metode titrasi asam-basa sesuai dengan prosedur AOAC (1995), Total Gula menggunakan metode *Anthrone* sesuai dengan prosedur Apriyantono dkk., 1989, aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH sesuai dengan prosedur Sukardi dkk. (2021). Hasil karakteristik kimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kimia Minuman Probiotik Apel

Perlakuan	pH	TAT (%)	Total Gula (%)	% Aktivitas Antioksidan
A1T1 (Batu, 3 hari)	4,51±0,06 ^{be}	1,70±0,07 ^{aa}	225,59±7,33 ^{bd}	44,35±3,29 ^{ab}
A1T2 (Batu, 6 hari)	4,00±0,02 ^{bd}	2,52±0,13 ^{aab}	58,55±7,82 ^{bc}	63,23±2,25 ^{bb}
A1T3 (Batu, 9 hari)	3,64±0,01 ^{bc}	3,32±0,06 ^{abc}	17,88±0,92 ^{bb}	72,16±0,72 ^{bc}
A1T4 (Batu, 12 hari)	3,49±0,02 ^{bb}	4,52±0,35 ^{ac}	11,89±1,08 ^{abb}	79,25±0,25 ^{bd}
A1T5 (Batu, 15 hari)	3,32±0,02 ^{ab}	10,05±2,54 ^{ad}	6,84±0,16 ^{ab}	85,72±0,53 ^{be}
A2T1 (Poncokusumo, 3 hari)	4,8±0,04 ^{ce}	1,24±0,24 ^{aa}	241,74±6,34 ^{cd}	31,64±9,69 ^{aa}
A2T2 (Poncokusumo, 6 hari)	4,15±0,13 ^{cd}	2,32±0,00 ^{aab}	108,08±16,54 ^{cc}	55,88±1,37 ^{ab}
A2T3 (Poncokusumo, 9 hari)	3,67±0,01 ^{cc}	3,06±0,06 ^{abc}	21,15±2,09 ^{cb}	69,95±0,42 ^{ac}
A2T4 (Poncokusumo, 12 hari)	3,55±0,03 ^{bc}	4,02±0,18 ^{ac}	13,45±0,16 ^{abc}	76,04±1,37 ^{ad}
A2T5 (Poncokusumo, 15 hari)	3,39±0,05 ^{ac}	6,34±0,76 ^{ad}	7,28±0,18 ^{ac}	84,06±0,70 ^{ae}
A3T1 (Nongkojajar, 3 hari)	4,38±0,03 ^{ae}	2,05±0,07 ^{ab}	200,93±12,89 ^{ad}	52,52±1,42 ^{ac}
A3T2 (Nongkojajar, 6 hari)	3,79±0,06 ^{ad}	2,86±0,07 ^{abb}	34,43±11,86 ^{ac}	67,64±0,88 ^{bc}
A3T3 (Nongkojajar, 9 hari)	3,59±0,02 ^{ac}	3,59±0,20 ^{bbc}	15,84±1,07 ^{ac}	73,85±0,14 ^{cc}
A3T4 (Nongkojajar, 12 hari)	3,59±0,02 ^{ac}	3,59±0,20 ^{bbc}	9,26±0,43 ^{aab}	81,86±1,24 ^{cd}
A3T5 (Nongkojajar, 15 hari)	3,27±0,04 ^{aa}	18,06±4,74 ^{bd}	3,95±3,12 ^{aa}	89,83±1,49 ^{ce}

Keterangan : Analisis ANOVA dilakukan pada setiap parameter. Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

pH

Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis pH ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Dari hasil pengukuran nilai pH pada tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata nilai pH terendah atau paling asam ada pada sampel A3T5 dengan waktu fermentasi terlama, yaitu 15 hari dengan nilai 3,27±0,04^{aa} dan nilai pH tertinggi ada pada sampel A2T1 dengan waktu fermentasi paling cepat, yaitu 3 hari dengan nilai 4,8±0,04^{ce}. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat dan waktu fermentasi, semakin lama waktu fermentasi, akan semakin rendah nilai pH menunjukkan produk tersebut semakin asam karena bakteri asam laktat terus beraktivitas memecah glukosa. Aktivitas bakteri asam laktat memicu proses glikolisis dimana glukosa dari minuman probiotik apel ini dipecah menjadi molekul asam piruvat dan akhirnya akan menurunkan nilai pH dari minuman probiotik tersebut (Setiarto dkk., 2018).

