

Pemanfaatan Limbah Kulit dan Bonggol Nanas Berbagai Varietas sebagai Substrat Fermentasi Tepache Menggunakan CRD

Tanty Sulistiani Widodo¹, Lina Herlinawati², Sani Mustikawati³, Gita Amalia Zukhruf⁴

^{1,2,3,4} Teknologi Pangan, Universitas Ma'soem, Indonesia

tantysulistiani@masoemuniversity.ac.id

Info Artikel

Sejarah artikel :

Diterima April 2026

Direvisi Juli 2026

Disetujui Juli 2026

Diterbitkan Juli 2026

ABSTRACT

Pineapple peel and core waste are abundant agro-industrial by-products that have not been optimally utilized. These materials are known to contain sugars, organic acids, and natural microflora, making them potential substrates for fermentation. One traditional fermented product that can be developed from pineapple peel and core is tepache, a Mexican fermented beverage typically made from pineapple peel, water, and sugar, and naturally fermented by microorganisms present in the raw materials and environment. Differences in pineapple varieties are presumed to affect the chemical composition of the peel and core, potentially resulting in variations in fermentation characteristics and product quality. This study aimed to evaluate the potential of pineapple peel and core waste from different varieties as substrates for tepache production and to assess the effect of variety on the physicochemical and sensory characteristics of the resulting product using a Completely Randomized Design. The experiment employed a single factor, namely pineapple variety, consisting of three treatments: Belik, Queen, and Honi, each with six replications. The fermentation process was conducted under controlled conditions with uniform formulation and fermentation time. The observed parameters included total sugar content, pH value, alcohol content, and sensory attributes such as color, aroma, taste, and aftertaste. Data were analyzed using Analysis of Variance at a 95% confidence level, followed by a post hoc test to determine differences among treatments. The results showed that pineapple variety had a significant effect on total sugar, pH, alcohol content, as well as sensory attributes of color, aroma, and aftertaste. However, no significant effect was observed on taste. The Honi variety produced the highest total sugar content and pH, the Queen variety resulted in the highest alcohol content, while the Belik variety achieved the highest sensory acceptance. Therefore, pineapple peel and core waste from different varieties demonstrated strong potential as substrates for tepache fermentation.

Keywords : Completely Randomized Design; Fermentation; Pineapple Varieties; Pineapple Waste; Tepache.

ABSTRAK

Limbah kulit dan bonggol nanas merupakan hasil samping agroindustri yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Bagian ini diketahui mengandung gula, asam organik, serta mikroflora alami yang berpotensi digunakan sebagai substrat fermentasi. Salah satu produk fermentasi tradisional yang dapat dikembangkan dari kulit dan bonggol nanas adalah tepache. Tepache merupakan minuman fermentasi tradisional yang berasal dari Meksiko, yang dibuat

terutama dari kulit nanas, air, dan gula, kemudian difermentasi secara alami oleh mikroorganisme yang terdapat pada bahan baku dan lingkungan. Perbedaan varietas nanas diduga memengaruhi komposisi kimia kulit dan bonggol nanas, sehingga berpotensi menghasilkan karakteristik fermentasi dan mutu tepache yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah kulit dan bonggol nanas dari berbagai varietas sebagai substrat fermentasi minuman tepache serta mengevaluasi pengaruh varietas terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori produk yang dihasilkan menggunakan rancangan *Completely Randomized Design* (CRD). Penelitian dilakukan menggunakan satu faktor, yaitu varietas nanas yang terdiri atas tiga perlakuan: Belik, *Queen*, dan Honi, masing-masing dengan enam ulangan. Proses fermentasi dilakukan dalam kondisi terkontrol dengan formulasi dan lama fermentasi yang seragam. Parameter yang diamati meliputi kadar gula total, nilai pH, kadar alkohol, serta atribut sensori berupa warna, aroma, rasa, dan aftertaste. Analisis data menggunakan Analisis Variansi pada taraf kepercayaan 95%, selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan varietas nanas memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar gula total, pH, kadar alkohol, serta atribut warna, aroma, dan aftertaste. Sebaliknya, parameter rasa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Varietas Honi menghasilkan kadar gula total dan pH tertinggi, varietas *Queen* menghasilkan kadar alkohol tertinggi, sedangkan varietas Belik menunjukkan tingkat penerimaan sensori terbaik. Oleh karena itu, limbah kulit dan bonggol nanas dari berbagai varietas memiliki potensi yang baik sebagai substrat fermentasi minuman tepache.

