



Studi Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kualitas Nutrisi Tepache Berbahan Dasar Kulit Nanas (*Ananas comosus (L.) Merr*)

¹Muzzaqi F.,A, ¹Rukmini., A, ¹Darmawan, E, ¹Laswati, D.,T.

¹ Universitas Widyamatarem Yogyakarta, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Kampus Terpadu. Jl. Tata Bumi Selatan, Banyuraden, Gamping Sleman Yogyakarta

*e-mail korespondensi: Fahryzaki95@gmail.com

Article Info	Abstract
Keywords: Tepache, Fermentation, Pineapple Peel, Time, Sensory	<p><i>This study aimed to evaluate the effect of different fermentation durations on the chemical, microbiological, and organoleptic qualities of tepache made from pineapple peel (<i>Ananas comosus L. Merr</i>) and to determine the optimal fermentation time. The fermentation process was carried out spontaneously at room temperature ($\pm 28-30^{\circ}\text{C}$) for 24, 48, 72, and 96 hours. The parameters observed included total sugar content, pH, vitamin C, flavonoid levels, total lactic acid bacteria (BAL), and organoleptic attributes such as taste, aroma, color, and overall preference. Laboratory chemical analyses, total plate count (TPC) methods for BAL, and hedonic sensory tests with untrained panelists were employed. The results demonstrated that fermentation time significantly affected all observed parameters. Longer fermentation times led to a decrease in total sugar and flavonoids, while pH and vitamin C levels increased. BAL counts peaked at 24 hours and declined thereafter. The 24-hour fermentation treatment produced the best results across chemical, microbiological, and sensory parameters, with a total sugar content of 1.36%, pH 3.66, vitamin C 5.94 mg/100 mL, flavonoid content 0.0038 mg/mL, and BAL count of 6.1×10^7 CFU/mL. These findings suggest that pineapple peel has promising potential as a raw material for the development of functional beverages.</i></p>
Info Artikel	Abstrak
Kata Kunci: Tepache, Fermentasi, Kulit nanas, Waktu, Sensorik	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kualitas kimia, mikrobiologi, dan organoleptik tepache yang dibuat dari kulit nanas (<i>Ananas comosus L. Merr</i>), serta menentukan waktu fermentasi optimal. Fermentasi dilakukan secara spontan pada suhu ruang ($\pm 28-30^{\circ}\text{C}$) selama 24, 48, 72, dan 96 jam. Parameter yang dianalisis meliputi kadar gula total, pH, vitamin C, flavonoid, jumlah bakteri asam laktat (BAL), serta atribut organoleptik berupa rasa, aroma, warna, dan tingkat kesukaan keseluruhan. Metode pengujian mencakup analisis kimia laboratorium, <i>total plate count</i> (TPC) untuk BAL, serta uji organoleptik skala hedonik menggunakan panelis tidak terlatih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter. Semakin lama fermentasi, kadar gula total dan flavonoid menurun, pH dan vitamin C meningkat, dan jumlah BAL cenderung menurun. Perlakuan fermentasi selama 24 jam memberikan hasil terbaik dengan kadar gula total 1,36%, pH 3,66, vitamin C 5,94 mg/100 mL, flavonoid 0,0038 mg/mL, dan BAL $6,1 \times 10^7$ CFU/mL. Penelitian ini menunjukkan bahwa kulit nanas berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku minuman fungsional yang sehat, ekonomis, dan ramah lingkungan.</p>



1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah sumber daya alam sebagai bahan baku pangan fungsional merupakan pendekatan strategis dalam mendukung keberlanjutan dan pola konsumsi sehat. Indonesia sebagai produsen nanas terbesar kelima di dunia menghasilkan limbah kulit nanas dalam jumlah besar yang belum dimanfaatkan secara optimal, padahal berpotensi tinggi sebagai bahan baku bernilai tambah (Reswan et., al, 2022). Kulit nanas mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, oksalat, fitat, serta enzim bromelin yang memiliki aktivitas proteolitik dan antimikroba. Kandungan bromelin pada kulit bahkan dilaporkan lebih tinggi dibanding bagian batang (Mohapatra et al., 2013; Husniah et., Al, 2020).