Hasil pengukuran nilai pH ini selaras dengan penelitian Utami (2018), dimana semakin lama proses fermentasi semakin rendah nilai pH yang dihasilkan, menurutnya penurunan pH merupakan salah satu akibat dari terjadinya proses akumulasi asam laktat. Pernyataan tersebut diperkuat dengan penelitian Febrica dkk. (2020) mengenai lama fermentasi terhadap derajat keasaman (pH), dimana semakin lama waktu fermentasi maka semakin asam nilai pH. Bakteri asam laktat yang mengolah glukosa ini menyebabkan pH turun

hingga 3 – 4,5, sehingga bakteri yang hidup diatas pH 4,5 akan mati termasuk bakteri patogen contohnya Salmonella.ap (Sutrisna dkk., 2015).

Total Asam Tertitrasi (TAT)

. Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis total asam tertitrasi ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Hasil analisis Total Asam Tertitrasi (TAT) pada penelitian ini diperoleh nilai tertinggi pada sampel A3T5 sebesar $18,06 \pm 4,74^{bd}$ (%) dan nilai terendah ada pada sampel A1T1 sebesar $1,24 \pm 0,24^{aa}$ (%). Secara keseluruhan data tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin tinggi total asam tertitrasi yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan nilai pH yang diteliti dimana semakin lama waktu fermentasi maka nilai pH semakin asam. Waktu fermentasi yang semakin lama akan membuat bakteri asam laktat merombak nutrisi berupa gula menjadi asam laktat dan asam organik semakin lama pula, akibatnya nilai total asam yang dihasilkan akan semakin tinggi (Retnowati & Kusnadi, 2014).

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Febriani & Wikandari (2022) dimana hasil total asam yang semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu fermentasi, menurutnya semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak karbohidrat dan glukosa yang diuraikan oleh bakteri sehingga semakin banyak asam laktat yang dihasilkan dan minuman akan semakin asam. Hasil tersebut juga diperkuat oleh penelitian Islahah & Wikandari (2022) dimana semakin lama waktu fermentasi maka semakin besar nilai total asam yang dihasilkan, menurutnya hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah asam laktat yang berkembang seiring berjalannya waktu. Jumlah asam laktat dapat terdisosiasi menjadi ion $\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-$ dan ion H^+ , semakin banyak ion H^+ yang dihasilkan dapat membuat pH turun dan minuman akan semakin asam (Yulia dkk., 2020).

Total Gula

. Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis total gula ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Hasil total gula yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan nilai paling tinggi terdapat pada sampel A2T1 dengan nilai $241,74 \pm 6,34^{cd}$ dan yang terendah pada Asampel A3T5 dengan nilai $3,95 \pm 3,12^{aa}$, semakin lama waktu fermentasi berlangsung maka semakin rendah total gula pada minuman probiotik karena bakteri asam laktat memanfaatkan gula sebagai sumber energi atau nutrisi. Grafik penurunan total gula dapat dilihat pada lampiran 15. Penurunan total gula berkaitan dengan peningkatan total BAL, terjadi aktivitas bakteri asam laktat yang memecah gula kompleks menjadi gula sederhana dimana sukrosa diubah menjadi glukosa dan fruktosa (Yanuar & Sutrisno, 2015). Pada penelitiannya Retnowati dan Kusnadi (2014) menyatakan bahwa semakin banyak sel bakteri

asam laktat yang terbentuk maka glukosa akan semakin banyak digunakan untuk metabolisme sel bakteri sehingga total gula akan menurun.

Hasil total gula minuman probiotik apel ini sejalan dengan hasil penelitian Febricia dkk. (2020) dimana semakin lama fermentasi semakin sedikit jumlah gula yang terdapat pada minuman probiotik yang diteliti. Pada penelitiannya, Sari dan Catarina (2020) juga mengalami penurunan total gula, menurutnya hal tersebut terjadi karena proses fermentasi menyebabkan terjadinya proses metabolisme bakteri yang menggunakan sukrosa sebagai nutrisi pertumbuhannya

Aktivitas Antioksidan (DPPH)

. Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis aktivitas antioksidan ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa nilai aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada sampel A3T5 dengan nilai $89,83 \pm 1,49^{ce}$ (%) dan yang terendah pada sampel A2T1 dengan nilai $31,64 \pm 9,69^{aa}$ (%), dengan begitu dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin besar nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Grafik peningkatan nilai aktivitas antioksidan dapat dilihat pada lampiran 25. Hal tersebut disebabkan karena pada saat fermentasi berlangsung akan terbentuk senyawa fenol sehingga semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak senyawa fenolik yang terbentuk (Purba dkk., 2018). Pernyataan tersebut diperkuat dengan pernyataan Khotib (2018) bahwa terjadinya peningkatan aktivitas antioksidan diakibatkan oleh adanya kemampuan bakteri asam laktat untuk menghasilkan metabolit salah satunya berupa glutathione yang berpotensi menjadi antioksidan. Kandungan Flavonoid yang terkandung pada buah apel manalagi seperti proasianidin, katekin, epikatekin dan kuersetin, mampu menghambat oksidasi LDL kolesterol serta memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Damayanti & Ruhyana, 2016).

Hasil aktivitas antioksidan tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Widagdha dan Nisa (2015) yaitu semakin lama waktu fermentasi, semakin tinggi nilai antioksidan yang dihasilkan, menurutnya hal tersebut terjadi karena adanya hidrolisis gula oleh bakteri asam laktat yang membuat senyawa fenol semakin banyak dan bakteri asam laktat memberikan ion H^+ pada radikal bebas sehingga aktivitas antioksidan meningkat. Selama proses fermentasi terjadi peningkatan jumlah flavonoid total kemungkinan disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat. Bakteri ini menghasilkan enzim yang mampu mengubah gula dan melepaskan senyawa fenolik dari buah mengakibatkan terjadi penambahan gugus fenol pada molekul flavonoid yang kemudian berperan sebagai antioksidan dalam tubuh (Primurdia dan Kusnadi, 2014). Kandungan antioksidan dalam buah

apel tidak hanya quercetin saja namun juga catechin, phloridzin, dan asam klorogenat. Dalam 100 g buah apel setara dengan 15000 mg vitamin C, vitamin E, dan beta-karoten (Rosa dkk., 2024). Buah apel juga memiliki kandungan asam malat yang dapat menetralkan radikal bebas hasil proses oksidasi dan menanggulangi penyakit degeneratif (Novitasari dkk., 2019).

Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang diuji pada minuman probiotik apel ini adalah total padatan terlarut menggunakan *Hand Refractometer* sesuai dengan prosedur Sukardi (2015). Hasil analisis karakteristik fisik dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Fisik Total Padatan Terlarut Minuman Probiotik Apel

Perlakuan	TPT (°Brix)
A1T1 (Batu, 3 hari)	6,37±0,23 ^{be}
A1T2 (Batu, 6 hari)	4,00±0,00 ^{bd}
A1T3 (Batu, 9 hari)	3,00±0,00 ^{bc}
A1T4 (Batu, 12 hari)	2,33±0,06 ^{bb}
A1T5 (Batu, 15 hari)	2,00±0,00 ^{ab}
A2T1 (Poncokusumo, 3 hari)	6,83±0,35 ^{ce}
A2T2 (Poncokusumo, 6 hari)	5,27±0,46 ^{cd}
A2T3 (Poncokusumo, 9 hari)	3,00±0,00 ^{cc}
A2T4 (Poncokusumo, 12 hari)	2,93±0,12 ^{bc}
A2T5 (Poncokusumo, 15 hari)	2,00±0,00 ^{ac}
A3T1 (Nongkojajar, 3 hari)	5,90±0,10 ^{ae}
A3T2 (Nongkojajar, 6 hari)	3,60±0,53 ^{ad}
A3T3 (Nongkojajar, 9 hari)	3,00±0,00 ^{ac}
A3T4 (Nongkojajar, 12 hari)	2,20±0,00 ^{ab}
A3T5 (Nongkojajar, 15 hari)	2,00±0,00 ^{aa}

Keterangan : Analisis ANOVA dilakukan pada setiap parameter. Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

. Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis total padatan terlarut ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Dapat dilihat bahwa hasil total padatan terlarut tertinggi ada pada sampel A2T1 dengan nilai 6,83±0,35^{ce}(°Brix) dan yang terendah ada pada sampel A1T5, A2T5, A3T5 dengan nilai 2±0,00^{ab}, 2±0,00^{ac}, dan 2±0,00^{aa} (°Brix), hal tersebut terjadi karena penambahan gula di awal proses fermentasi. Penambahan gula menghasilkan total padatan terlarut semakin tinggi (Simatupang dkk., 2018). Total padatan terlarut yang tinggi akibat gula ini berpengaruh terhadap peningkatan jumlah asam laktat yang akan menyebabkan aktivitas fermentasi semakin meningkat (Nehemya dkk., 2017). Penelitian Atviolani (2016) menyebutkan bahwa peningkatan total padatan terjadi karena sukrosa mengikat air bebas, yang mengakibatkan naiknya konsentrasi bahan terlarut. Semakin banyak partikel yang terikat dengan sukrosa, semakin tinggi total padatan

terlarut.

Analisis menunjukkan bahwa nilai total padatan terlarut menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini terjadi karena bakteri memanfaatkan gula yang mengikat air bebas sebagai sumber energi selama proses fermentasi. Semakin lama fermentasi berlangsung, total gula semakin berkurang menyebabkan penurunan total padatan terlarut. Grafik penurunan total padatan terlarut dapat dilihat pada lampiran 15. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Yuliana dkk. (2016), dimana total padatan terlarut semakin menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Hal tersebut juga selaras dengan penelitian Pranayanti dan Sutrisno (2015) yaitu waktu fermentasi mempengaruhi besarnya penurunan total padatan terlarut.

Karakteristik Mikrobiologi

Analisis karakteristik mikrobiologi minuman probiotik apel terdiri dari uji Total Bakteri Asam Laktat dan Morfologi Bakteri.

Total Bakteri Asam Laktat

Analisis total BAL pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode TPC sesuai dengan prosedur pengujian yang dilakukan oleh Fatkhul dkk. (2016). Hasil uji Total Bakteri Asam Laktat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Total Bakteri Asam Laktat

Sari Kurma : Madu	Total BAL (CFU/mL)
A1T1 (Batu, 3 hari)	$7,4 \times 10^7 \pm 43,65^{ab}$
A1T2 (Batu, 6 hari)	$1,2 \times 10^8 \pm 27,06^{ad}$
A1T3 (Batu, 9 hari)	$8,5 \times 10^7 \pm 42,27^{ac}$
A1T4 (Batu, 12 hari)	$3,8 \times 10^7 \pm 13,38^{ab}$
A1T5 (Batu, 15 hari)	$2,8 \times 10^6 \pm 2,36^{aa}$
A2T1 (Poncokusumo, 3 hari)	$5,7 \times 10^7 \pm 18,43^{ab}$
A2T2 (Poncokusumo, 6 hari)	$1,2 \times 10^8 \pm 24,04^{ad}$
A2T3 (Poncokusumo, 9 hari)	$7,4 \times 10^7 \pm 18,24^{ac}$
A2T4 (Poncokusumo, 12 hari)	$3,6 \times 10^7 \pm 16,24^{ab}$
A2T5 (Poncokusumo, 15 hari)	$2,3 \times 10^6 \pm 2,02^{aa}$
A3T1 (Nongkojajar, 3 hari)	$7,6 \times 10^7 \pm 38,76^{ab}$
A3T2 (Nongkojajar, 6 hari)	$1,4 \times 10^8 \pm 28,57^{ad}$
A3T3 (Nongkojajar, 9 hari)	$1,0 \times 10^8 \pm 57,24^{ac}$
A3T4 (Nongkojajar, 12 hari)	$6,8 \times 10^7 \pm 65,75^{ab}$
A3T5 (Nongkojajar, 15 hari)	$6,3 \times 10^6 \pm 2,75^{aa}$

Keterangan : Analisis ANOVA dilakukan pada setiap parameter. Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

