

## Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Tomat dengan Kultur Starter *L. plantarum* B1765

*Essa Febriana dan Prima Retno Wikandari\**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences*

*Universitas Negeri Surabaya*

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

*E-Mail: [primaretno@unesa.ac.id](mailto:primaretno@unesa.ac.id)*

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik mikrobiologi (total bakteri asam laktat), kimia (pH dan total asam tertitrasi), fisik (viskositas dan stabilitas), serta organoleptik (warna, rasa, dan aroma) pada minuman probiotik sari tomat dengan kultur starter *L. plantarum* B1765. Fermentasi dilakukan selama 0, 6, 18, dan 24 jam. Total BAL diukur menggunakan teknik TPC. pH dan TAT masing-masing diukur menggunakan pH meter dan titrasi asam basa. Viskositas dan stabilitas masing-masing diukur menggunakan viskometer Ostwald dan pengukuran tinggi endapan terpisah. Sedangkan organoleptik menggunakan uji hedonik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap total BAL, pH, TAT, viskositas, stabilitas, serta rasa dan aroma, namun tidak berpengaruh terhadap warna. Total BAL meningkat 1 log cycle dari  $2,08 \times 10^7$  CFU/mL menjadi  $1,93 \times 10^8$  CFU/mL. pH menurun dari 4,14 menjadi 3,30 dan TAT meningkat dari 0,0046% menjadi 0,0104%. Viskositas dan stabilitas mengalami peningkatan dari 0,00347 kg/ms menjadi 0,00437 kg/ms dan 0,13% menjadi 0,41%. Nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna, rasa dan aroma masing-masing yaitu 3,33; 2,67; dan 2,93 yang menunjukkan kecenderungan pada parameter suka. Waktu fermentasi terbaik adalah 18 jam. Produk hasil penelitian ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk minuman agen probiotik *L. plantarum* B1765.

**Kata Kunci :** minuman probiotik, sari tomat, karakteristik produk, *L. plantarum* B1765

**Abstract.** The purpose of this research was to determine the effect of fermentation time on microbiological characteristics (viability of lactic acid bacteria), chemical (pH and acidity), physical (viscosity and stability), and organoleptic (color, flavor, and smell) probiotic drink of tomato juice. Fermentation was carried out for 0, 6, 18, and 24 hours. Viability of LAB was measured using the technique of TPC. pH and acidity were measured using a pH meter and acid-base titration, respectively. The viscosity and stability of each was measured using Ostwald viscometer and high deposition measurements separately. While organoleptic using hedonic test. The results showed that the length of fermentation effect on viability of LAB, pH, acidity, viscosity, stability, flavor and smell, but doesn't affect the color. Viability of LAB increased by 1 log cycle from  $2.08 \times 10^7$  CFU/mL to  $1.93 \times 10^8$  CFU/mL. pH decreased from 4.14 to 3.30 and acidity increased from 0.0046% to 0.0104%. Viscosity and stability increased from 0.00347 kg/ms to 0.00437 kg/ms and 0.13% to 0.41%. The average value of panelists preference level of the color, flavor, and smell of each are 3,33; 2,67; and 2,93, which showed on parameters like. The best fermentation time is 18 hours. The product from this research has the potential to be developed as a beverage product for the probiotic agent *L. plantarum* B1765.

**Keywords :** probiotic drink, tomato juice, product characteristics, *L. plantarum* B1765

### PENDAHULUAN

Seiring dengan terjadinya peningkatan beberapa penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, kanker, stroke, diabetes melitus, serta hipertensi membuka potensi

dikembangkannya suatu produk makanan atau minuman sebagai pangan fungsional [1,2]. Pangan fungsional artinya pangan yang secara alamiah dan juga telah mengalami proses, mempunyai satu atau lebih senyawa yang mempunyai fungsi

fisiologis tertentu yang berguna bagi kesehatan [3,4]. Salah satu contoh pangan fungsional yang sedang dikembangkan saat ini adalah produk minuman fermentasi probiotik. Minuman fermentasi probiotik ialah minuman yang difermentasi oleh mikroorganisme probiotik dengan memanfaatkan protein serta karbohidrat sebagai sumber nitrogen, karbon, dan energi untuk pertumbuhannya [5].

Secara umum, probiotik ialah mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dengan cukup dapat memberikan keuntungan bagi kesehatan tubuh [6]. Probiotik mempunyai manfaat bagi kesehatan melalui 3 mekanisme fungsi diantaranya fungsi protektif, fungsi sistem imun tubuh, dan fungsi metabolit probiotik. Ketiganya dapat memberikan dampak seperti meredakan diare, sistem kekebalan tubuh terstimulasi, mengurangi kadar kolesterol, mencegah kanker kolon dan usus, menanggulangi dermatitis atopik pada anak-anak, menanggulangi iritasi pada usus, serta mencegah terjadinya infeksi [7].

Mikroorganisme yang biasa digunakan sebagai agen probiotik yakni genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* karena kedua jenis mikroorganisme tersebut mempunyai peran yang penting bagi sistem pencernaan manusia seperti membantu pencernaan laktosa usus, menghasilkan asam laktat pada saluran pencernaan, serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen di dalam usus [7,8]. Mayoritas probiotik yang direkomendasikan berasal dari spesies *Lactobacillus*, contohnya seperti *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. delbrueckii* [9]. Salah satu contoh strain bakteri yang bersifat probiotik yaitu *L. plantarum* B1765. Strain tersebut teruji berpotensi sebagai kultur probiotik karena mampu menunjukkan karakteristik probiotik yaitu tahan terhadap kondisi pH saluran cerna dan garam empedu, tahan terhadap antibiotik, serta bersifat antagonis terhadap bakteri patogen [10].

Secara umum, probiotik biasanya digunakan dalam produk minuman fermentasi yang berbahan dasar susu, contohnya seperti yoghurt, akan tetapi penderita *lactose intolerance* dan vegetarian tidak dapat mengonsumsi produk tersebut [1], sehingga pemanfaatan sayur dan buah dapat digunakan sebagai alternatif bahan dasar

pengganti susu dalam pembuatan minuman fermentasi sebab ekstrak sayur dan buah mengandung beberapa senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan seperti senyawa fenolik, asam lemak tak jenuh, antioksidan, dan senyawa bioaktif seperti pitosterol dan isoflavon [11].