Kata Kunci : *Completely Randomized Design*; Fermentasi; Limbah Nanas; Tepache; Varietas Nanas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen nanas terbesar dunia yang menduduki peringkat kelima pada tahun 2021 dengan produksi nanas sebesar 2,89 juta ton dan jumlah ini mengalami peningkatan persentase sebanyak 17,8% dibandingkan tahun sebelumnya [1]. Pada tahun 2022, produksi nanas mencapai 3,20 juta ton. Situasi ini mendorong berbagai industri di Indonesia untuk menggunakan buah nanas dalam berbagai produk. Hal ini menyebabkan penumpukan limbah, seperti kulit dan bonggol nanas, yang sering kali tidak dimanfaatkan [2]. Buah nanas yang dikonsumsi pada umumnya hanya 53%, dan sisanya dibuang sebagai limbah [3].

Nanas adalah tanaman yang berasal dari Amerika tropis (Brazil, Argentina dan Peru) terutama tersebar luas di daerah sekitar khatulistiwa antara 30°LU dan 30°LS. Indonesia memiliki beberapa daerah yang berpotensi tinggi sebagai pusat produksi nanas, antara lain Jawa Timur, Jawa Barat, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Riau [4]. Perbedaan kondisi agroklimat, jenis tanah, serta teknik budidaya di masing-masing wilayah tersebut menyebabkan nanas yang dihasilkan memiliki karakteristik yang beragam, baik dari segi ukuran buah, kandungan gula, tingkat keasaman, maupun komponen bioaktifnya. Variasi karakteristik ini menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam pengolahan dan pemanfaatan nanas, khususnya untuk pengembangan produk berbasis nanas. Varietas nanas yang akan diteliti dalam pembuatan tepache terdiri dari nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi.

Pemanfaatan limbah agroindustri sebagai bahan baku pangan fermentasi telah banyak dikembangkan sebagai upaya peningkatan nilai tambah dan penerapan konsep keberlanjutan. Kulit dan bonggol nanas merupakan salah satu limbah buah yang potensial karena masih mengandung gula t erfermentasi, asam organik, enzim bromelin, serta mikroflora alami yang mendukung proses

fermentasi. Kulit nanas mengandung mengandung karbohidrat sebesar 17,53%, serat kasar sebesar 20,87%, protein sebesar 4,41%, dan gula reduksi sebesar 13,65%. Selain itu, mengandung flavonoid dan bromelin, tanin, oksalat, dan pitat [2]. Nanas juga mengandung enzim bromelin yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri, antiinflamasi dan analgesik [5]. Kulit nanas memiliki aktivitas, spesifisitas, dan produksi bromelin yang lebih tinggi daripada buah dan batangnya. Ekstrak kasar bromelain yang diisolasi dari bonggol nanas telah melalui proses pemurnian, sehingga diperoleh enzim bromelain dengan berat molekul masing-masing sebesar 23,69 dan 24,72 kDa. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar protein yang terkandung adalah 2,78 mg/mL, dengan aktivitas protease sebesar 2833,33 U/mL. Selain itu, nilai aktivitas spesifik sebagai indikator tingkat kemurnian enzim tercatat sebesar 1011,98 U/mg [6]. Hal ini menjadi dasar penelitian untuk memanfaatkan limbah kulit nanas guna menciptakan produk minuman fungsional salah satunya Tepache.