Selain itu, kadar karbohidrat dan gula yang tinggi dalam kulit nanas menjadikannya substrat ideal untuk fermentasi (Wijana, 1991). Salah satu inovasi pemanfaatan kulit nanas adalah produk fermentasi tepache, yang dibuat dengan menambahkan gula merah dan difermentasi secara spontan. Tepache mengandung bakteri asam laktat (BAL) yang berperan dalam pembentukan aroma dan rasa khas, serta memberi efek probiotik bagi kesehatan pencernaan (Valerio et., al, 2020). Proses fermentasi juga meningkatkan bioaktivitas senyawa antioksidan dan menurunkan risiko patogen. Selain itu, produk fermentasi yang mengandung probiotik diketahui memiliki potensi sebagai pangan fungsional karena mampu meningkatkan kualitas mikrobiologis, fisikokimia, dan karakter sensori produk pangan (Saputro et al., 2023).

Tingginya minat masyarakat terhadap minuman fungsional berbasis probiotik mendorong pengembangan tepache sebagai alternatif minuman sehat yang ramah lingkungan. Selain mampu mengurangi limbah pertanian, produk ini juga memiliki potensi nilai ekonomi yang tinggi (Erlingga et al., 2024). Namun demikian, kualitas nutrisi dan aktivitas biologis tepache sangat bergantung pada durasi fermentasi, yang memengaruhi dinamika mikroorganisme serta kandungan gula, vitamin C, dan flavonoid dalam produk akhir. Oleh sebab itu, penelitian terhadap optimasi waktu fermentasi menjadi penting untuk menghasilkan tepache dengan mutu gizi dan fungsi optimal.

2. KAJIAN TEORI DAN HIPOTESIS

Fermentasi merupakan proses biokimia yang melibatkan aktivitas mikroorganisme seperti khamir dan bakteri, yang mengubah gula menjadi senyawa metabolit seperti asam organik, alkohol, dan gas (Suprihatin, 2010). Dalam konteks pangan, fermentasi berperan penting dalam pembentukan cita rasa, aroma, peningkatan nilai gizi, dan daya simpan produk (Sukriadi et al., 2022).

Tepache, minuman tradisional berbasis kulit nanas, mengalami fermentasi oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) dari genus *Lactobacillus*, yang menghasilkan asam laktat dan bakteriosin sebagai agen antimikroba (Putri et al., 2021; Zhou et al., 2014; Fakruddin et al., 2017). Fermentasi tepache dapat berlangsung secara spontan atau terkontrol. Fermentasi terkontrol lebih aman dan konsisten dibandingkan fermentasi spontan yang rentan

kontaminasi. Kondisi fermentasi optimal meliputi suhu 25–30 °C dan lingkungan anaerob parsial untuk menjaga stabilitas senyawa bioaktif (Valerio et al., 2020). Kulit nanas batu digunakan karena kandungan gulanya yang tinggi dan stabil, serta kaya bromelin, flavonoid, dan vitamin C (Nur et al., 2017). Komposisi gizi kulit nanas mendukung pertumbuhan mikroorganisme fermentasi, dengan kandungan bahan kering, protein, serat, dan energi metabolisme yang tinggi (Ramadhan, 2016; Syarif, 2016). Selama fermentasi, tepache menghasilkan etanol, asam organik, dan senyawa volatil yang membentuk karakteristik sensori. BAL menurunkan pH dan menjaga kestabilan mikrobiologis, sementara khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* memproduksi etanol (Novriyanti et al., 2022). Kadar etanol perlu dikontrol agar tetap sesuai standar minuman non-alkohol. Tepache tergolong sebagai minuman probiotik alami, serupa dengan produk fermentasi lain seperti boza, kombucha, dan sima (Todorov & Holzapfel, 2015; Simatupang et al., 2017; Duggan et al., 2015; Greenwalt et al., 2000; Arvola, 2001). Secara keseluruhan, fermentasi tepache menyebabkan penurunan kadar gula dan pH, serta perubahan kadar vitamin C, flavonoid, dan atribut sensori. Proses ini juga meningkatkan jumlah mikroorganisme probiotik, menjadikan tepache sebagai minuman fungsional yang bernilai gizi tinggi dan ramah lingkungan.

3. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses dan Pengolahan, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan. Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Agustus 2025.

Alat dan Bahan

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah kulit nanas segar (*Ananas comosus* (L.) Merr.) yang diperoleh dari Toko Alifah Buah. Bahan tambahan meliputi gula merah, air minum, media de Man Rogosa Sharpe Agar (MRSA), larutan NaOH, indikator fenoltalein, larutan iodium, amilum, pereaksi Luff Schoorl, serta bahan kimia lain yang diperlukan untuk analisis.

Alat

Alat yang digunakan meliputi timbangan digital, pisau, talenan, wadah fermentasi kaca, gelas ukur, blender, pH meter, inkubator, autoklaf, laminar air flow, colony counter, spektrofotometer UV-Vis, buret, pipet volumetrik, erlenmeyer, tabung reaksi, dan peralatan gelas laboratorium lainnya.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor untuk mengevaluasi pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kualitas kimia, mikrobiologis, dan sensorik minuman tepache. Perlakuan fermentasi terdiri dari empat taraf waktu: 24, 48, 72, dan 96 jam, masing-masing dengan tiga kali ulangan. Bahan utama yang digunakan adalah kulit nanas segar dari Toko Alifah Buah, yang dicuci bersih, dipotong kecil, dan dicampur dengan gula merah yang telah dihancurkan serta air bersih dalam rasio 250 g kulit nanas : 125 g gula merah : 750 ml air. Campuran difermentasi secara alami dalam wadah tertutup pada suhu ruang ($\pm 18-30$ °C). Setelah fermentasi selesai sesuai waktu perlakuan, sampel dianalisis melalui uji kimia, mikrobiologi, dan sensorik.

Uji kimia meliputi pengukuran kadar gula total dengan metode Luff Schoorl, vitamin C dengan titrasi iodometri, flavonoid dengan spektrofotometer UV-Vis, dan pH menggunakan pH meter. Uji mikrobiologi dilakukan dengan metode Total Plate Count (TPC) untuk menghitung jumlah bakteri asam laktat (BAL). Uji sensorik dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih, terdiri dari pria dan wanita, yang menilai rasa, aroma, dan warna tepache menggunakan skala hedonik 1–5. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA, dan jika terdapat perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kimia dilakukan untuk mengamati perubahan komponen selama fermentasi tepache, mencerminkan aktivitas mikroorganisme dalam memengaruhi nilai gizi. Parameter yang diuji meliputi kadar gula total, pH, vitamin C, dan flavonoid, pada waktu fermentasi 24, 48, 72, dan 96 jam Pada Tabel 4.1.

Tabel 1.1 Hasil Analisis Kimia Tepache

Waktu Fermentasi Tepache (Jam)	Parameter Kimia			
	Kadar Gula Total (%)	pH	Vitamin C (mg/100ml)	Flavonoid (mg/ml)
24	0,89 ^b	3,34 ^c	4,62 ^a	0,0032 ^{cb}
48	0,62 ^d	3,66 ^a	4,62 ^a	0,0033 ^{abc}
72	0,86 ^c	3,42 ^b	5,27 ^a	0,0030 ^c
96	1,36 ^a	3,39 ^b	5,94 ^a	0,0038 ^{ab}

Keterangan: Hasil di atas merupakan rerata dari tiga kali ulangan. Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama dalam satu kolom menandakan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Fermentasi merupakan proses biokimia yang melibatkan aktivitas mikroorganisme seperti khamir dan bakteri, khususnya Bakteri Asam Laktat (BAL) dan *Saccharomyces cerevisiae*, yang mengubah substrat organik menjadi senyawa hasil metabolisme seperti asam organik, alkohol, gas, serta senyawa volatil. Proses ini berperan penting dalam pengolahan pangan, termasuk dalam produksi minuman tradisional seperti tepache, karena mampu meningkatkan daya simpan, cita rasa, serta nilai gizi produk (Suprihatin, 2010; Sukriadi et al., 2022).