Buah tomat merupakan salah satu buah yang berpotensi dapat dikembangkan sebagai minuman fermentasi probiotik. Tomat mengandung berbagai zat gizi yang penting bagi tubuh seperti karbohidrat, protein, asam askorbat [12], dan beberapa komponen antioksidan seperti likopen dan pro-vitamin A [13]. Dalam 100 gram buah tomat, sari buahnya mengandung 1 g protein, 3,5 g karbohidrat, serta 0,17 – 0,25% pektin [14,15]. Tidak hanya itu, buah tomat juga mengandung gula sekitar 3,2% – 5,6% yang dapat digunakan sebagai media pertumbuhan yang baik untuk sebagian jenis bakteri probiotik [16].

Pada penelitian sebelumnya, minuman fermentasi sari tomat yang difermentasi dengan *L. casei* subsp. *casei* R-68 5% dan sukrosa 12% selama 24 jam pada suhu 37°C menghasilkan produk minuman fermentasi sari tomat dengan kandungan total asam laktat 0,70%, total BAL 10,32 log CFU/mL, dan pH 4,06 [17]. Ada pula jus tomat hasil fermentasi kultur campuran antara *L. plantarum* dan *L. delbrueckii* yang dapat memfermentasi jus tomat dengan konsentrasi starter 8% dan sukrosa 5% selama 6 jam pada suhu 28,5°C sehingga mampu menghasilkan produk minuman fermentasi sari tomat dengan kandungan total asam laktat tertinggi 0,8%, total BAL 1,57 x 10<sup>9</sup> CFU/mL, dan pH 4,03 [18]. Berdasarkan penelitian tersebut, potensi *L. plantarum* B1765 sebagai probiotik belum pernah dilaporkan dalam pembuatan minuman probiotik sari tomat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji pengaruh lama waktu fermentasi terhadap karakteristik minuman probiotik sari tomat dengan kultur starter *L. plantarum* B1765.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas minuman fermentasi diantaranya jumlah starter, jenis substrat, suhu, oksigen, serta lama waktu fermentasi [19]. Semakin lama waktu fermentasi yang dibutuhkan dalam proses fermentasi, maka semakin banyak pula jumlah bakteri asam laktat yang dihasilkan. Meningkatkan aktivitas BAL dapat menimbulkan

penurunan pada pH substrat [18,20]. Kondisi tersebut berpotensi memberikan daya awet yang baik pada produk akhir karena dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak dan pathogen [21].

Penurunan pH pada substrat ini diakibatkan oleh adanya aktivitas BAL yang menghasilkan asam laktat dan asam lemak rantai pendek yang biasa disebut dengan *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) seperti asam butirat, propionat, dan asam asetat [22]. Adanya senyawa SCFA ini dikenal mempunyai beberapa khasiat antara lain dapat menghambat pembentukan kolesterol, mencegah kanker kolon, menurunkan pH kolon sehingga dapat menaikkan pertumbuhan mikroflora di dalam usus, dan menurunkan aktivitas enzim bakterial yang ikut serta pada sintesa produk yang bersifat karsinogen serta toksik di dalam usus [23].

Penurunan pH pada substrat juga dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan viskositas suatu bahan karena adanya proses hidrolisis protopektin menjadi gel oleh molekul pektin. Pada pH rendah, pektin akan semakin banyak sehingga gesekan antar partikel semakin tinggi dan mengakibatkan viskositas larutan menjadi semakin meningkat [24,25].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi minuman probiotik sari tomat dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 terhadap karakteristik mikrobiologi, karakteristik kimia, karakteristik fisik, dan karakteristik organoleptik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif pengembangan pangan fungsional dan diversifikasi produk olahan sari tomat.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi baskom, panci, kompor listrik (*Maspion*), kain saring 200 mesh, blender (*Panasonic*), gunting, pisau, talenan, *plastic wrap*, botol, *stopwatch*, autoklaf (*Hirayama HVE-50*), laminar air flow (*Thermo Fisher Scientific 1300 Series A2*), inkubator (*Memmert*), neraca analitik (*Denver Instrument*), sentrifuge (*Eppendorf*), vortex mixer (*LAB-NET*), pH meter digital (*ATC*), magnetic stirrer (*D-LAB*), statif dan klem,

mikropipet (*D-LAB*) & *blue tipe* (*Eppendorf*), tabung sentrifuge (*GP*), piknometer (*IWAKI*), viskometer Ostwald (*Pyrex*), dan peralatan gelas.

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi buah tomat, gula pasir, *L. plantarum* B1765, MRS broth (*Merck*), NaCl (*Merck*), NaOH (*Merck*), agar serbuk *white plain* (*Satelit*), CaCO<sub>3</sub> (*PUDAK Scientific*), indikator phenolphthalein (*Merck*), dan aquademineral.

## Prosedur Penelitian

### 1. Persiapan Kultur Starter *L. plantarum* B1765

Sebanyak 1000 $\mu$ L isolat *L. plantarum* B1765 diinokulasikan ke dalam 9 mL MRS broth. Media MRS broth dibuat dari 0,52 gram MRS broth yang dilarutkan ke dalam 10 mL aquademineral. Setelah diinokulasi, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian, kultur yang tumbuh disentrifuge dengan kecepatan 3500 rpm selama  $\pm$  5 menit. Setelah disentrifuge, filtrat didekantasi dan residu disuspensi ke dalam 10 mL larutan steril NaCl 0,85% lalu disentrifuge kembali dengan kecepatan 3500 rpm selama  $\pm$  5 menit. Residu kembali disuspensi ke dalam 10 mL larutan NaCl steril 0,85% dan divortex dengan skala medium selama  $\pm$  1 menit untuk digunakan sebagai kultur starter [26].

### 2. Pembuatan Sari Buah Tomat

$\pm$  500 gram buah tomat segar dicuci dengan air mengalir. Lalu, *diblanching* pada suhu 85°C selama  $\pm$  5 menit. Kemudian, kulit buah tomat dikupas, daging buah dipotong, dan dihancurkan menggunakan *blender* hingga halus. Selanjutnya, disaring menggunakan kain saring 200 mesh hingga terpisah ampas dan sarinya [27,28]. Sari tomat yang dihasilkan ini digunakan sebagai sampel.

