

ANALISIS PERTUMBUHAN BAL DAN KHAMIR PADA MASA FERMENTASI *SOURDOUGH* DENGAN PENAMBAHAN SARI BUAH MARKISA

Miftahul Jannah¹, Rizki Amelia Nasution², Ulfayani Mayasari³

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2,3}

miftahul0704212054@uinsu.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir selama proses fermentasi *Sourdough* dengan penambahan sari buah markisa (*Passiflora edulis* Sims). *Sourdough* merupakan adonan terfermentasi yang digunakan sebagai bahan pengembang alami dalam pembuatan roti, namun aroma yang kurang spesifik menjadi salah satu kelemahannya sehingga kurang diminati. Penambahan sari buah markisa dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan karakteristik aroma *Sourdough* karena buah ini memiliki aroma yang khas dan kuat. Metode penelitian yang digunakan meliputi uji total bakteri asam laktat dan uji total khamir untuk menganalisis pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi BAL dan khamir mengalami perubahan selama proses fermentasi pada setiap perlakuan. Total BAL tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 pada hari ke-5 sebesar $248,34 \times 10^7$ CFU/ml, sedangkan total khamir tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 pada hari ke-5 sebesar $130,01 \times 10^7$ CFU/ml. Simpulan penelitian menunjukkan bahwa penambahan sari buah markisa memengaruhi dinamika pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi *Sourdough*. Konsentrasi sari markisa dan lama fermentasi berperan penting terhadap pertumbuhan BAL dan khamir pada *Sourdough*.

Kata Kunci: Bakteri Asam Laktat, Fermentasi, Khamir, *Sourdough*

ABSTRACT

This study aimed to determine the growth of lactic acid bacteria (LAB) and yeast during Sourdough fermentation with the addition of passion fruit juice (Passiflora edulis Sims). Sourdough is a fermented dough used as a natural leavening agent in bread making; however, its non-specific aroma is considered one of its weaknesses and reduces consumer interest. The addition of passion fruit juice was intended to improve the aroma characteristics of Sourdough due to the fruit's distinctive and strong aroma. The methods used in this study included total lactic acid bacteria count and total yeast count to analyze microbial growth during fermentation. The results showed that the populations of LAB and yeast changed throughout the fermentation process in each treatment. The highest LAB count was obtained in treatment P2 on the fifth day, reaching 248.34×10^7 CFU/ml, while the highest yeast count was found in treatment P3 on the fifth day, reaching 130.01×10^7

CFU/ml. In conclusion, the addition of passion fruit juice affected the microbial dynamics during Sourdough fermentation. The concentration of passion fruit juice and fermentation time played important roles in the growth of LAB and yeast in Sourdough.

Keywords: *Lactic Acid Bacteria, Fermentation, Yeast, Sourdough*

PENDAHULUAN

Sourdough merupakan adonan terfermentasi yang digunakan sebagai bahan pengembang dalam proses pembuatan roti serta mengandung mikroflora berupa bakteri asam laktat (BAL) dan khamir (*yeast*) (Cahyani & Richardus, 2024). *Sourdough* memberikan dampak positif bagi kesehatan karena lebih mudah dicerna oleh tubuh. Selama proses fermentasi, berbagai mikroorganisme mengubah senyawa kompleks pada roti menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selain itu, *Sourdough* juga mampu meningkatkan cita rasa, memperbaiki tekstur, meningkatkan nilai gizi, serta mengikat kadar air sehingga dapat memperpanjang umur simpan secara alami (Yasmina et al., 2023). Penggunaan *Sourdough* dalam produksi roti menjadi tren dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2018–2022, konsumsi pangan berupa roti tawar, roti manis, dan jenis roti lainnya mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kebiasaan konsumsi masyarakat, khususnya terhadap produk roti, telah mengalami perubahan (Rachmawati et al., 2023).

Sourdough memiliki aroma yang kurang spesifik sehingga menjadi salah satu kelemahan dan menyebabkan produk ini kurang diminati oleh sebagian masyarakat (Rogalski et al., 2021). Aroma *Sourdough* sangat beragam, mulai dari aroma asam hingga aroma yang menyerupai muntahan atau bau badan akibat pertumbuhan mikroorganisme secara spontan selama fermentasi (Dewanti & Murtini, 2024). Salah satu upaya yang dilakukan untuk memperbaiki aroma tersebut adalah dengan menambahkan buah tropis yang memiliki aroma kuat, seperti nanas (Pérez-Alvarado et al., 2022). Buah tropis lain yang berpotensi diaplikasikan dalam pembuatan starter *Sourdough* adalah markisa (*Passiflora edulis* Sims). Dalam penelitian ini, buah markisa digunakan sebagai bahan tambahan karena memiliki aroma khas dan kuat serta berpotensi memberikan karakter aroma yang lebih spesifik pada *Sourdough*.