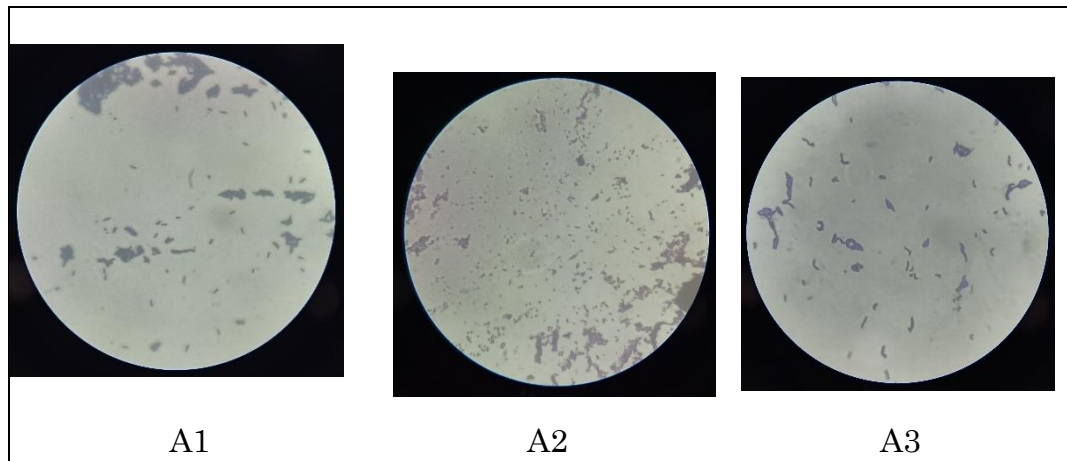
. Hasil analisis ANOVA yang diperoleh $P \leq (0,05)$ yang berarti analisis total bakteri asam laktat ini berpengaruh nyata terhadap perbedaan apel dan lama waktu fermentasi. Standar Nasional Indonesia tentang produk probiotik (SNI 7552 : 2009) menyatakan bahwa suatu produk dikatakan probiotik apabila produk tersebut memenuhi syarat minimum total BAL sebesar $\geq 10^6$ cfu/mL. Hasil total

BAL yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan nilai paling tinggi pada sampel A3T2 dengan nilai $1,4 \times 10^8$ CFU/mL dan yang terendah pada sampel A2T5 dengan nilai $2,8 \times 10^6$ CFU/mL. Semakin rendah tingkat pengenceran maka nutrisi yang ada semakin besar sehingga perombakan gula yang dilakukan oleh bakteri asam laktat semakin banyak yang mengakibatkan pertumbuhan bakteri semakin banyak (Primudia & Kusnadi, 2014). Pada data tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan selama proses fermentasi berlangsung, hal tersebut terjadi karena sumber nutrisi bakteri yang berupa gula sudah habis sehingga bakteri tersebut berhenti berkembang biak.

Pada penelitiannya Novanti & Zulaika (2019) menyebutkan bahwa metabolisme bakteri akan mulai melambat karena terjadi penurunan jumlah nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri yang disebut dengan fase stasioner dan pada penelitian ini terjadi pada waktu fermentasi T3 atau pada hari ke 9. Sebelum terjadi fase stasioner, terjadi fase eksponensial yang merupakan fase dimana pertumbuhan bakteri terjadi sangat cepat dan pada penelitian ini terjadi pada waktu fermentasi T2 atau hari ke 6. Pada penelitiannya Risna dkk. (2022) menyatakan bahwa fase *eksponensial* bakteri dipengaruhi oleh faktor biologi dan non-biologi, dengan faktor biologi berupa sifat dan bentuk mikroba terhadap lingkungan, sedangkan faktor non-biologi berupa jumlah nutrisi, suhu, dan pH. Sebelum fase *eksponensial* terjadi fase pertama pertumbuhan bakteri yaitu fase *lag* yang terjadi pada hari pertama fermentasi. Fase lag merupakan fase awal atau fase adaptasi bakteri dengan kondisi lingkungan, fase ini berlangsung beberapa menit hingga beberapa jam setelah proses fermentasi dimulai (Risna dkk., 2022). Fase yang paling terakhir yaitu fase *death* yang merupakan fase kematian bakteri dan pada penelitian ini terjadi pada waktu fermentasi T5 atau hari ke 15. Fase *death* ini merupakan fase yang laju pertumbuhan bakteri menurun drastis dan terdapat peningkatan jumlah kematian (Risna dkk., 2022)

Morfologi Bakteri

Identifikasi morfologi bakteri dilakukan secara mikroskopis dengan metode pewarnaan gram untuk mengamati bentuk sel bakteri. Analisis ini dilakukan pada waktu fermentasi 6 hari, yaitu pada nilai total BAL tertinggi. Metode identifikasi ini sesuai dengan pengamatan yang dilakukan oleh Ibrahim dkk. (2015). Karakteristik morfologi bakteri asam laktat adalah memiliki sifat bakteri gram positif (+) yang ditandai dengan warna sel bakteri yang berwarna ungu atau violet dengan bentuk sel coccus maupun basil. Hasil identifikasi morfologi bakteri pada minuman probiotik apel ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi Bakteri Asam Laktat Minuman Probiotik Apel
Keterangan : Perbesaran 1000x, A1 (Apel Batu), A2 (Apel Poncokusumo), A3 (Apel Nongkojajar