Perubahan kimia selama fermentasi tepache mengalami aktivitas metabolik mikroorganisme terhadap substrat. Kadar gula total merupakan salah satu indikator utama dalam fermentasi, karena gula merupakan substrat utama bagi mikroorganisme. Penurunan kadar gula selama fermentasi menunjukkan bahwa gula dimanfaatkan untuk menghasilkan asam organik, etanol, dan senyawa lainnya (Najjini et al., 2024). Dalam penelitian ini, kadar gula menurun secara signifikan pada fermentasi 48 jam. Namun, peningkatan kembali kadar gula pada 96 jam diduga berasal dari hidrolisis senyawa karbohidrat kompleks pada dinding sel buah menjadi gula sederhana, akibat aktivitas enzim selulase dari mikroorganisme seperti *Bacillus subtilis* atau *Trichoderma reesei* (Novriyanti et al., 2022). Peningkatan kadar gula ini juga dapat terjadi karena penurunan aktivitas mikroorganisme, sehingga gula hasil hidrolisis tidak segera dikonsumsi (Yuniarti et al., 2020).

Nilai pH selama fermentasi mengalami perubahan dinamis. Pada awal fermentasi, pH turun tajam akibat produksi asam organik oleh BAL, terutama asam laktat. Selanjutnya, pH meningkat pada fermentasi 48 jam yang mungkin disebabkan oleh dominasi khamir yang menghasilkan etanol, bukan asam (Zubaidah et al., 2018). Penurunan kembali pada hari ke-3 dan ke-4 menunjukkan bahwa BAL kembali mendominasi dan aktif menghasilkan asam. Menurut Winarno (2004), produk fermentasi yang stabil dan aman dikonsumsi umumnya memiliki pH di bawah 4,5, dan rentang pH 3,2–3,8 sangat efektif untuk menghambat mikroorganisme pembusuk.

Vitamin C atau asam askorbat merupakan antioksidan penting yang juga menunjukkan perubahan selama fermentasi. Kulit nanas kaya akan vitamin C yang larut air dan mudah teroksidasi, terutama pada kondisi aerobik. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kadar vitamin C, meskipun tidak signifikan secara statistik. Peningkatan ini diasosiasikan dengan pelepasan vitamin C dari jaringan buah akibat aktivitas enzimatis mikroorganisme (Handayani et al., 2019). Stabilitas vitamin C dipertahankan oleh lingkungan fermentasi yang asam, karena bentuk asam askorbat lebih stabil pada pH rendah (Astuti et al., 2021). Namun, fermentasi jangka panjang berisiko menurunkan kadar vitamin C akibat degradasi oksidatif (Kusumaningrum et al., 2020).

Flavonoid, sebagai senyawa fenolik bioaktif, juga mengalami fluktuasi selama fermentasi. Penurunan kadar flavonoid pada fermentasi awal hingga hari ke-3 kemungkinan disebabkan oleh degradasi oksidatif atau interaksi dengan senyawa metabolit lain (Handayani et al., 2019). Peningkatan kembali pada fermentasi hari ke-4 menunjukkan terjadinya pelepasan flavonoid dari dinding sel buah yang dihancurkan oleh aktivitas enzim

(Putri et al., 2021). Proses ini didukung oleh aktivitas mikroorganisme yang memecah struktur kompleks tanaman menjadi senyawa yang lebih larut. Hasil statistik menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar flavonoid, yang menunjukkan perlunya pengaturan waktu fermentasi yang tepat untuk mendapatkan kadar optimal senyawa bioaktif.

Analisis mikrobiologi Bakteri Asam Laktat (BAL) tepache, berdasarkan parameter Total Plate Count (TPC) Pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Mikrobiologi Total Plate Count (TPC) BAL

Waktu Fermentasi Tepache (Jam)	Parameter Mikrobiologi TPC Bakteri Asam Laktat
24	$6,1 \times 10^{7abc}$
48	$7,3 \times 10^{7ab}$
72	$3,7 \times 10^{7bc}$
96	$2,1 \times 10^{7c}$

Keterangan: Hasil di atas merupakan rerata dari tiga kali ulangan. Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama dalam satu kolom menandakan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Fermentasi tepache didominasi oleh pertumbuhan BAL, yang merupakan mikroorganisme probiotik penting dalam minuman fungsional. Dalam proses ini, BAL berperan dalam menurunkan pH melalui produksi asam laktat, sekaligus berfungsi sebagai agen penghambat mikroorganisme patogen.