Markisa (*Passiflora edulis* Sims) merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di daerah tropis (Andi Baso Kaswar et al., 2020). Buah ini kaya akan nutrisi dan senyawa bioaktif (Sudarwati, Tantri, & Reni Ariastuti, 2024). Markisa mengandung vitamin A, vitamin C, serat, β -karoten, flavonoid, saponin, dan tanin yang berpotensi menghambat bahkan membunuh bakteri patogen. Penelitian Oliveira et al. (2018) menunjukkan bahwa markisa tidak menghambat pertumbuhan BAL dan khamir. Selain itu, sari buah markisa didominasi oleh kandungan karbohidrat serta mengandung serat, protein, dan lemak. Kandungan nutrisi

tersebut menjadikan markisa sebagai media yang baik untuk pertumbuhan bakteri probiotik (Puspita et al., 2020).

Keberadaan bakteri asam laktat pada *Sourdough* dibuktikan melalui hasil perhitungan total BAL pada media MRSA yang menunjukkan jumlah mikroba berkisar antara 59,33–75,33 log CFU/g (Maretna, Rohaya, & D., 2022). Penelitian Ariyana et al. (2018) juga melaporkan bahwa total BAL pada *Sourdough* mencapai 10^9 CFU/g. Hasil tersebut sejalan dengan pendapat Vuyst dan Patricia (2005) yang menyatakan bahwa densitas BAL pada adonan fermentasi asam umumnya melebihi 10^8 CFU/g adonan. BAL berperan dalam produksi asam laktat yang memberikan rasa segar, asam asetat yang memberikan rasa asam tajam, serta pembentukan cita rasa lain seperti rasa *umami*. Selain BAL, khamir juga berperan penting dalam proses fermentasi *Sourdough* (Salsabila et al., 2024).

Khamir memiliki peran penting dalam proses fermentasi, khususnya dalam pengembangan adonan roti, karena mampu memfermentasi gula menjadi alkohol dan karbon dioksida (Avtasari, 2023). Penelitian Dewanti dan Murtini (2024) menunjukkan bahwa total khamir pada starter *Sourdough* dengan rasio penambahan sari buah dan air yang berbeda berkisar antara $9,6 \times 10^8$ – $2,4 \times 10^9$ CFU/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio sari buah yang digunakan, maka total *yeast* pada starter *Sourdough* juga semakin meningkat (Azizah et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan buah markisa sebagai bahan tambahan alami dalam proses pembuatan *Sourdough* dinilai memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas aroma *Sourdough*. Selain itu, bakteri asam laktat golongan *Lactobacillus* telah berhasil diisolasi dari buah markisa (Yulinery, 2015). Kandungan gula sederhana pada buah markisa juga mudah dimanfaatkan oleh BAL sehingga aktivitas fermentasinya dapat meningkat.

Penelitian mengenai pemanfaatan buah tropis dalam fermentasi *Sourdough* telah dilakukan menggunakan beberapa jenis buah, seperti nanas, untuk memperbaiki karakter aroma produk. Namun, penggunaan sari buah markisa (*Passiflora edulis* Sims) sebagai bahan tambahan dalam fermentasi *Sourdough* masih belum banyak dilaporkan, khususnya terkait pengaruhnya terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir selama proses fermentasi. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam pemanfaatan sari buah markisa sebagai substrat tambahan alami pada *Sourdough* serta analisis dinamika pertumbuhan BAL dan khamir selama fermentasi berlangsung.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir selama fermentasi *Sourdough* dengan penambahan sari buah markisa (*Passiflora edulis* Sims). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi sari buah markisa sebagai bahan tambahan alami dalam meningkatkan aktivitas fermentasi dan karakteristik *Sourdough*.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April–Juli 2025 di tiga lokasi, yaitu: (1) Laboratorium Herbarium Medanense, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, untuk identifikasi botani buah markisa (*Passiflora edulis* Sims); (2) Laboratorium Mikrobiologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, untuk pembuatan sari buah markisa, pembuatan *Sourdough*, serta analisis pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir selama fermentasi; dan (3) Laboratorium Politeknik Kimia Industri Medan, untuk analisis kadar air *Sourdough*.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi botol jar, gelas beker, oven, autoklaf, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, bunsen, inkubator, gelas ukur, *vortex*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, timbangan analitik, blender, spatula, sendok, dan saringan. Bahan yang digunakan terdiri atas buah markisa sebanyak 15 kg, tepung terigu protein tinggi sebanyak 4 kg, air mineral, akuades, media *de Man Rogosa Sharpe* Agar (MRSA), media *Yeast Extract* Agar (YEA), larutan NaCl fisiologis 0,9%, *aluminium foil*, dan plastik wrap.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan penambahan sari buah markisa pada pembuatan *Sourdough*, yaitu: P0 (kontrol, tanpa penambahan sari buah markisa, menggunakan 50 mL air), P1 (30 mL sari buah markisa), P2 (50 mL sari buah markisa), dan P3 (70 mL sari buah markisa). Setiap perlakuan menggunakan 50 g starter dan 50 g tepung terigu protein tinggi.