### 3. Pembuatan Minuman Probiotik Sari Buah Tomat

Sebanyak  $\pm$  50 mL sampel dimasukkan ke dalam panci dan ditambahkan gula pasir 30%

(b/v), lalu dipanaskan pada suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 2$  menit sambil diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam botol yang sudah disterilkan dan ditunggu suhunya menurun hingga mencapai suhu ruang. Setelah itu, ditambahkan kultur starter *L. plantarum* B1765 sebanyak 2,5% (v/v), divortex, dan ditutup botolnya. Selanjutnya, diinkubasi selama 0, 6, 18, dan 24 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ .

#### 4. Pengujian Karakteristik Fisik (Viskositas dan Stabilitas)

Nilai viskositas diukur menggunakan viskometer Ostwald dengan cara memasukkan sampel sampai setengah volume bola viskometer. Sampel dihisap dengan menggunakan bola hisap sampai tanda batas awal viskometer. Selanjutnya, bola hisap dilepaskan dan dicatat waktu yang dibutuhkan sampel untuk sampai tanda batas [29].

Nilai stabilitas diukur dengan cara mengukur tinggi endapan yang terpisah lalu dibagi dengan tinggi total sampel dan dikalikan 100% [30].

#### 5. Pengujian Karakteristik Kimia (pH dan Total Asam Titrasi)

Nilai pH diukur menggunakan pH meter yang telah distandarisasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer pada pH 4,01 dan 6,86. Kemudian, pH meter dicelupkan ke dalam  $\pm 20$  mL sampel pada masing-masing variasi waktu fermentasi. pH meter didiamkan sampai menunjukkan angka yang stabil [26].

Nilai total asam titrasi diukur menggunakan metode titrasi asam basa. Sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquademin sampai tanda batas. Kemudian diambil sebanyak 20 mL menggunakan pipet volume dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, ditambahkan 3 tetes indikator phenolphthalein lalu dititrasi dengan NaOH. Titrasi dihentikan jika terjadi

perubahan warna merah muda yang tetap [26].

$$\text{TAT} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times f_p \times \text{BM NaOH}}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000} \times 100\%$$

#### 6. Pengujian Karakteristik Mikrobiologi

Uji total BAL diukur menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sebanyak 1 mL sampel diambil dan dimasukkan ke dalam 9 mL larutan NaCl 0,85%. Kemudian, dilakukan pengenceran hingga  $10^{-8}$ . Setelah itu, dilakukan inokulasi pada media MRS agar (MRS broth + 1,5% agar white plain + 1%  $\text{CaCO}_3$ ) menggunakan metode tuang (*pour plate*) secara *duplo*. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam dengan posisi cawan petri terbalik. Koloni yang tumbuh ditandai dengan terbentuknya zona lingkaran bening dan hasil total bakteri dinyatakan dalam log CFU/mL [26].

#### 7. Pengujian Karakteristik Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih menggunakan uji mutu hedonik meliputi kesukaan warna, rasa, dan aroma dengan skala numerik sebagai berikut:

- 1 = Sangat tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 3 = Suka
- 4 = Sangat suka

#### Analisis Data

Data penelitian ini diolah menggunakan program IBM Statistics SPSS 25. Data yang diperoleh dari pengujian TAT, total BAL, viskositas, dan stabilitas diolah menggunakan Uji *One Way ANOVA* yang dilanjutkan dengan Uji *Post Hoc LSD*. Untuk data yang diperoleh dari pengujian pH diolah menggunakan Uji *Kruskall Wallis* yang dilanjutkan dengan Uji *Post Hoc Mann Whitney Test*. Sedangkan data yang diperoleh dari uji organoleptik diolah menggunakan Uji *Friedman Test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pembuatan Minuman Probiotik Sari Tomat

Hasil pengamatan secara fisik minuman probiotik sari tomat dengan perbedaan lama fermentasi dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Minuman Probiotik Sari Tomat dengan Perbedaan Lama Fermentasi

**Tabel 1.** Hasil Pengamatan Secara Fisik Minuman Probiotik Sari Tomat

Lama Fermentasi	Kondisi Fisik			
	Warna	Rasa	Aroma	Endapan
0 Jam	Merah oranye	Asam Manis	Asam	Ada
6 Jam	Merah oranye	Asam (+)	Asam (+)	Ada (+)
18 Jam	Merah oranye	Asam (++)	Asam (++)	Ada (+)
24 Jam	Merah oranye	Asam (+++)	Asam (+++)	Ada (++)

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, bertambahnya lama waktu fermentasi tidak memberikan perubahan warna yang signifikan pada minuman probiotik sari tomat. Hal tersebut seiring dengan penelitian [18] yang menyebutkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap warna pada jus tomat fermentatif dengan jus tomat non fermentatif. Secara umum, warna merah pada sari tomat disebabkan oleh adanya pigmen karotenoid seperti likopen yang merupakan komponen utama penentu warna pada buah tomat [31]. Menurut penelitian [32] pada rentang pH

4,72 – 3,60, kadar likopen yang dihasilkan berkisar antara 18,60 mg / 100 g – 18,76 mg / 100 g. Akan tetapi, pada pH 3,23 justru terjadi penurunan kadar likopen hingga 18,32 mg / 100 g. Jika dikaitkan dengan perubahan warna, pada penelitian ini tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap warna karena pengujiannya hanya sampai pada uji organoleptik dan tidak dilakukan uji secara kuantitatif dalam pengukuran kadar likopen. Sehingga dalam implementasinya, sebaiknya nilai pH minuman sari tomat fermentasi harus lebih dari 3,23 supaya tidak terjadi degradasi likopen yang dapat mempengaruhi terjadinya perubahan warna serta aktivitas antioksidan.

Berbeda dengan warna, bertambahnya lama waktu fermentasi justru dapat meningkatkan rasa dan aroma asam yang disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri asam laktat yang dapat mendegradasi glukosa menjadi asam laktat. Selain itu, bertambahnya lama waktu fermentasi juga dapat menyebabkan jumlah endapan semakin bertambah. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya pH yang dapat mempengaruhi banyak atau sedikitnya pektin yang terlarut dalam air [24].