Dapat dilihat bahwa dari ketiga sampel tersebut semua sampel menghasilkan bakteri Gram positif sesuai dengan karakteristik bakteri asam laktat yaitu berwarna ungu atau violet dan berbentuk coccus dan basil. Pada sampel A1 dan A3 memiliki bentuk bakteri *bacill* (batang) dan untuk sampel A2 memiliki bentuk bakteri *coccus* (bulat). Pada penelitiannya, Mardalena (2016) mengungkapkan bahwa variasi karakteristik dari bakteri asam laktat normal terjadi, namun sifatnya sebagai bakteri gram positif adalah mutlak. Bakteri asam laktat yang biasa digunakan untuk membuat minuman probiotik antara lain adalah *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Leuconostoc sp.*, dan *Pediococcus s.*, (Tambunan, 2016

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap pH, total asam tertitrasi, jumlah bakteri asam laktat, total gula, total padatan terlarut, serta aktivitas antioksidan pada minuman probiotik ini. Semakin lama waktu fermentasi pH minuman probiotik apel ini akan semakin turun yang berarti semakin asam, sehingga total asam tertitrasi meningkat seiring berjalannya waktu mengakibatkan total bakteri asam laktat meningkat dan total gula menurun sehingga total padatan terlarut ikut menurun. Aktivitas antioksidan cenderung meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi karena terjadi pembentukan senyawa fenolk yang lebih banyak. Sementara itu, morfologi bakteri yang diamati menunjukkan kesesuaian dengan karakteristik umum bakteri asam laktat. Perlakuan terbaik minuman probiotik apel ini terdapat pada sampel A3T5 yaitu Apel Nongkojajar dengan waktu fermentasi 15 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S. 2022. Optimasi Waktu Fermentasi Minuman Probiotik Dari Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) Dengan Starter *Lactobacillus casei*. Doctoral Dissertation. Universitas Khairun.
- Ajrin, S., Pato, U., & Rahmayuni, R. 2023. Evaluasi Mutu Minuman Probiotik Air Kelapa Muda Dan Sari Buah Naga Merah Menggunakan *Lactobacillus fermentum* Inacc B1295. *Sagu*, 22(1), 15-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/sagu.22.1.p.15-23>
- Anggara, T., Shinta, D., Suryanto, A., & Ainurrasjid, A. 2017. Kendala Produksi Apel (*Malus sylvestris* Mill) Var. Manalagi di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. Doctoral Dissertation. Brawijaya University.
- Anggriani, R., Sukardi, S., Winarsih, S., & Adinka, E. 2022. Total Fenol, Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan, dan Penghambatan α -Amilase Pada Roti Tawar Dengan Penambahan Sari Mengkudu. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 21(1): 55-62. DOI: <https://doi.org/10.33508/jtpg.v21i1.3572>
- [AOAC]. 1995. Association of Official Analytical Chemist 16th Ed. Official Methods of Analysis, Washington D.C.
- Atviolani, R. 2016. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Pektin Terhadap Karakteristik Marmalade Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). Doctoral Dissertation. Fakultas Teknik. Unpas.
- Awwal, I. K. 2023. Pemanfaatan *Lactobacillus plantarum* dalam pembuatan minuman probiotik sari buah apel anna dengan perbandingan penambahan sukrosa dan lama fermentasi. Doctoral dissertation. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.11:2004. pH Meter. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Ciputra, A., Setiadi, D. R. I. M., Rachmawanto, E. H., & Susanto, A. 2018. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Manalagi Dengan Algoritma Naive Bayes Dan Ekstraksi Fitur Citra Digital. Simetris: *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 465–472. DOI: <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2000>
- Febriana, E., & Wikandari, R. P. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Tomat Dengan Kultur Starter *L. plantarum* B1765. *Unesa Journal Of Chemistry*, 11(2), 123-135. DOI : <https://doi.org/10.26740/ujc.v11n2.p123-135>
- Febricia, G. P., Nocianitri, K. A., & Pratiwi, I. D. P. K. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Buah Terong Belanda (*Solanum betaceum* Cav) Dengan *Lactobacillus sp* F213. *Jurnal Itepa*, 9(2), 170-180. DOI:10.24843/itepa.2020.v09.i02.p08
- Firdaus, G. M., & Rizqiati, H. (2019). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Rendemen, pH, Total Padatan Terlarut dan Mutu Hedonik Kefir Whey. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 70-79. DOI: <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.22284>