Prosedur Penelitian

Identifikasi Bahan Baku

Buah markisa yang digunakan diidentifikasi secara morfologis di Laboratorium *Herbarium Medanense*, Universitas Sumatera Utara, untuk memastikan spesies yang digunakan adalah *Passiflora edulis* Sims.

Pembuatan Sari Buah Markisa

Buah markisa matang disortasi, dicuci dengan air mengalir, kemudian dibelah untuk diambil daging buahnya. Daging buah selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan disaring untuk memperoleh sari buah.

Pembuatan Starter *Sourdough*

Starter *Sourdough* dibuat melalui fermentasi selama lima hari dengan metode backslopping. Pada hari pertama, perlakuan P0 dibuat dengan mencampurkan 50 g tepung terigu dan 50 mL air, sedangkan perlakuan P1, P2, dan P3 dibuat dengan mencampurkan 50 g tepung terigu dengan sari buah markisa

sesuai perlakuan. Pada hari ke-2 hingga ke-5, dilakukan penambahan 50 g starter hari sebelumnya, 50 g tepung terigu, serta 50 mL air untuk P0 atau sari buah markisa sesuai perlakuan untuk P1, P2, dan P3.

Analisis Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat

Total BAL dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sebanyak 1 g sampel diencerkan secara bertingkat hingga pengenceran 10^{-7} . Sebanyak 0,5 mL dari masing-masing pengenceran diinokulasikan pada media MRSA dengan metode *pour plate*, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 72 jam dalam posisi terbalik. Jumlah koloni dinyatakan dalam CFU/g dan dihitung menggunakan rumus pada persamaan (1) berikut:

$$N = \frac{\sum c}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times d} \quad (1)$$

Keterangan: N = jumlah koloni (CFU/g).

$\sum c$ = jumlah koloni dari seluruh cawan yang dihitung.

n_1 = jumlah cawan pada pengenceran pertama.

n_2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua.

d = faktor pengenceran pertama yang dihitung.

Analisis Angka Kapang dan Khamir

Sebanyak 1 g sampel dimasukkan ke dalam 9 mL larutan NaCl fisiologis 0,9%, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-7} . Sebanyak 0,5 mL dari tiga pengenceran terakhir diinokulasikan pada media YEA menggunakan metode *pour plate*. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 5 hari. Jumlah koloni dihitung dalam CFU/g menggunakan rumus TPC yang sama.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur *Sourdough* menggunakan skala hedonik. Penilaian dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih terhadap empat sampel perlakuan.

Pengukuran pH

Sebanyak 20 g sampel dicampurkan dengan 80 mL akuades (1:4). Nilai pH diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan buffer pH 7 dan pH 4 hingga diperoleh pembacaan yang stabil.

Analisis Kadar Air

Sebanyak 3 g sampel ditimbang dalam cawan yang telah dikeringkan sebelumnya. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot konstan. Kadar air dihitung menggunakan rumus pada persamaan (2) berikut:

$$\text{Kadar Air (100\%)} = \frac{\{W - W_1\}}{\{W\}} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan: W = berat sampel awal (g)

W_1 = berat sampel setelah pengeringan (g).

Analisis Data

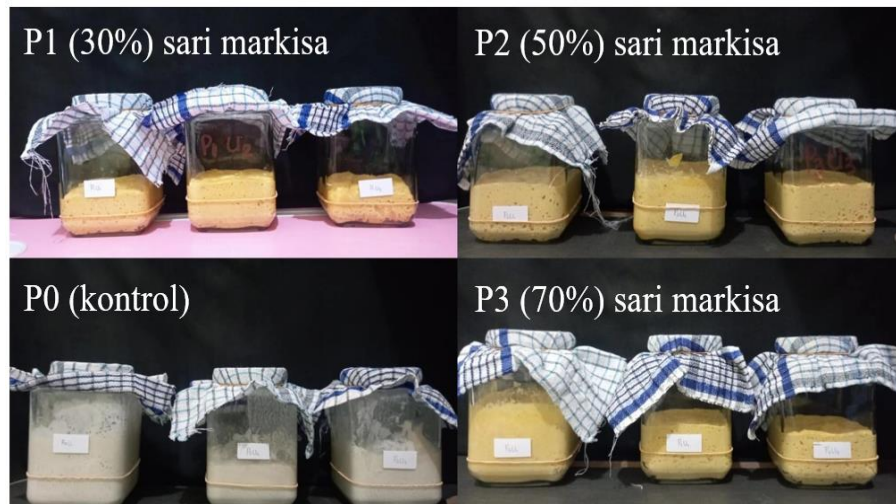
Data pertumbuhan BAL, angka kapang dan khamir, pH, kadar air, serta uji organoleptik dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL PENELITIAN