Tepache merupakan salah satu minuman hasil fermentasi alami yang melibatkan konversi karbohidrat menjadi alkohol atau asam organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerobik [4]. Tepache merupakan minuman tradisional yang berasal dari Meksiko, yang umumnya dibuat menggunakan kulit nanas sebagai bahan baku utama dan ditambahkan gula merah atau gula jawa. Kandungan sukrosa dalam minuman ini berperan dalam mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat serta memengaruhi perubahan pH selama proses fermentasi [7]. Proses fermentasi pada minuman ini melibatkan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) yang bersifat probiotik, sehingga menghasilkan aroma dan cita rasa khas. Selain itu, minuman ini mengandung mikroorganisme hidup yang berpotensi memberikan efek protektif terhadap saluran pencernaan dari infeksi. Kemampuan tersebut berkaitan dengan produksi senyawa antimikroba yang dihasilkan selama proses fermentasi [2].

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit nanas yang secara spesifik membandingkan pengaruh varietas lokal Indonesia terhadap fermentasi tepache masih sangat terbatas. Riset yang ada lebih berfokus pada optimasi waktu fermentasi, penambahan gula, atau karakteristik mikroba, sehingga aspek varietas bahan baku sebagai faktor utama belum banyak dieksplorasi secara sistematis melalui rancangan percobaan yang terkontrol. Penelitian tersebut umumnya hanya menggunakan satu jenis nanas tanpa mempertimbangkan variasi karakteristik varietas bahan baku, padahal setiap varietas nanas seperti nanas Belik, Queen (Kelud), dan Honi memiliki perbedaan komposisi kimia (kadar gula, keasaman, senyawa bioaktif) yang berpotensi memengaruhi dinamika fermentasi dan mutu akhir tepache. Kondisi inilah yang menjadi celah penelitian (research gap) yang mendasari perlunya kajian perbandingan varietas kulit dan bonggol nanas lokal dalam produksi tepache.

Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit dan bonggol nanas dari berbagai varietas menjadi penting untuk dikaji sebagai upaya peningkatan nilai tambah limbah sekaligus pengembangan produk pangan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah kulit dan bonggol nanas dari berbagai varietas sebagai substrat fermentasi minuman tepache serta mengevaluasi

pengaruh varietas terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori produk yang dihasilkan menggunakan rancangan *Completely Randomized Design*.

METODE

Tahapan penelitian mencakup penentuan *edible portion* buah nanas untuk mengestimasi persentase limbah yang berpotensi untuk diolah. Selanjutnya dilakukan penelitian utama, yaitu pembuatan tepache. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan *Completely Randomized Design* (CRD) dengan satu faktor, yaitu varietas kulit dan bonggol nanas yang terdiri atas tiga taraf perlakuan:

v1: Kulit dan bonggol nanas Belik

v2: Kulit dan bonggol nanas *Queen*

v3: Kulit dan bonggol nanas Honi

Karakterisasi produk akhir kemudian dilakukan melalui pengujian parameter fisikokimia (pH, kadar gula total, dan kadar alkohol) serta pengujian organoleptik dengan uji hedonik oleh 15 orang panelis meliputi atribut warna, aroma, rasa, dan *aftertaste*. Setiap perlakuan dilakukan dengan 6 kali ulangan sehingga didapat 18 satuan percobaan. Perlakuan ditempatkan secara acak untuk menghindari bias percobaan.

Tabel 1. Formulasi Bahan Baku Tepache

Bahan	Formulasi
Kulit Nanas	17,78%
Bonggol Nanas	2,29%
Gula Aren	4,30%
Jahe	0,86%
Kayu Manis	0,20%
Cengkeh	0,03%
Total	100%

Tabel 2. Model Penelitian *Completely Randomized Design*

Varietas Nanas (V)	Ulangan (r)						Total	Rata-Rata
	I	II	III	IV	V	VI		
Nanas Belik (v1)	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅	V ₁₆	V_{1.}	V₁/r
Nanas <i>Queen</i> (v2)	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅	V ₂₆	V_{2.}	V₂/r
Nanas Honi (v3)	V ₃₁	V ₃₂	V ₃₃	V ₃₄	V ₃₅	V ₃₆	V_{3.}	V₃/r
Total	V_{.1}	V_{.2}	V_{.3}	V_{.4}	V_{.5}	V_{.6}	V_{..}	V_{..}/(t.r)