- Herlina, E., & Nuraeni, F. 2014. Pengembangan Produk Pangan Fungsional Berbasis Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Jurnal Sains Dasar*, 3(2), 142–148. DOI: <https://doi.org/10.21831/jsd.v3i2.4112>
- Ibrahim, A., Fridayanti, A., & Delvia, F. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(2), 159-163. DOI: <https://doi.org/10.51352/jim.v1i2.29>
- 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. DOI: 10.30598/jagritekno.2022.11.2.89
- Juwita, N. F. R., & Fidyasari, A. 2018. Total Asam Dan Antioksidan Minuman Probiotik Sirsak Gunung (*Annona montana* Macf) Selama Fermentasi. Doctoral Dissertation. Akfar Pim.
- Khafifah, M. 2023. Pengaruh Kondisi Media Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Karakteristik Sensori dan Fisiko-Kimia Minuman Probiotik Pulpa Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dengan Lama Fermentasi Menggunakan Khamir *Saccharomyces boulardii* Sebagai Starter. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung
- Khotib, I. M. 2018. Pengaruh Lama Fermentasi dan Variasi Konsentrasi Sari Buah Ciplukan (*Physalis angulata* Linn.) Terhadap Aktivitas Antioksidan, Total Bakteri Asam Laktat dan Mutu Kimia (Kefir Air Sari Buah Ciplukan (*Physalis Angulata* Linn.)). Doctoral Dissertation. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Khotimah, K., & Kusnadi, J. 2014. Aktivitas Antibakteri Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) Menggunakan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 110-120.
- König H, Unden G, & Fröhlich J. 2017. Biology Of Microorganisms On Grapes, In Must And In Wine. Springer Int Pub, Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-319-60021-5
- Mardalena, M. 2016. Fase Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) Tempoyak Asal Jambi yang Disimpan Pada Suhu Kamar. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(1), 58-66. DOI : 10.31186/jspi.id.11.1.58-66
- Mubin, M. F., & Zubaidah, E. 2016. Studi Pembuatan Kefir Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) (Pengaruh Pengenceran Nira Siwalan Dan Metode Inkubasi). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1).
- Mulyani, H., Sundowo, A., Filaila, E., & Ernawati, T. 2019. Pengaruh Penambahan Starter dan Waktu Inkubasi: Dark Coklat (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kualitas Minuman Probiotik. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 18(1), 25-32. DOI: <https://doi.org/10.33508/jtpg.v18i1.1984>
- Nehemya, D., Lubis, L. M., & Nainggolan, R. J. 2017. Pengaruh Konsentrasi Gula Merah dan Konsentrasi Starter Terhadap Mutu Minuman Sinbiotik Sari Buah Sukun. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(2), 275-283.