Pertumbuhan BAL dan Khamir pada Masa Fermentasi *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Total BAL pada Masa Fermentasi *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Jumlah bakteri asam laktat (BAL) merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan fermentasi, keamanan produk, dan potensi manfaat kesehatan. Produk pangan fermentasi yang baik umumnya memiliki jumlah BAL minimal 10^6 – 10^8 cfu/ml, karena konsentrasi tersebut dinilai cukup untuk memberikan efek probiotik dan manfaat fisiologis bagi kesehatan. Pertumbuhan BAL dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fermentasi, terutama pH dan kadar air. Kisaran pH 3,5–4,5 mendukung pertumbuhan optimal BAL, sedangkan kadar air yang tinggi diperlukan untuk menunjang aktivitas metabolisme dan transport nutrisi selama proses fermentasi. Hasil *Sourdough* dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil *Sourdough*

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan hasil uji bakteri asam laktat (BAL) Di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Rata – rata Hasil Total Bakteri Asam Laktat (BAL) dan pH *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Perlakuan	Total BAL (cfu/ml)					
	Hari Ke-1	pH	Hari Ke-3	pH	Hari Ke-5	pH
P0	0×10^{7a}	4,24	0×10^{7a}	4,33	$33,36 \times 10^{7a}$	4,37
P1	$245,64 \times 10^{7a}$	3,60	$33,75 \times 10^{7a}$	3,64	$67,71 \times 10^{7a}$	3,59
P2	$96,86 \times 10^{7a}$	3,44	$21,98 \times 10^{7a}$	3,43	$248,34 \times 10^{7a}$	3,56
P3	$31,67 \times 10^{7a}$	3,40	$75,63 \times 10^{7a}$	3,55	$33,73 \times 10^{7a}$	3,60

Keterangan:

*P0 = tanpa penambahan sari buah markisa, P1 = Penambahan 30 ml sari buah, P2= Penambahan 50 ml markisa, P3 = Penambahan 70 ml sari buah markisa

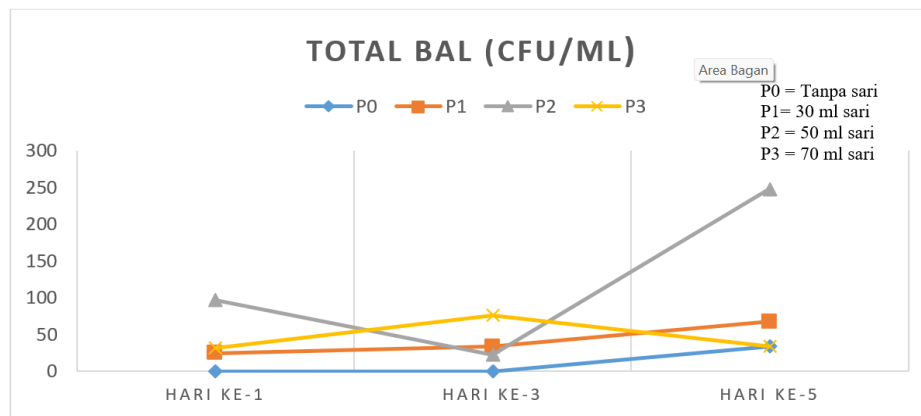
Tabel 1 menjelaskan, Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) pada setiap perlakuan dipengaruhi oleh ketersediaan substrat, pH, dan kadar air selama fermentasi. Pada perlakuan kontrol (P0), jumlah BAL pada hari ke-1 dan ke-3 belum memenuhi standar hitung cawan, menandakan bahwa BAL masih berada pada fase adaptasi (lag phase). Tanpa penambahan sari buah markisa sebagai sumber gula sederhana, BAL memerlukan waktu lebih lama untuk memanfaatkan karbohidrat kompleks dari tepung. Pada hari ke-5, jumlah BAL meningkat menjadi $33,36 \times 10^7$ cfu/ml dengan pH 4,37, menunjukkan transisi menuju fase logaritmik. Peningkatan ini didukung oleh kenaikan kadar air hingga 32,90%, yang membantu kelarutan substrat dan mendukung aktivitas metabolisme BAL.