### 2. Pengujian Karakteristik Mikrobiologi (Total BAL) dan Kimia (pH dan Total Asam Tertitiasi)

Hasil uji total BAL, pH, dan TAT minuman probiotik sari tomat dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

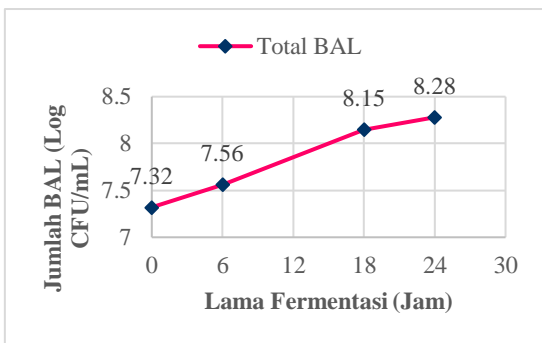
**Tabel 2.** Hasil Uji Total BAL, pH, dan TAT Minuman Probiotik Sari Tomat

Lama Fermentasi	Rata-Rata Total BAL (CFU/mL)	pH	TAT (%)
0 Jam	$2,08 \times 10^{7a}$	4,14 <sup>a</sup>	0,46 <sup>a</sup>
6 Jam	$3,65 \times 10^{7b}$	3,84 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>
18 Jam	$1,42 \times 10^{8c}$	3,48 <sup>c</sup>	0,87 <sup>c</sup>
24 Jam	$1,93 \times 10^{8d}$	3,30 <sup>d</sup>	1,04 <sup>d</sup>

Ket: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan secara nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji statistik, data total BAL dan TAT berdistribusi normal dan homogen sehingga dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji *One Way ANOVA*. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap TAT dan total BAL. Kemudian, dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil uji *Post Hoc LSD* menunjukkan adanya perbedaan secara nyata ( $p < 0,05$ ) pada setiap perlakuan lama fermentasi terhadap TAT dan total BAL minuman probiotik sari tomat. Sedangkan, hasil uji statistik pada data pH tidak berdistribusi normal dan homogen sehingga tidak dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji *One Way ANOVA*, namun dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji *Kruskal Wallis*. Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap pH. Kemudian, dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Mann Whitney Test* untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil uji *Post Hoc Mann Whitney Test* menunjukkan adanya perbedaan secara nyata ( $p < 0,05$ ) pada setiap perlakuan lama fermentasi terhadap pH minuman probiotik sari tomat.

Perubahan total BAL pada minuman probiotik sari tomat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perubahan Total BAL

Gambar 2 menunjukkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi dapat meningkatkan jumlah BAL pada minuman

probiotik sari tomat. Total BAL tertinggi terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam sebesar  $1,93 \times 10^8$  CFU/mL. Total BAL yang dihasilkan meningkat 1 log *cycle* dari kondisi awal. Hasil penelitian ini telah memenuhi standar sebagai minuman fermentasi sesuai dengan Tabel 3, yang menunjukkan bahwa suatu produk dapat dikatakan sebagai minuman probiotik jika di dalam produk tersebut mengandung  $\geq 10^6$  CFU/mL bakteri asam laktat yang masih hidup pada saat dikonsumsi [33].

Tabel 3. Syarat Mutu Minuman Fermentasi

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
		Tanpa Perlakuan Panas	Dengan Perlakuan Panas
Penampakan	-	Cair	Cair
Bau	-	Normal	Normal
Rasa	-	Asam	Asam
Homogenitas	-	Homogen	Homogen
Lemak (b/b)	%	Min. 0,6	Min. 0,6
Protein (b/b)	%	Min. 1,0	Min. 1,0
Abu (b/b)	%	Max. 1,0	Max. 1,0
Keasaman terti-trasi (b/b)	%	0,2 – 0,9	0,2 – 0,9
Bakteri <i>coliform</i>	APM/mL	Max. 10	Max. 10
Kultur starter	Koloni/mL	Min. $1 \times 10^6$	-

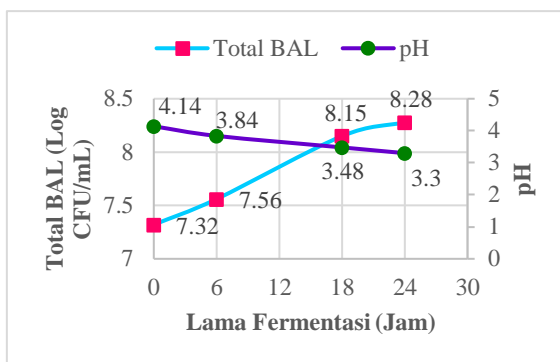
Sumber: SNI 7552 : 2009

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa lama waktu fermentasi dapat meningkatkan jumlah BAL *L. plantarum* B1765 yang dihasilkan. Pada penelitian [34], total BAL *L. plantarum* B1765 meningkat hingga mencapai  $4,6 \times 10^8$  CFU/mL pada kopi arabika yang difermentasi hingga 96 jam. Pada penelitian [20], total BAL *L. plantarum* B1765 meningkat hingga mencapai  $3,25 \times 10^8$  CFU/mL pada umbi yacon yang difermentasi hingga 48 jam. Selain itu, pada penelitian [18] juga menyebutkan bahwa total BAL campuran *L. plantarum* dan *L. delbrueckii* meningkat hingga  $1,67 \times 10^9$  CFU/mL pada jus tomat yang difermentasi selama 6 jam.

Sedangkan pada sari tomat, total BAL *L. plantarum* B1765 meningkat hingga mencapai  $1,93 \times 10^8$  CFU/mL dengan lama waktu fermentasi hingga 24 jam. Berdasarkan hasil tersebut, buah tomat cukup berpotensi untuk dijadikan sebagai media pertumbuhan bagi strain *L. plantarum* B1765.