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dilakukan analisis deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah percobaan (n) < 50. Apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka dilakukan transformasi data. Setelah data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan menggunakan metode Analisis Varian (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) [8]. Apabila terdapat perbedaan nyata, maka dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Kaidah keputusan dalam analisis data didasarkan pada nilai signifikansi (Sig.) pada *Test of Between Subject Effects* sebagai berikut:

1. Jika p-value (Sig.) $\geq 0,05$ tidak terdapat pengaruh perlakuan secara signifikan, maka H_0 diterima.
2. Jika p-value (Sig.) $< 0,05$ terdapat perlakuan berpengaruh secara signifikan, maka H_0 ditolak. Sehingga dilakukan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil evaluasi terhadap pemanfaatan limbah nanas, yang meliputi bonggol dan kulit, sebagai bahan baku pembuatan tepache. Pembahasan dalam bab ini dibagi ke dalam beberapa bagian. Bagian pertama menyajikan hasil kuantifikasi limbah melalui perhitungan *edible portion* buah nanas. Selanjutnya, pembahasan difokuskan pada kualitas produk tepache yang dihasilkan melalui analisis parameter fisikokimia (kadar gula total, nilai pH, dan kadar alkohol) serta parameter organoleptik (warna, aroma, rasa, dan *aftertaste*).

Edible Portion

Penentuan *edible portion* merupakan proses untuk menentukan bagian dari suatu bahan pangan yang dapat dimakan (layak konsumsi) dibandingkan dengan bagian yang tidak dapat dimakan (seperti kulit, biji, tulang, atau bagian keras lainnya). Hasil perhitungan *edible portion* dan limbah dari berbagai jenis nanas, yaitu nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Edible Portion* Berbagai Varietas Nanas

Varietas Nanas	Edible Portion	Limbah
Nanas Belik	37,79%	62,21%
Nanas <i>Queen</i>	46,34%	53,66%
Nanas Honi	57,56%	42,44%

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa nanas varietas Honi memiliki persentase bagian yang dapat dikonsumsi (*edible portion*) tertinggi, sementara nanas varietas Belik memiliki nilai terendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa volume limbah yang dihasilkan oleh nanas Belik secara signifikan lebih besar dibandingkan varietas lainnya. Hal tersebut menjadikan nanas Belik sebagai bahan baku yang paling potensial dalam produksi tepache, mengingat ketersediaan substrat (bonggol dan kulit) yang lebih melimpah untuk proses fermentasi.

Kadar Gula Total

Pengujian kadar gula total tepache yang dibuat dari limbah berbagai jenis nanas, yaitu nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kadar Gula Total Tepache dari berbagai Varietas Nanas

Kulit dan Bonggol Berbagai Varietas Nanas (V)	Kadar Gula Total (%)
Nanas Belik (v1)	7,49 ^b
Nanas <i>Queen</i> (v2)	5,43 ^a
Nanas Honi (v3)	8,67 ^c

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 5, menunjukkan bahwa varietas limbah nanas berpengaruh signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap kadar gula total tepache yang dihasilkan. Kadar gula total tertinggi ditemukan pada nanas Honi (v3) sebesar 8,67%, diikuti oleh nanas Belik (v1) sebesar 7,49%, dan kadar terendah pada nanas *Queen* (v2) sebesar 5,43%. Perbedaan signifikan ini menunjukkan bahwa varietas nanas memengaruhi ketersediaan substrat karbohidrat terlarut yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme selama fermentasi. Hal ini berdampak langsung pada jumlah gula sisa yang terdeteksi setelah proses fermentasi berlangsung.