Pada perlakuan P1, jumlah BAL sangat tinggi pada hari ke-1, yaitu $245,64 \times 10^7$ cfu/ml, dengan pH 3,60. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 30 ml sari buah markisa mampu menyediakan gula sederhana, vitamin, dan mineral yang mendukung pertumbuhan awal BAL. Namun, pada hari ke-3 jumlah BAL menurun menjadi $33,75 \times 10^7$ cfu/ml. Penurunan ini diduga disebabkan oleh rendahnya rasio cairan, sehingga adonan menjadi lebih padat, distribusi nutrisi kurang merata, dan difusi substrat terbatas. Selain itu, konsentrasi asam organik dan senyawa fenolik dari sari markisa yang relatif tinggi pada kondisi cairan rendah dapat menimbulkan stres asam pada BAL. Pada hari ke-5, jumlah BAL kembali meningkat menjadi $67,71 \times 10^7$ cfu/ml, seiring dengan meningkatnya kadar air dan terjadinya adaptasi BAL terhadap kondisi asam serta osmotik.

Perlakuan P2 menunjukkan pola pertumbuhan yang paling optimal. Jumlah BAL pada hari ke-1 mencapai $96,86 \times 10^7$ cfu/ml, kemudian menurun pada hari ke-3 menjadi $21,98 \times 10^7$ cfu/ml akibat akumulasi asam laktat yang menekan pertumbuhan beberapa strain BAL. Pada hari ke-5, jumlah BAL meningkat tajam menjadi $248,34 \times 10^7$ cfu/ml. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan 50 ml sari buah markisa memberikan keseimbangan yang ideal antara ketersediaan gula, pH, dan kadar air, sehingga mendukung adaptasi dan pertumbuhan BAL secara maksimal pada akhir fermentasi.

Sementara itu, pada perlakuan P3, jumlah BAL pada hari ke-1 relatif rendah, yaitu $31,67 \times 10^7$ cfu/ml, karena pH yang sangat asam (3,40) dan kadar air

yang rendah membatasi pertumbuhan awal BAL. Pada hari ke-3, jumlah BAL meningkat menjadi $75,63 \times 10^7$ cfu/ml seiring dengan meningkatnya pH dan kadar air, yang menciptakan kondisi lingkungan lebih sesuai untuk pertumbuhan. Namun, pada hari ke-5 jumlah BAL kembali menurun menjadi $33,73 \times 10^7$ cfu/ml. Penurunan ini diduga akibat berkurangnya substrat setelah fase pertumbuhan aktif, sehingga populasi memasuki fase stasioner. Selain itu, kadar air yang terlalu tinggi dapat mengganggu kestabilan fermentasi. Secara keseluruhan, perlakuan P2 merupakan formulasi terbaik dalam mendukung pertumbuhan BAL selama fermentasi *Sourdough* dengan penambahan sari buah markisa.



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat

Berdasarkan grafik, penambahan sari buah markisa memengaruhi pertumbuhan BAL pada *Sourdough* selama fermentasi. Perlakuan P2 (50 ml sari buah markisa) menunjukkan hasil terbaik dengan jumlah BAL tertinggi pada hari ke-5 fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sari buah markisa dalam jumlah yang tepat mampu mendukung aktivitas dan pertumbuhan BAL secara optimal. Kandungan gula dan nutrisi pada sari buah markisa diduga menjadi sumber energi bagi BAL selama proses fermentasi berlangsung. Sementara itu, P0 memiliki pertumbuhan BAL paling rendah, P1 meningkat pada awal fermentasi namun kurang stabil, dan P3 mengalami penurunan pada akhir fermentasi. Dengan demikian, penambahan 50 ml sari buah markisa merupakan formulasi optimal untuk mendukung pertumbuhan BAL pada *Sourdough*.

Total Khamir *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Pertumbuhan khamir berperan penting dalam fermentasi *Sourdough* karena menghasilkan karbon dioksida yang memengaruhi volume dan tekstur, serta membentuk cita rasa khas melalui metabolit fermentasi. Pertumbuhan khamir dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama pH dan kadar air. Khamir tumbuh optimal pada pH 4,0–5,0, meskipun masih mampu beradaptasi pada pH yang lebih rendah jika nutrisi tersedia cukup. Selain itu, kadar air yang memadai sangat

penting untuk mendukung aktivitas metabolisme, difusi nutrisi, dan kerja enzim selama fermentasi.

Berdasarkan uji total khamir yang dilakukan Di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Rata – rata Hasil Uji Total Khamir dan pH pada *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Perlakuan	Total Khamir (cfu/ml)					
	Hari Ke-1	pH	Hari Ke-3	pH	Hari Ke-5	pH
P0	0×10^{7a}	4,24	$8,06 \times 10^{7a}$	4,33	$12,26 \times 10^{7a}$	4,37
P1	0×10^{7a}	3,60	$14,90 \times 10^{7a}$	3,64	$21,55 \times 10^{7a}$	3,59
P2	0×10^{7a}	3,44	0×10^{7a}	3,43	$19,21 \times 10^{7a}$	3,56
P3	0×10^{7b}	3,40	$0,86 \times 10^{7b}$	3,55	$130,01 \times 10^{7b}$	3,60