Seiring bertambahnya lama waktu fermentasi, jumlah bakteri asam laktat yang dihasilkan menjadi semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan gula pada buah tomat yang dapat digunakan sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya [17]. Di samping itu, penelitian [35] menyebutkan bahwa kandungan gula yang ada pada buah-buahan juga lebih mudah dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang banyak. Selain menghasilkan asam laktat, juga menghasilkan beberapa asam organik lainnya dalam jumlah yang kecil seperti asam sitrat, malat, suksinat, asetaldehid, diasetil, dan aseton. Senyawa-senyawa asam tersebut berpotensi menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri perusak dan patogen [36].

Hubungan antara total BAL dan pH pada minuman probiotik sari tomat ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Total BAL dengan pH

Gambar 3 menunjukkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi dapat meningkatkan jumlah BAL dan menurunkan nilai pH. Meningkatnya jumlah bakteri asam laktat dapat menyebabkan terjadinya

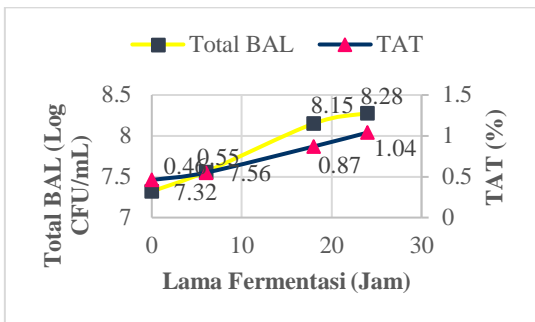
penurunan pada pH substrat serta peningkatan total asam [26]. pH tertinggi terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang belum terfermentasi dengan nilai pH sebesar 4,14. Sedangkan pH terendah terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam dengan nilai pH sebesar 3,30. Nilai pH tersebut telah memenuhi standar sebagai minuman sari buah tomat sesuai dengan [37], yang menunjukkan bahwa syarat mutu minuman sari buah tomat pada kriteria pH memiliki nilai maksimal 4. Selain itu, juga telah memenuhi kriteria sebagai pangan yang aman dengan nilai pH kurang dari 4,6 [38].

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa terjadi penurunan pH dari 4,16 menjadi 4,03 pada jus tomat yang difermentasi dengan kultur campuran *L. plantarum* dan *L. delbrueckii* [18]. Terdapat juga pada penelitian [39] yang menyebutkan bahwa terjadi penurunan pH ekstrim dari 4,3 menjadi 3,2 pada jus tomat yang difermentasi dengan *L. plantarum* hingga 32 jam. Selain itu, pada penelitian [40] juga menyebutkan bahwa *L. plantarum* berpotensi untuk menurunkan pH lebih cepat daripada kultur *L. casei*, *L. acidophilus*, dan *L. delbrueckii* pada jus tomat yang difermentasi hingga 72 jam. Kultur *L. plantarum* dapat menurunkan pH pada substrat dari 4,1 menjadi 3,5. Apabila dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, hasil penelitian ini dapat menurunkan nilai pH lebih cepat hingga 3,30 dengan lama waktu fermentasi yang lebih singkat yaitu selama 24 jam, sehingga dapat dikatakan kalau strain *L. plantarum* B1765 berpotensi untuk menurunkan pH lebih cepat dengan lama waktu fermentasi yang lebih singkat pada substrat yang sama.

Terjadinya penurunan pH disebabkan oleh meningkatnya aktivitas *L. plantarum* B1765 yang dapat menghidrolisis kandungan gula pada bahan menjadi asam laktat dan asam-asam organik lainnya [22]. Ketika semakin tinggi asam laktat yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula ion  $H^+$  yang dilepaskan, karena selama proses fermentasi asam laktat

akan diurai menjadi ion  $H^+$  dan ion  $CH_3CHOHCOO^-$  [41]. Kondisi ini dapat mengakibatkan nilai pH pada substrat mengalami penurunan sebab meningkatnya ion  $H^+$  yang dilepaskan dalam molekul per liter suatu larutan [42]. Hal ini juga didukung oleh pernyataan [43], yang menyatakan bahwa adanya asam laktat yang dihasilkan dari aktivitas bakteri asam laktat dapat menyebabkan terjadinya penurunan pH pada substrat.

Tidak hanya penurunan pH pada substrat, meningkatnya jumlah bakteri asam laktat juga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan total asam. Hubungan antara total BAL dan TAT pada minuman probiotik sari tomat ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Total BAL dengan TAT

Gambar 4 menunjukkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi dapat meningkatkan jumlah BAL dan nilai TAT pada minuman probiotik sari tomat. Nilai TAT tertinggi terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam dengan nilai TAT sebesar 1,04%. Sedangkan nilai TAT terendah terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang belum terfermentasi dengan nilai TAT sebesar 0,46%.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi dapat meningkatkan TAT pada jus tomat yang difermentasi selama 6 jam dengan kultur campuran *L. plantarum*

dan *L. delbruekii* serta pada jus tomat yang difermentasi hingga 72 jam dengan kultur *L. plantarum* [18,40]. Selain itu, hasil penelitian ini juga telah memenuhi standar sebagai minuman fermentasi sesuai dengan Tabel 3, yang menunjukkan bahwa suatu produk dapat dikatakan sebagai minuman fermentasi jika keasaman tertitrasinya berkisar antara 0,2% - 0,9% [33]. Keasaman titrasi tersebut telah terpenuhi hanya pada lama waktu fermentasi dari 0 jam hingga 18 jam dengan keasaman titrasi berkisar antara 0,46% - 0,87%.

Meningkatnya aktivitas bakteri asam laktat dapat menyebabkan terjadinya peningkatan total asam pula. Semakin lama waktu fermentasi, maka semakin banyak karbohidrat dan glukosa yang diuraikan. Menurut [44], *L. plantarum* B1765 merupakan bakteri asam laktat homofermentatif yang dapat mendegradasi 95% glukosa atau heksosa menjadi asam laktat dan asam-asam organik lainnya. Sehingga, ketika semakin lama waktu fermentasi yang dibutuhkan maka akan semakin banyak asam laktat yang dihasilkan. Asam laktat tersebut kemudian akan terekresikan keluar sel dan terakumulasi dalam substrat sehingga dapat meningkatkan keasaman [45].