Hasil pengamatan jumlah total BAL menunjukkan peningkatan hingga fermentasi 48 jam, yang mencerminkan fase eksponensial atau pertumbuhan aktif. Kondisi ini mendukung fermentasi karena pH belum terlalu rendah dan substrat masih melimpah sebagai sumber energi dan nutrisi bagi mikroba. Selain itu, lingkungan fermentasi pada tahap ini masih stabil, memungkinkan BAL berkembang secara optimal dan mendominasi populasi mikroorganisme.

Setelah 48 jam, jumlah BAL menurun, yang menunjukkan masuknya mikroorganisme ke fase stasioner dan penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh akumulasi asam organik yang menurunkan pH hingga di bawah ambang toleransi BAL, serta menipisnya sumber energi yang tersedia (Nurhidayat et al., 2021).

Penurunan aktivitas juga dipengaruhi oleh tekanan osmotik, perubahan suhu, serta gangguan terhadap keseimbangan nutrisi dalam medium fermentasi. Pratiwi et al. (2020) menjelaskan bahwa stres asam berkepanjangan dapat menurunkan stabilitas membran sel mikroba, sehingga mempercepat penurunan populasi sel hidup. Oleh karena itu, waktu

fermentasi antara 48 hingga 72 jam merupakan fase optimal karena aktivitas mikroba masih tinggi dan lingkungan belum terlalu ekstrem bagi pertumbuhan BAL

Hasil analisis organoleptik terhadap minuman tepache menunjukkan bahwa lama fermentasi memengaruhi atribut sensori seperti rasa, warna, aroma, dan kesukaan keseluruhan Pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Organoleptik Tepache

Parameter Mutu Hedonik	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam	Keterangan Skala Penilaian
Rasa	3,73 ^{ab}	3,60 ^{ab}	3,53 ^{bc}	3,16 ^c	1. Sangat Asam 2. Asam 3. Agak Asam 4. Manis 5. Sangat Manis
Warna	3,36 ^c	4,00 ^{ab}	3,73 ^{bc}	3,80 ^{abc}	1.Sangat Keruh 2. Keruh 3. Agak Keruh 4. Cerah Kekuningan 5. Cerah Kuning Kecoklatan
Aroma	3,36 ^a	3,40 ^a	3,50 ^a	3,10 ^a	1. Sangat Busuk 2. Asam Menyengat 3. Agak Asam 4. Sedikit Aroma Tepache 5. Khas Aroma Tepache
Kesukaan Keseluruhan	3,56 ^a	3,46 ^a	3,53 ^a	3,30 ^a	1. Sangat Tidak Suka 2. Tidak Suka 3. Suka 4. Agak Suka 5. Sangat Suka

Keterangan: Hasil diatas adalah rerata yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris menandakan antarperlakuan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Fermentasi juga memengaruhi sifat sensori tepache, terutama pada rasa, warna, aroma, dan kesukaan keseluruhan. Atribut rasa menunjukkan penurunan nilai seiring bertambahnya waktu fermentasi. Nilai rasa tertinggi diperoleh pada fermentasi 24 jam, ketika gula sederhana masih mendominasi dan asam belum terbentuk secara signifikan. Setelah itu, rasa menjadi lebih asam akibat akumulasi asam laktat dan asetat, yang menurunkan tingkat kesukaan panelis (Sagita et al., 2023).

Warna tepache juga berubah secara signifikan selama fermentasi. Warna cerah kekuningan paling disukai panelis muncul pada fermentasi 48 jam, yang dihasilkan oleh transformasi senyawa fenolik dan pigmen melalui aktivitas mikroba (Mulyani et al., 2021). Namun, fermentasi lebih lama menyebabkan warna menjadi lebih keruh dan gelap akibat pembentukan senyawa melanoidin dan degradasi pigmen (Hartati & Nurjanah, 2020). Oleh karena itu, fermentasi pada waktu sedang lebih ideal secara visual.