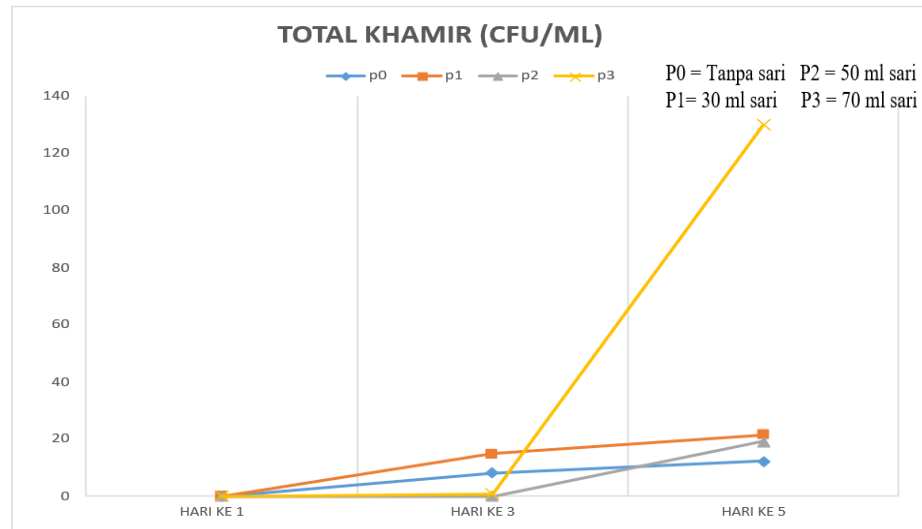
Keterangan: *P0 = tanpa penambahan sari buah markisa, P1 = Penambahan 30 ml sari buah, P2 = Penambahan 50 ml markisa, P3 = Penambahan 70 ml sari buah markisa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan khamir pada *Sourdough* dipengaruhi oleh pH, kadar air, dan konsentrasi sari buah markisa. Pada perlakuan kontrol (P0), khamir belum terdeteksi pada hari ke-1, kemudian meningkat secara bertahap pada hari ke-3 dan ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa khamir memerlukan waktu adaptasi untuk memanfaatkan substrat tepung sebelum memasuki fase pertumbuhan aktif. Peningkatan kadar air selama fermentasi turut mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan khamir.

Pada perlakuan P1, khamir juga belum terdeteksi pada hari ke-1 akibat kondisi yang cukup asam dan kadar air yang relatif rendah. Namun, populasi khamir meningkat pada hari ke-3 dan terus bertambah hingga hari ke-5. Pertumbuhan ini didukung oleh ketersediaan gula sederhana dari sari buah markisa, serta meningkatnya kadar air yang memperbaiki ketersediaan air bebas dan difusi nutrisi.

Pada perlakuan P2, khamir belum tumbuh pada hari ke-1 maupun hari ke-3, meskipun kadar air cukup tinggi. Kondisi ini disebabkan oleh pH yang terlalu rendah, sehingga menghambat pertumbuhan awal khamir. Khamir baru tumbuh pada hari ke-5 ketika pH meningkat dan kondisi fermentasi menjadi lebih mendukung, menandakan bahwa khamir telah berhasil beradaptasi dan memasuki fase pertumbuhan aktif.

Perlakuan P3 menunjukkan pertumbuhan khamir paling tinggi pada akhir fermentasi. Khamir tidak terdeteksi pada hari ke-1 karena pH sangat rendah dan kadar air terlalu rendah. Pada hari ke-3, populasi mulai muncul seiring meningkatnya pH dan kadar air. Selanjutnya, pada hari ke-5 terjadi peningkatan populasi yang sangat signifikan, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan telah optimal untuk pertumbuhan khamir. Dengan demikian, perlakuan P3 menghasilkan pertumbuhan khamir tertinggi pada akhir fermentasi.



Grafik 2. Grafik Pertumbuhan Khamir

Grafik pertumbuhan khamir menunjukkan bahwa penambahan sari buah markisa memengaruhi dinamika pertumbuhan khamir pada *Sourdough*. Perlakuan P0 menunjukkan pertumbuhan paling lambat, sedangkan P1 menghasilkan pertumbuhan yang stabil sejak hari ke-3. Pada P2, khamir mengalami fase adaptasi yang lebih panjang dan baru meningkat pada hari ke-5. Sementara itu, P3 menunjukkan pertumbuhan tertinggi pada akhir fermentasi, meskipun adaptasinya berlangsung lebih lambat. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi sari buah markisa cenderung meningkatkan populasi khamir pada akhir fermentasi.