- Novanti, R., & Zulaika, E. 2019. Pola Pertumbuhan Bakteri Ureolitik Pada Medium Calcium Carbonat Precipitation (CCP). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 34-35. DOI: 10.12962/j23373520.v7i2.36187
- Novitasari, A., Warkoyo, W., & Winarsih, S. 2019. Pemanfaatan Limbah Padat Sari Apel Sebagai Bahan Baku Cuka Apel Menggunakan Metode Backslop. *Food Technology and Halal Science Journal*, 2(1), 55-72. DOI: <https://doi.org/10.22219/fths.v2i1.12968>
- Pangaribuan, J. F., Nocianitri, K. A., & Darmayanti, L. P. T. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) Dengan Isolat *Lactobacillus rhamnosus* Skg34. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* (ITEPA), 11(4), 699-711. DOI: <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i04.p10>.
- Pranayanti, I. A. P., & Sutrisno, A. 2015. Pembuatan Minuman Probiotik Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L.) Dengan Starter *Lactobacillus casei* Strain Shirota. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 763-772.
- Primurdia, E. G., & Kusnadi, J. 2014. Aktivitas Antioksidan Minuman Probiotik Sari Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) Dengan Isolat *L. plantarum* dan *L. casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 98-109. DOI : <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/57>
- Purba, A. P., Dwiloka, B., & Rizqiaty, H. 2018. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Viskositas, Aktivitas Antioksidan, dan Organoleptik Water Kefir Anggur Merah (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1). DOI: <https://doi.org/10.14710/jtp.2018.20553>
- Retnowati, P. A., & Kusnadi, J. 2014. Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Kurma (*Phoenix dactylifera*) Dengan Isolat *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 70-81. DOI: <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/39>
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S. H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. 2022. Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(1), 1-7. DOI: 10.25077/jpi.24.1.1-7.2022
- Rizal, S., Erna, M., Nurainy, F., & Tambunan, A. R. 2016. Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas Dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat. *Indonesian Journal of Applied Chemistry*, 18(01), 63-71.
- Rosa, A., Royani, A. E., Amalia, R., Putri, S. R., & Aini, K. 2024. Innovation of Tepache Probiotic Drink Made from Apple Skin (*Malus domestica*). *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 7(1), 2095-2101.
- Sari, M. F., & Catarina, R. H. 2020. Perbandingan Karakteristik Minuman Probiotik Semangka (*Citrullus lanatus*) Dengan Variasi Jenis Semangka Merah dan Kuning Menggunakan Starter *Lactobacillus casei* Strain Shirota. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 25-33. DOI: <https://doi.org/10.24002/biota.v5i1.2945>

- Sari, O. P. A. 2018. Studi Fermentasi Spontan Metode Tetap dan Tidak Tetap Terhadap Karakteristik Tepung Modifikasi Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L). Doctoral dissertation. STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Octavia, N. D., & Himawan, H. C. 2018. Produksi Sari Pepaya (*Carica papaya*) Fermentasi Sebagai Minuman Probiotik Anti Hiperkolesterolemia. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 8(1), 23-30. DOI: 10.24960/jli.v8i1.3844.23-30
- Simatupang, L. F., Nainggolan, R. J., & Nurminah, M. 2018. Pengaruh Perbandingan Sari Kurma (*Phoenix dactylifera*) Dengan Sari Kecombrang (*Etlingera elatior*) dan Penambahan Gula Aren Terhadap Mutu Minuman Sari Kumbrang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pert*, 6(2), 264-271.
- Surjowardojo, P., Susilorini, T. E., & Benarivo, V. 2016. Daya Hambat Dekok Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis Pada Sapi Perah. *Ternak Tropika*, 17(1), 11–21. DOI: 10.21776/ub.jtapro.2015.016.02.6
- Tussaadah, S. K. A. 2021. Pengaruh Minyak Nabati dan Lama Pencelupan Terhadap Daya Simpan Buah Apel Manalagi. In Doctoral Dissertation, Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Utami, C. R. 2018. Karakteristik Minuman Probiotik Fermentasi *Lactobacillus casei* Dari Sari Buah Salak. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1), 1-9.
- Utomo, D., Wahyuni, R., & Novia, C. 2014. Diversifikasi Produk Olahan Apel Manalagi Kualitas Afkir Menjadi Selai dan Dodol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 2(8), 210–218.
- Widagdha, S., & Nisa, F. C. 2015. Pengaruh Penambahan Sari Anggur (*Vitis vinifera* L.) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 248-258. DOI : <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/129>
- Yanuar, S. E., & Sutrisno, A. 2015. Minuman Probiotik Dari Air Kelapa Muda Dengan Starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3). DOI: <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/213>
- Yulia, N. 2022. Pemanfaatan Ubi Jalar Oranye (*Ipomoea batatas* L.) Dalam Pembuatan Minuman Probiotik Sebagai Pangan Fungsional. *Journal of Pharmacopolium*, 5(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.36465/jop.v5i1.868>
- 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. DOI: 10.22435/jki.v10i2.2488
- Yuliana, N., Noviyeziana, T., & Sutikno, S. 2016. Karakteristik Minuman Laktat Sari Buah Durian Lay (*Durio kutejensis*) yang Disuplementasi Dengan Kultur *Lactobacillus* Selama Penyimpanan Pada Suhu Rendah. *Agritech*, 36(4), 424-432. DOI: <https://doi.org/10.22146/agritech.16766>