Karakteristik genetik dan fisiologis dari masing-masing varietas menentukan ketersediaan cadangan karbohidrat terlarut yang menjadi substrat utama fermentasi. Nanas Belik memiliki kandungan karbohidrat sekitar 13,5–15 g per 100 g buah. Nanas *Queen* memiliki kandungan karbohidrat sekitar 13,7 g per 100 g buah. Nanas Honi belum ditemukan data spesifik yang menunjukkan kandungan karbohidratnya. Nanas Honi umumnya dikenal memiliki karakteristik daging buah yang lebih manis. Karakteristik ini terbawa ke limbah kulitnya [7]. Fenomena tingginya gula sisa pada varietas dengan substrat awal yang melimpah dapat dijelaskan melalui model kinetika fermentasi Monod, di mana laju konsumsi gula oleh mikroorganisme (seperti Bakteri Asam Laktat dan khamir) tidak selalu meningkat secara linier dengan konsentrasi substrat [9].

Secara mekanistik, proses fermentasi tepache yang bersifat spontan mengandalkan mikrobiota asli (*Lactobacillus* dan *Saccharomyces*) yang memiliki kapasitas terbatas untuk menghabiskan seluruh gula dalam durasi fermentasi yang singkat [10]. Gula pada tepache berperan sebagai substrat yang dikonversi menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* melalui aktivitas enzim invertase dan zimase. Apabila gula yang digunakan berasal dari golongan disakarida, maka enzim invertase terlebih dahulu menghidrolisisnya menjadi monosakarida, yang selanjutnya difermentasi menjadi alkohol oleh enzim zimase [11].

Nilai pH

Pengujian nilai pH tepache yang dibuat dari limbah berbagai jenis nanas, yaitu nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Nilai pH Tepache dari berbagai Varietas Nanas

Kulit dan Bonggol Berbagai Varietas Nanas (V)	Nilai pH
Nanas Belik (v1)	3,35 ^b
Nanas <i>Queen</i> (v2)	3,00 ^a
Nanas Honi (v3)	3,73 ^c

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 4, menunjukkan bahwa varietas limbah nanas berpengaruh signifikan terhadap nilai pH tepache yang dihasilkan ($p\text{-value} < 0,05$). Tepache dengan limbah nanas Honi (v3) memiliki nilai pH tertinggi sebesar 3,73, diikuti oleh nanas Belik (v1) sebesar 3,35, dan nilai terendah ditemukan pada nanas *Queen* (v2) sebesar 3,00. Perbedaan signifikan ini menunjukkan bahwa karakteristik kimiawi intrinsik dari masing-masing varietas limbah memengaruhi proses pembentukan asam selama fermentasi tepache.

Proses utama dalam fermentasi tepache adalah konversi gula menjadi asam organik (terutama asam laktat) dan etanol oleh BAL dan khamir [12]. Kelimpahan gula menyediakan substrat yang lebih banyak bagi BAL untuk memproduksi asam laktat dalam jumlah besar, sehingga menurunkan pH secara signifikan [13]. Nanas Honi memiliki kadar asam yang lebih rendah, sedangkan varietas lokal seperti *Queen* cenderung memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi secara alami. Karakteristik ini terbawa ke limbah kulitnya, di mana keasaman alami awal dari varietas *Queen* mempercepat pencapaian titik pH rendah selama fermentasi [7].

Selama proses fermentasi, terjadi perubahan gula (glukosa, fruktosa, atau sukrosa) menjadi etanol dan karbon dioksida [11]. Jika pada varietas Honi populasi khamir lebih dominan dibandingkan BAL, maka sebagian besar gula akan dikonversi menjadi etanol dan CO₂, yang tidak menurunkan pH sedrastis konversi gula menjadi asam laktat oleh BAL [14]. Perbedaan signifikan pada pH varietas *Queen* menunjukkan aktivitas BAL yang lebih intensif, yang mungkin disebabkan oleh nutrisi spesifik pada kulit nanas *Queen* yang mendukung pertumbuhan bakteri probiotik tersebut [15].