### 3. Pengujian Karakteristik Fisik (Viskositas dan Stabilitas)

Hasil uji viskositas dan stabilitas minuman probiotik sari tomat dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji Viskositas dan Stabilitas Minuman Probiotik Sari Tomat

Lama Fermentasi	Viskositas (kg/ms)	Stabilitas (%)
0 Jam	0,00347 <sup>a</sup>	13,23 <sup>a</sup>
6 Jam	0,00378 <sup>b</sup>	20,59 <sup>b</sup>
18 Jam	0,00400 <sup>c</sup>	32,35 <sup>c</sup>
24 Jam	0,00437 <sup>d</sup>	41,18 <sup>d</sup>

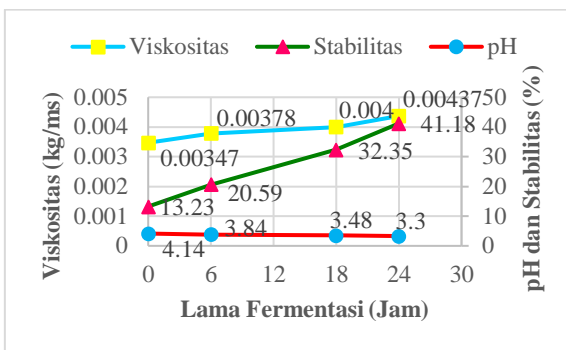
Ket: Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan secara nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji statistik, data viskositas dan stabilitas berdistribusi normal



dan homogen sehingga dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji *One Way ANOVA*. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap viskositas dan stabilitas. Kemudian, dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan pada setiap perlakuan. Hasil uji *Post Hoc LSD* menunjukkan adanya perbedaan secara nyata ( $p < 0,05$ ) pada setiap perlakuan lama fermentasi terhadap viskositas dan stabilitas minuman probiotik sari tomat.

Perubahan antara viskositas dan stabilitas pada minuman probiotik sari tomat ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Perubahan antara Viskositas, Stabilitas, dan pH

Gambar 5 menunjukkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi dapat menurunkan nilai pH serta meningkatkan nilai viskositas dan stabilitas pada minuman probiotik sari tomat. Meningkatnya viskositas dan stabilitas ini seiring dengan menurunnya nilai pH. Viskositas dan stabilitas tertinggi terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam dengan nilai viskositas 0,00437 kg/ms dan stabilitas sebesar 41,18%. Sedangkan viskositas dan stabilitas terendah terdapat pada minuman probiotik sari tomat yang belum terfermentasi dengan nilai viskositas sebesar 0,00347 kg/ms dan stabilitas sebesar 13,23%.

Meningkatnya viskositas dan stabilitas dapat terjadi karena pH substrat mengalami penurunan akibat meningkatnya aktivitas bakteri asam laktat seiring bertambahnya

lama waktu fermentasi [26]. Penurunan pH (kondisi asam tinggi) dapat memudahkan molekul pektin yang terdapat pada buah tomat untuk membentuk gel. Pembentukan gel disebabkan oleh adanya ion  $H^+$  yang dapat menggabungkan satu molekul pektin dengan molekul pektin yang lain hingga membentuk sebuah jaringan yang dapat mengikat air. Sebaliknya, jika terjadi kenaikan pH (kondisi basa tinggi) maka pektin akan berubah menjadi asam pektat sehingga tidak dapat membentuk gel dan menyebabkan kekentalan dan konsistensi sari buah menjadi tidak stabil serta mengalami penurunan [25,46].

Selain itu, kondisi pH yang rendah juga dapat mempengaruhi proses hidrolisis protopektin menjadi pektin terlarut. Jika pH semakin rendah, maka pektin yang terlarut dalam air semakin banyak sehingga gesekan antar partikel menjadi semakin tinggi dan mengakibatkan viskositas larutan menjadi semakin meningkat [24,46,47].

Meningkatnya viskositas pada minuman probiotik sari tomat berbanding lurus dengan stabilitasnya. Kestabilan tersebut dapat terjadi karena terbentuknya gel oleh molekul pektin yang dapat mencegah pengendapan suspensi pada sari buah sehingga viskositasnya semakin meningkat dan mengakibatkan stabilitas pada sari buah juga semakin meningkat [25]. Menurut [25], viskositas dan stabilitas masing-masing meningkat dari 2,22 cP menjadi 3,11 cP dan 45,75% menjadi 97,00%.

#### 4. Pengujian Karakteristik Organoleptik

Hasil uji organoleptik minuman probiotik sari tomat dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Organoleptik Warna, Rasa, dan Aroma Minuman Probiotik Sari Tomat

Lama Fermentasi	Warna	Rasa	Aroma
0 Jam	3,10	3,40	3,20
6 Jam	3,17	3,27	3,13
18 Jam	3,23	2,97	2,97
24 Jam	3,33	2,67	2,93

Berdasarkan hasil uji statistik, data organoleptik tidak berdistribusi normal sehingga tidak dapat dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji *One Way ANOVA*. Salah satu alternatif untuk mengatasinya yaitu dengan melakukan uji *Friedman Test*. Uji *Friedman Test* merupakan uji non parametrik yang digunakan untuk rancangan acak kelompok lengkap dan bertujuan untuk melihat adanya perbedaan antar perlakuan. Hasil uji *Friedman Test* menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap tingkat kesukaan rasa dan aroma, namun tidak berpengaruh secara signifikan ( $p > 0,05$ ) terhadap tingkat kesukaan warna minuman probiotik sari tomat.

Tabel 5 menunjukkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi tidak berpengaruh terhadap tingkat kesukaan warna, namun berpengaruh terhadap tingkat kesukaan rasa dan aroma. Nilai rata-rata tingkat kesukaan warna yang disukai panelis yaitu sebesar 3,33 (suka). Secara umum, warna merah pada sari tomat disebabkan oleh adanya pigmen karotenoid seperti likopen yang merupakan komponen utama penentu warna pada buah tomat [31]. pH optimal likopen berada pada kisaran 3,5 – 4,5. Jika pH berada di luar kisaran tersebut maka kandungan likopen akan mengalami penurunan sehingga dapat mempengaruhi kestabilan warna [48]. Selain itu, penelitian [14] juga menyebutkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap warna pada jus tomat fermentatif dengan jus tomat non fermentatif. Pada penelitian lain [49], selama proses fermentasi warna sari tomat yang dihasilkan menjadi sedikit lebih gelap (keruh). Hal tersebut disebabkan oleh terjadinya degradasi likopen pada pH rendah [32].