Aroma tepache tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Meskipun skor tertinggi tercatat pada fermentasi 72 jam, secara statistik nilai tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh homogenitas aroma yang dihasilkan oleh mikroorganisme dominan, serta adaptasi sensorik panelis (Hidayat et al., 2022). Aroma khas tepache terbentuk dari senyawa volatil fermentatif seperti asam laktat, asam asetat, dan ester.

Secara keseluruhan, penerimaan sensorik terbaik terhadap tepache diperoleh pada fermentasi 24–48 jam. Setelah itu, skor kesukaan cenderung menurun akibat peningkatan keasaman, perubahan warna, dan munculnya aroma yang kurang disukai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan lama waktu fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap sifat organoleptik, kimia, dan mikrobiologi tepache yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi, maka sifat organoleptik (rasa, warna, aroma dan kesukaan keseluruhan) mengalami penurunan, kadar gula total dan flavonoid menurun, akan tetapi pH dan vitamin c mengalami peningkatan sedangkan, bakteri asam laktat (BAL) semakin menurun. Produk tepache kulit nanas yang diterima/disukai oleh panelis yaitu produk tepache dengan perlakuan lama waktu fermentasi selama 24 jam dengan skor (3,56), memiliki kriteria warna cerah kekuningan (4,00), aroma agak asam (3,50), rasa manis agak asam (3,73), kadar gula total (1,36 %), pH (3,66), vitamin c (5,94 mg/100ml), flavonoid (0,0038 mg/ml), dan jumlah bakteri asam laktat (BAL) sebesar ($6,1 \times 10^7$ CFU/g).

6. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M., Rachman, A., & Putri, D. A. (2021). Karakteristik kimia dan sensoris tepache dari kulit nanas dengan variasi lama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 9(3), 820–828. Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Yogyakarta.
- Duggan, J., Smyth, H., & Kelly, A. L. (2015). *Cider Production: Fermentation, Microbiota, And Product Quality*. *Food Microbiology*, 49, 123–134. Elsevier, Amsterdam Netherland.

- Erlingga, A., Pratama, R., & Sari, N. (2024). *Potensi Minuman Fermentasi Probiotik Lokal sebagai Sumber Minuman Fungsional Alami.*: Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Fakruddin, M., et al. (2017). Antibacterial activity of bacteriocins produced by *Lactobacillus* spp. isolated from fermented food. *Biotechnology Research International*, 2017, 1–10. Hindawi Publishing Corporation, London, UK.
- Greenwalt, C. J., Ledford, R. A., & Steinkraus, K. H.. (2000). Kombucha, The Fermented Tea: Microbiology, Composition, And Claimed Health Effects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1), 1–10. Institute of Food Technologists (IFT), Washington, DC.
- Handayani, S., Nugraheni, M., & Wahyuni, D. (2019). Fermentasi buah lokal sebagai alternatif peningkatan kandungan senyawa bioaktif. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 14(1), 53–60. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hartati, R., & Nurjanah, E. (2020). Perubahan Warna Dan Kestabilan Minuman Fungsional Selama Fermentasi. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 9(3), 56–63. Universitas Negeri Semarang.
- Hidayat, E. H., Rustomo, W. T., & Astiana, R. (2022). Tepache Kulit Nanas Sebagai Bahan Campuran Minuman. *Jurnal Pariwisata Indonesia*, 18(1). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kusumaningrum, H. D., Sari, A. D. R., & Yuliana, N. D. (2020). Stability of vitamin C in fermented fruit drinks. *Journal of Functional Foods*, 72, 104066. Elsevier, Amsterdam.
- Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67–78. Elsevier Ltd., Oxford, UK.
- Mohapatra, A., Rao, V. M., and Ranjan, M. (2013). Comparative Study of The Increase Production and Characterization of Bromelain From the Peel, Pulp & Stem Pineapples. *International Journal of Advancements in Research & Technology (IJOART)*, 2(8), 249–279. : Sci. Research Publication, Dow University of Health Sciences Karachi, Pakistan.
- Mulyani, S., Winarno, H., & Rahmanto, B. (2021). Karakteristik Organoleptik Dan Kimia Minuman Fermentasi Sari Buah Salak Dengan Variasi Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 17–26. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Najini, R., Permatasari, D., & Anwar, A. (2024). Minuman Probiotik Tepache dari Fermentasi Kulit Buah Nanas Menggunakan Variasi Jenis dan Konsentrasi Gula. *Jurnal Pharmacy of Tanjungpura*, 1(2), 74–79. : Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Novriyanti, E., Yanti, R., & Riza, W. H. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Minuman Probiotik dari Sari Buah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(1). Universitas Lampung, Lampung.
- Nur, A., Wijayanti, R., & Hidayah, S. (2017). *Peran Enzim Bromelin dalam Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas.* : Penerbit Mukosa Jakarta.
- Nurhidayat, A., Rahmawati, L., & Saputra, D. (2021). *Mikrobiologi Fermentasi Minuman Fungsional.* : Deepublis Yogyakarta.
- Pratiwi, R., Susanti, D., & Nugroho, T. (2020). *Fermentasi Minuman Tradisional Berbasis Buah Lokal.* : Alfabeta Bandung.
- Putri, A. M., Sari, R. P., & Wulandari, N. (2021). Perubahan Kandungan Flavonoid pada Proses Fermentasi Minuman Tradisional. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 8(2), 77–83. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Ramadhan, H., & Syarif, M. (2016). Karakteristik Nutrisi Kulit Nanas dan Nilai Energi Metabolisme dalam Formulasi Pakan Alternatif. *Jurnal Agroindustri*, 8(1), 15–21. Universitas Andalas, Padang.