Kadar Alkohol

Pengujian kadar alkohol tepache yang dibuat dari limbah berbagai jenis nanas, yaitu nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Kadar Alkohol Tepache dari berbagai Varietas Nanas

Kulit dan Bonggol Berbagai Varietas Nanas (V)	Kadar Alkohol (%)
Nanas Belik (v1)	1,08 ^b
Nanas <i>Queen</i> (v2)	2,02 ^c
Nanas Honi (v3)	0,58 ^a

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 6, menunjukkan bahwa varietas limbah nanas memberikan pengaruh signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap kadar alkohol tepache yang dihasilkan. Nanas *Queen* (v2) mencatatkan kadar alkohol tertinggi sebesar 2,02%, diikuti oleh nanas Belik (v1) sebesar 1,08%, dan nanas Honi (v3) dengan kadar terendah sebesar 0,58%. Hal ini menegaskan bahwa karakteristik intrinsik dari masing-masing varietas limbah nanas secara spesifik memengaruhi efisiensi metabolisme mikroorganisme dalam mengonversi gula menjadi etanol selama proses fermentasi.

Secara biologis, kadar alkohol yang lebih tinggi berkaitan dengan ketersediaan substrat gula yang lebih mudah dimetabolisme oleh mikroorganisme. Pada fermentasi tepache, ragi dan mikroba lain akan mengubah gula menjadi etanol dan senyawa metabolit lain, sehingga bahan baku dengan komposisi gula yang lebih mendukung cenderung menghasilkan alkohol lebih besar. Dengan demikian, perbedaan hasil antarvarietas kemungkinan tidak hanya disebabkan oleh kadar gula awal, tetapi juga oleh perbedaan pH, senyawa terlarut, dan komponen alami lain yang memengaruhi efisiensi fermentasi [16]. Varietas dengan kadar alkohol lebih tinggi dapat memberi cita rasa fermentasi yang lebih kuat, tetapi tetap perlu dikendalikan agar sesuai dengan karakter produk yang diinginkan [10].

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik pada penelitian ini menggunakan uji hedonik yang dilakukan oleh 15 orang panelis. Atribut yang diteliti meliputi warna, aroma, rasa, dan *aftertaste*. Pengujian hedonik dilakukan pada tepache yang dibuat dari limbah berbagai jenis nanas, yaitu nanas Belik, nanas *Queen*, dan nanas Honi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Organoleptik (Hedonik) Tepache berbagai Varietas Nanas

Kulit dan Bonggol Berbagai Varietas Nanas (V)	Warna	Aroma	Rasa	<i>Aftertaste</i>
Nanas Belik (v1)	3,63 ^b	3,48 ^b	3,46 ^a	3,41 ^b
Nanas <i>Queen</i> (v2)	3,09 ^a	2,78 ^a	2,98 ^a	2,94 ^{ab}
Nanas Honi (v3)	3,21 ^a	3,00 ^a	2,82 ^a	2,81 ^a

Berdasarkan Tabel 7, varietas limbah nanas memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap penilaian warna secara hedonik. Nilai tertinggi adalah nanas Belik (v1) dengan nilai 3,63, yang berbeda signifikan dengan nanas *Queen* (v2) dan nanas Honi (v3). Perbedaan tingkat penerimaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh perbedaan intensitas pigmen alami pada kulit dan bonggol dari masing-masing varietas nanas. Perubahan warna selama fermentasi dipengaruhi oleh reaksi maillard dari pencampuran gula merah dan degradasi pigmen klorofil dan karotenoid pada kulit nanas yang digunakan [17]. Perubahan warna juga diperkuat oleh peningkatan keasaman dan produksi senyawa aromatik selama fermentasi [11].

Berdasarkan data pada Tabel 7, varietas limbah nanas berpengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap parameter aroma tepache secara hedonik. Nilai tertinggi adalah nanas varietas Belik (v1) dengan nilai 3,48, yang berbeda signifikan dari nanas *Queen* (v2) dan nanas Honi (v3). Perbedaan tingkat penerimaan aroma ini diduga dipengaruhi oleh variasi senyawa volatil yang terbentuk selama proses fermentasi dari masing-masing jenis limbah nanas.