Berbeda dengan tingkat kesukaan terhadap warna, lama waktu fermentasi justru menunjukkan adanya pengaruh terhadap tingkat kesukaan rasa dan aroma. Nilai rata-rata tingkat kesukaan rasa dan aroma yang disukai panelis mengalami penurunan masing-masing dari 3,40 menjadi 2,67 dan 3,20 menjadi 2,93. Meskipun nilai tingkat

kesukaan rasa dan aroma mengalami penurunan seiring bertambahnya lama waktu fermentasi, akan tetapi panelis masih cenderung menyukai rasa dan aroma pada minuman probiotik sari tomat karena nilai rata-rata tersebut mendekati parameter suka yang ditunjukkan dengan nilai 3 pada angket penilaian.

Rasa dan aroma pada minuman probiotik sari tomat menjadi lebih asam akibat adanya asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi sehingga mengakibatkan peningkatan total asam dan penurunan pH pada substrat [18]. Hubungan rasa dan aroma asam yang dihasilkan pada produk dapat dilihat berdasarkan penurunan nilai pH dan peningkatan total asam pada Tabel 2.

Berdasarkan penilaian organoleptik secara keseluruhan, waktu fermentasi terbaik pada minuman probiotik sari tomat adalah 18 jam. Ditinjau dari tingkat kesukaan terhadap warna, minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam tidak menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dengan minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam dengan kriteria suka. Ditinjau dari tingkat kesukaan terhadap rasa dan aroma, nilai rata-rata yang dihasilkan pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam lebih tinggi dan lebih mendekati parameter suka (skor 3) dibandingkan dengan minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 24 jam.

Selain dari penilaian organoleptik, waktu fermentasi terbaik pada minuman probiotik sari tomat juga dapat ditinjau dari karakteristik mikrobiologi dan kimianya. Berdasarkan karakteristik mikrobiologi, minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam menghasilkan total BAL sebesar  $1,42 \times 10^8$ , dimana hasil tersebut telah memenuhi standar sebagai minuman probiotik sesuai dengan [33]. Sedangkan berdasarkan karakteristik kimia, nilai pH yang dihasilkan pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam lebih mendekati nilai pH optimum pada likopen, dimana pH tersebut

berpengaruh terhadap kestabilan warna yang dihasilkan. Selain itu, nilai TAT yang dihasilkan pada minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam juga telah memenuhi standar sebagai minuman probiotik sesuai dengan [33] dengan keasaman tertitrasinya berkisar antara 0,2% - 0,9%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bertambahnya lama waktu fermentasi berpengaruh pada karakteristik mikrobiologi (total BAL), kimia (pH dan TAT), fisik (viskositas dan stabilitas), serta rasa dan aroma, namun tidak berpengaruh terhadap warna.

Hasil penelitian menunjukkan, waktu fermentasi terbaik adalah minuman probiotik sari tomat yang difermentasi selama 18 jam dengan karakteristik produk yaitu total BAL sebesar  $1,42 \times 10^8$ , pH sebesar 3,48, TAT sebesar 0,87, dan nilai rata-rata tingkat kesukaan warna 3,23; rasa 2,97 serta aroma 2,97.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Junaidi, A., 2020. Pengaruh Lama Fermentasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) dengan *Lactobacillus plantarum* B1765 Terhadap Mutu Minuman Fermentasi. *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), pp. 77-82.
2. Remacle, C. & Reusens, B., 2018. *Functional Foods, Ageing, and Degenerative Disease*. 1 ed. Belgium: Woodhead Publishing.
3. 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), pp. 1-24.
4. Donno, D. & Turrini, F., 2020. Plant Foods and Underutilized Fruits as Source of Functional Food Ingredients: Chemical Composition, Quality Traits, and Biological Properties. *Foods*, 9(10), pp. 1-4.
5. Granato, D. & Barba, F. J., 2020. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology Vol. 11*, pp. 93-118.
6. Ganesha, I. G. H., 2016. *Probiotik*, Bali: Fakultas Farmasi Universitas Udayana.
7. Nur, F., 2017. Potensi Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Dangke sebagai Kandidat Probiotik dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Disertasi*.
8. Widyaningsih, E. N., 2011. Peran Probiotik untuk Kesehatan. *Jurnal Kesehatan 4 (1)*, pp. 14-20.
9. Sindhu, SC., 2001. Probiotic fermentation of indigenous food mixture: Effect on antinutrients and digestibility of starch and protein. *J. Food Comp. Anal Vol. 14*, pp. 601-609.
10. Sujadmiko, W. & Wikandari, P. R., 2017. Resistensi Antibiotik Amoksilin Pada Strain *Lactobacillus plantarum* B1765 Sebagai Kandidat Kultur Probiotik. *UNESA Journal of Chemistry*, 6(1), pp. 54-58.
11. Zandona, L., Lima, C. & Lannes, S., 2020. *Plant-Based Milk Substitutes: Factors to Lead to Its Use and Benefits to Human Health*. London: Intech Open.
12. Hanson, P. Y., 2004. Variation for Antioxidant Activity and Antioxidants in Tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(5), pp. 704-711.
13. Mayeaux, M. X., 2006. Effects of Cooking Conditions on the Lycopene Content in Tomatoes. *Journal of Food Science*, 71(8), pp. C461-C464.
14. Wiryanta, B. T. W., 2002. *Bertanam Tomat*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
15. Anggraeni, A. C., 2012. *Asuhan Gizi: Nutritional Care Process*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
16. Johansyah, 2014. Pengaruh Plastik Pengemas Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE), dan Polipropilen (PP) Terhadap Penundaan Kematangan Buah Tomat. *Buletin Anatomi dan Fisiologi Dh Sellula*, pp. 46-57.
17. Harahap, N. O., 2018. Pembuatan Minuman Fermentasi Sari Tomat dengan Menggunakan *Lactobacillus casei* subsp. *casei* R-68. *JOM UR*, 5(2), pp. 1-15.