Karakteristik *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Organoleptik *Sourdough* dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Pengujian organoleptik bertujuan untuk menjelaskan atau menilai mutu sensori suatu produk berdasarkan persepsi indera manusia, yaitu warna, aroma, rasa dan tekstur. Berdasarkan uji hedonik meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa yang telah dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sumatera Utara diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptik *Sourdough* Dengan Penambahan Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis* Sims)

Hari	Whitness Index	Parameter			
		Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
1	P0	5,90 ± 0,99 ^a	4,60 ± 1,47 ^a	5,00 ± 1,14 ^b	5,63 ± 0,89 ^a
	P1	7,67 ± 1,02 ^a	6,70 ± 0,98 ^a	5,87 ± 1,35 ^b	7,33 ± 1,09 ^a
	P2	7,07 ± 1,23 ^a	7,53 ± 1,13 ^a	6,47 ± 1,00 ^a	5,27 ± 1,70 ^a
	P3	6,73 ± 1,08 ^a	6,17 ± 1,53 ^a	6,23 ± 1,00 ^a	4,43 ± 1,13 ^a
3	P0	6,90 ± 1,21 ^a	6,07 ± 1,46 ^a	6,47 ± 1,00 ^a	5,27 ± 1,41 ^b
	P1	6,90 ± 1,09 ^a	6,53 ± 1,27 ^a	6,93 ± 1,23 ^a	5,80 ± 0,84 ^b

	P2	5,70 ± 0,79 ^a	7,53 ± 0,90 ^a	7,33 ± 1,09 ^a	6,03 ± 1,88 ^a
	P3	6,03 ± 0,85 ^a	5,63 ± 1,49 ^a	5,40 ± 1,61 ^a	6,10 ± 1,39 ^a
5	P0	6,93 ± 1,20 ^a	6,07 ± 1,14 ^a	6,20 ± 0,88 ^b	5,53 ± 1,52 ^a
	P1	6,97 ± 1,06 ^a	6,53 ± 1,27 ^a	7,10 ± 1,09 ^b	5,47 ± 1,22 ^a
	P2	6,33 ± 1,18 ^a	7,33 ± 1,15 ^a	6,63 ± 1,09 ^a	4,57 ± 1,52 ^a
	P3	5,53 ± 1,52 ^a	5,47 ± 1,22 ^a	4,57 ± 1,52 ^a	5,07 ± 1,25 ^a

Keterangan: Perlakuan P0 : *Sourdough* Tanpa Penambahan Sari Buah, P1 : *Sourdough* Dengan Penambahan Sari Buah Markisa 30 ml, P2 : *Sourdough* Dengan Penambahan Sari Buah Markisa 50 ml, P3 : *Sourdough* Dengan Penambahan Sari Buah Markisa 70 ml.

Berdasarkan hasil uji organoleptik pada Tabel 3, penambahan sari buah markisa memberikan pengaruh terhadap karakteristik warna, aroma, tekstur, dan rasa *Sourdough* selama fermentasi. Perlakuan P2 (50 ml sari buah markisa) cenderung memperoleh nilai terbaik pada parameter aroma dan tekstur, terutama pada hari ke-3 dan ke-5 fermentasi. Sementara itu, perlakuan P0 menunjukkan nilai organoleptik yang relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan penambahan sari buah markisa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sari buah markisa dapat meningkatkan penerimaan panelis terhadap karakteristik *Sourdough*.

PEMBAHASAN

Penambahan sari buah markisa pada fermentasi *sourdough* memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik sensori dan dinamika mikroba. Hasil organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan dengan sari buah markisa menghasilkan perubahan warna dari putih krem (kontrol) menjadi kuning, namun masih diterima oleh panelis. Aroma cenderung menurun seiring waktu fermentasi akibat akumulasi asam organik dan alkohol, sedangkan tekstur dan rasa menunjukkan peningkatan tingkat kesukaan karena aktivitas mikroorganisme membentuk jaringan gluten yang lebih matang serta menghasilkan gas dan senyawa volatil yang memberikan cita rasa asam, segar, dan kompleks.

Hasil grafik menunjukkan bahwa penambahan sari buah markisa juga memengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir secara berbeda. Perlakuan P2 (50 ml sari) menghasilkan jumlah BAL tertinggi pada hari ke-5 fermentasi, sementara pertumbuhan khamir tertinggi dicapai pada P3 (70 ml sari). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi moderat sari buah markisa optimal untuk mendukung pertumbuhan BAL, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi mendorong peningkatan populasi khamir pada akhir fermentasi. Pola pertumbuhan ini sejalan dengan literatur sebelumnya yang menyatakan bahwa interaksi antara LAB dan khamir dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien, konsentrasi gula, dan metabolit mikroba selama fermentasi *sourdough* (Arora et al., 2021).