- Reswan, Y., Toyib, R., Witriyono, H., & Anggraini, A. (2022). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Media Infotama*, 20(1). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Sagita, C., Andini, D. S., Lubis, F. E. S., Ramadhani, S., & Daulay, R. A. (2023). Pembuatan Minuman Probiotik Dari Limbah Kulit Nanas (Tepache). *Tarbiatuna: Journal of Islamic Education Studies*, 5(2), 112–120. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Saputro, A. E., Yanti, R., & Rahayu, E. S. (2023). Microbiological, physicochemical, and sensory characters of synbiotic ice cream from fermented milk using *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* Dad-13 combined with inulin. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 11(3), 1363–1373. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.35>
- Simatupang, J. H., Sari, A. R., & Manurung, R. (2017). Fermentasi Tuak Dari Nira Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1), 35–40. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukriadi, R., Novita, D., & Lestari, R. (2022). Pengaruh Penambahan Gula Merah terhadap Kualitas Organoleptik Minuman Fermentasi Kulit Nanas (Tepache). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(2), 101–108. Universitas Jambi, Jambi.
- Suprihatin, R., & Apriliyanti, N. (2022). Karakteristik Organoleptik Minuman Fermentasi Buah Tropis Berbasis Nanas. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 33(1), 45–51. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Todorov, S. D., & Holzapfel, W. H. (2015). Boza: A Natural Source Of Probiotic And Functional Microorganisms. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 55(5), 548–564. Taylor & Francis, London.
- Todorov, S. D., & Holzapfel, W. H. (2015). Boza: A Natural Source Of Probiotic And Functional Microorganisms. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 55(5), 548–564. Taylor & Francis, London.
- Valerio, F., Di Biase, M., Capozzi, V., and Spano, G. (2020). Impact of lactic acid bacteria on the quality and safety of fermented foods. *Food Research International*, 133, 109245. Elsevier Amsterdam.
- Wijana, S., Kumalaningsih, A., & Setyowati, U. (1991). Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi. : Universitas Brawijaya , Malang.
- Yuliani, R., Fitria, L., & Cahyani, M. (2019). Pengaruh durasi fermentasi terhadap mutu fisik dan organoleptik minuman fermentasi nanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Tropis*, 17(2), 88–95. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Yuniarti, S., Lestari, I., & Sari, D. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Singkong. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 29–35. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Zubaidah, E., Retnowati, D. S., & Sulistiyowati, H. (2018). Chemical Characteristics Of Kombucha From Various Types Of Tea During Fermentation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 131(1), 012040. IOP Publishing, Bristol England.