18. Soertina, D., 2012. Uji Mikrobiologis dan Organoleptik Jus Tomat Hasil Fermentasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus delbruekii* sebagai Functional Food dengan Konsentrasi Starter Berbeda. *Biosfera*, 29(2), pp. 87-92.
19. Kurniadi, M. & Suharyono, A., 2010. Pengaruh Konsentrasi Starter *Streptococcus thermophilus* dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Laktat dari Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(1), pp. 51-58.
20. Rafsanjani, E. R. M. & Wikandari, P. R., 2017. Pengaruh Lama Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Plantarum* B1765 Terhadap Mutu Pikel Umbi Yakon (*Smallanthus sonchifolius*). *UNESA Journal of Chemistry*, 6(2), pp. 76-80.
21. Usman, N. A., 2018. Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Plantarum* dan *Lactobacillus Casei* Terhadap Mutu Mikrobiologi dan Kimia Mayones Probiotik. *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(2), pp. 79-85.
22. Suryono, I. A. & Wikandari, P. R., 2019. Profil Produksi Short Chain Fatty Acids. *UNESA Journal of Chemistry*, 8(2), pp. 92-97.
23. Azhar, M., 2009. Inulin sebagai Prebiotik. *SAINSTEK*, XII(1), pp. 1-8.
24. Yuliani, 2017. *Pengaruh pH Larutan Pengekstrak terhadap Rendemen dan Karakteristik Pektin dari Kulit Pisang Mauli (Musa sp)*. Samarinda, Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda, pp. 25-30.
25. Farikha, I. N., 2013. Pengaruh Jenis dan Bahan Penstabil Alami Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), pp. 30-38.
26. Hidayat, I. & Wikandari, P. R., 2020. Pengembangan Gelato Sinbiotik Berbahan Dasar Soygurt dan Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta L.*). *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), pp. 17-22.
27. Astuti, D. W., 2004. Pembuatan Sari Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) dengan Variasi Macam dan Jumlah Bahan Penstabil. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
28. Suyuti, A., 2018. Pengaruh Konsentrasi CMC dan Lama Pemanasan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia (Likopen) Sari Buah Tomat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "AGRIKA"*, 12(1), pp. 50-60.
29. Nurul, P., 2015. Diversifikasi Kunyit (*Curcuma Domestica*) dan Kencur (*Kaempferia Galanga L.*) sebagai Minuman Herbal Serbuk Siap Saji. *METANA*, 11(1), pp. 13-20.
30. Sidika, S., 2013. Pengaruh Penambahan Emulsifier dan Stabilizer Terhadap Kualitas Santan Kelapa. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE*, 2(2), pp. 79-83.
31. Novita, M., 2015. Kandungan likopen dan karotenoid buah tomat (*Lycopersicum pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan: pengaruh pelapisan dengan kitosan dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 7(1), pp. 35-39.
32. Nazir, N., Adrian, M. R. & Novelina, 2016. The Improvement Lycopene Availability and Antioxidant Activities of Tomato (*Lycopersicum esculentum*) Jelly Drink. *Agriculture and Agriculture Science Procedia*, Volume 9, pp. 328-334.
33. BSN, 2009. *SNI 7552 : 2009 - Minuman Susu Fermentasi*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
34. Wilujeng, A. A. T. & Wikandari, P. R., 2013. Pengaruh Lama Fermentasi Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dengan Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap Mutu Produk. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), pp. 1-10.
35. Savitry, N. I., 2017. Total Bakteri Asam Laktat, Total Asam, Nilai pH, Viskositas, dan Sifat Organoleptik Yoghurt dengan Penambahan Jus Buah Tomat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4), pp. 184-187.
36. Rizal, S., 2016. Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat.

- Jurnal Kimia Terap Indonesia*, 18(1), pp. 63-71.
37. BSN, 1998. *SNI 4867 : 1998 - Sari Buah Tomat*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
38. McIntyre, L., 2016. *BC Centre for Disease Control*. [Online] Available at: <https://www.bcfodprotection.ca/resources/Presentations/2016-11-07%20Food%20Safety%20Workshop/Lorraine%20McIntyre%20Fermented%20Food%20Safety%20BCFPA%20Workshop%20Nov-7-2016.pdf> [Accessed 26 July 2021].
39. Liu, Y., 2018. Beneficial Effects of Tomato Juice Fermented by *Lactobacillus Plantarum* and *Lactobacillus Casei*: Antioxidation, Antimicrobial Effect, and Volatile Profiles. *Molecules*, 23(9), pp. 1-18.
40. Yoon, K. Y., 2004. Probiotication of Tomato Juice by Lactic Acid Bacteria. *The Jurnal of Microbiology*, pp. 315-318.
41. 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), pp. 110-120.
42. Evanuarini, H., 2010. Pengaruh Suhu dan Lama Pemeraman pada Inkubator Terhadap Kualitas Fisik Kefir. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 20(2), pp. 8 - 13.
43. Singleton, P. & Sainsbury, D., 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 2nd Edition*. Singapore: John Willey and Sons Ltd.
44. Zummah, A. & Wikandari, P. R., 2013. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Penambahan Kultur Starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap Mutu Bekasam Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), pp. 14-24.
45. Zaini, Z. O. F., 2016. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Nilai pH, Total Asam, Jumlah Mikroba, Protein, dan Kdar Alkohol Kefir Susu Kacang Kedelai (Glycine max (L)Merill)*, Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
46. Ristianingsih, Y., 2014. Pengaruh Konsentrasi HCl dan pH pada Ekstraksi Pektin dari Albedo Durian dan Aplikasinya pada Proses Pengentalan Karet. *Konversi*, 3(1), pp. 30-34.
47. Putri, A. & Kasli, E., 2017. *Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Goreng*. Aceh, MIPA Unsyiah, pp. 464-469.
48. Mahmoud, K., 2015. Physiochemical Characterization and Oxidative Stability of Encapsulated Nano Lycopene Pigments Extracted By CO<sub>2</sub> Fluid Extraction. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(3), pp. 307-320.
49. Kusharyati, D., 2009. *Kemampuan Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Asinan Kubis secara polikultur dengan Konsentrasi Berbeda pada Fermentasi Jus Tomat*, Purwokerto: Fakultas Biologi Universitas Jenderal Sudirman.