Dengan demikian, kombinasi optimal antara penambahan sari buah markisa dan durasi fermentasi mampu menghasilkan *sourdough* dengan keseimbangan yang baik antara rasa, aroma, tekstur, dan viabilitas mikroba, serta dapat dijadikan acuan formulasi untuk produk *sourdough* fungsional berbasis buah markisa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan sari buah markisa berpengaruh terhadap dinamika pertumbuhan mikroorganisme dan karakteristik sensori *Sourdough* selama fermentasi. Perlakuan P2 dengan penambahan 50 ml sari buah markisa merupakan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri asam laktat, sedangkan perlakuan P3 menghasilkan populasi khamir tertinggi pada akhir fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi sari buah markisa dan lama fermentasi berperan penting dalam menentukan pertumbuhan mikroba. Selain itu, penambahan sari buah markisa juga meningkatkan karakteristik sensori *Sourdough*, ditandai dengan warna yang lebih kuning, aroma yang lebih kompleks, rasa asam yang khas, serta tekstur yang lebih lembut dan elastis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Baso Kaswar, A., Risal, A. A. N., Fatiah, & Nurjannah. (2020). Klasifikasi tingkat kematangan buah markisa menggunakan jaringan syaraf tiruan berbasis pengolahan citra digital. *Jessi*, 1(May), 1–8.
- Ariyana, M. D., Amaro, M., Werdiningsih, W., Handayani, B. R., Nazaruddin, N., & Widyastuti, S. (2018). Penambahan bakteri asam laktat untuk meningkatkan kualitas, keamanan, dan daya simpan roti. *Jurnal Ilmu Teknologi dan Pangan*, 4(2), 333–342.
- Arora, K., Ameer, H., Polo, A., Di Cagno, R., Rizzello, C. G., & Gobbetti, M. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.008>
- Avitasari, P. D. (2023). *Uji kemampuan isolat khamir endofit Candida sanyaensis dan Candida sp. hasil isolasi dari nira siwalan (Borassus flabellifer L.) sebagai pengembang adonan roti* [Skripsi].
- Azizah, M., Lingga, L. S., & Rikmasari, Y. (2020). Uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol daun seledri (*Apium graveolens* L.) dan madu hutan terhadap beberapa bakteri penyebab penyakit kulit. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(1), 37. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i1.547>
- Cahyani, W. K. D., Richardus, W., & W. (2024). Pengaruh perbedaan konsentrasi. *Fakultas Heuristic*, 21(1), 101–112.
- Dewanti, R. A., & Murtini, E. S. (2024). Inovasi pembuatan roti tawar hybrid sourdough: Studi penggunaan puree buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) pada starter sourdough. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 12(2), 88–100. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2024.012.02.4>
- Maretna, F. W. L. D., Rohaya, S., & Z. (2022). Aplikasi mocaf (*modified cassava flour*) menggunakan ragi tape dan ragi tempe pada pembuatan sourdough. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 316–322.

- Oliveira, A. C. M. do C. P. R. (2018). Nutritional and phytochemical analysis of passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp. *Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1222–1231.
- Pérez-Alvarado, O., Zepeda-Hernández, A., Garcia-Amezquita, L. E., Requena, T., Vinderola, G., & García-Cayuela, T. (2022). Role of lactic acid bacteria and yeasts in sourdough fermentation during breadmaking: Evaluation of postbiotic-like components and health benefits. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.969460>
- Puspita, D., Nadia, E., Immanuel, E., & Titania, M. C. (2020). Isolasi, identifikasi, dan uji produksi yeast yang diisolasi dari nira kelapa. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 5(1), 1–5.
- Rachmawati, E., Noviasari, S., & Lubis, Y. M. (2023). Pemanfaatan sourdough pada produk pangan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 370–376.
- Rogalski, E., Ehrmann, M. A., & Vogel, R. F. (2021). Strain-specific interaction of *Fructilactobacillus sanfranciscensis* with yeasts in the sourdough fermentation. *European Food Research and Technology*, 247(6), 1437–1447. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03722-0>
- Salsabila, Q. S., Mayasari, U., & Selvia, I. N. (2024). Uji aktivitas dan karakteristik kombucha sari buah markisa (*Passiflora edulis* Sims) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* secara *in vitro*. 8(3), 449–454.
- Sudarwati, Tantri, & Ariastuti, R. (2024). Skrining fitokimia ekstrak etanol buah markisa ungu (*Passiflora edulis* Sims). *Jurnal Farmasi SYIFA*, 2(2), 317–323. <https://doi.org/10.63004/jfs.v2i2.430>
- Vuyst, L. D., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interaction. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 43–56.
- Yasmina, Ayuningsih, O., Kirana, I., & Rengganis, B. S. (2023). Pengaruh penggunaan ragi alami “sourdough starter” terhadap pembuatan roti vegan-plant-based. *Seminar Nasional LPPM UMMAT*, 2(April), 1002–1008.
- Yulinery, T. (2015). Uji aktivitas antibakteri *Lactobacillus plantarum* terseleksi dari buah markisa (*Passiflora edulis*) dan kaitannya dengan gen plantarisin A (*plnA*). 1(April), 270–277. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010217>