BAL dapat melakukan fermentasi melalui dua mekanisme, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Pada kelompok homofermentatif, jalur metabolisme *Embden-Meyerhof pathway* (glikolisis) yang digunakan untuk mengonversi substrat menjadi asam laktat sebagai produk utama disertai pembentukan ATP. Sebaliknya, bakteri heterofermentatif memanfaatkan jalur 6-fosfoglukonat atau fosfoketolase, yang menghasilkan berbagai produk seperti asam laktat, etanol, CO₂, asam asetat, serta senyawa volatil yang berkontribusi terhadap aroma [7]. Perubahan sifat organoleptik merupakan salah satu indikator berlangsungnya proses fermentasi pada tepache, yang ditandai dengan perubahan aroma, warna, dan rasa, serta terbentuknya gas karbon dioksida yang tampak dalam bentuk buih [11].

Berdasarkan hasil uji hedonik pada Tabel 7, perbedaan varietas limbah nanas tidak berpengaruh signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) terhadap parameter rasa tepache. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik rasa yang terbentuk selama fermentasi dari ketiga jenis limbah tersebut memiliki tingkat penerimaan yang serupa bagi panelis. Tepache merupakan minuman fermentasi yang rasa akhirnya dibentuk oleh kombinasi gula, asam organik, aktivitas mikroba, dan lama fermentasi [11]. Karena

jumlah gula aren yang ditambahkan sama dan kandungan gula alami pada setiap varian kulit nanas tidak berbeda secara signifikan, maka rasa tepache yang dihasilkan cenderung sama pada semua perlakuan. Selain itu, rasa asli buah mulai tertutup oleh hasil metabolisme mikroba dan kontribusi gula tambahan, sehingga perbedaan varietas tidak menjadi faktor dominan dalam persepsi rasa [4].

Berdasarkan Tabel 7, perbedaan varietas limbah nanas memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap *aftertaste* tepache. Nilai tertinggi adalah nanas Belik (v1) sebesar 3,41, yang secara signifikan mengungguli nanas Honi (v3) sebesar 2,81. Varietas *Queen* (v2) menunjukkan tingkat penerimaan yang moderat (2,94) dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan kedua varietas lainnya. *Aftertaste* pada minuman fermentasi umumnya muncul dari sisa senyawa flavor, asam organik, serta komponen volatil yang masih tertinggal di rongga mulut. Fermentasi kulit nanas menghasilkan rasa asam-manis yang khas dan intensitas *aftertaste* berbeda antarvarietas karena perbedaan komposisi gula, asam, dan senyawa aromatik alami pada kulit nanas [11].

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah kulit dan bonggol nanas dari berbagai varietas memiliki potensi yang baik sebagai substrat fermentasi minuman tepache. Hasil analisis menggunakan *Completely Randomized Design* (CRD) menunjukkan bahwa perbedaan varietas nanas (Nanas Belik, *Queen*, dan Honi) memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia, meliputi kadar gula total, pH, dan kadar alkohol, serta parameter sensori yaitu warna, aroma, dan *aftertaste*. Namun demikian, parameter rasa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

Secara fisikokimia, varietas nanas Honi menghasilkan kadar gula total dan pH tertinggi, sedangkan varietas nanas *Queen* menghasilkan kadar alkohol tertinggi. Sementara itu, tepache dengan varietas nanas Belik lebih disukai panelis, terutama pada parameter warna, aroma, dan *aftertaste*. Hal ini menunjukkan bahwa setiap varietas memiliki keunggulan karakteristik yang berbeda dalam menghasilkan produk tepache.

Oleh karena itu, hasil penelitian ini membuka peluang pengembangan pemanfaatan limbah nanas sebagai bahan baku minuman fermentasi bernilai tambah, sekaligus mendukung konsep *zero waste* dalam industri pangan. Studi lanjutan disarankan untuk mengkaji analisis kandungan senyawa bioaktif, karakterisasi mikroorganisme dan keamanan produk serta pengembangan produk juga umur simpan. Selain itu, pengembangan skala produksi dan preferensi konsumen yang lebih luas juga penting dilakukan guna meningkatkan potensi komersialisasi produk tepache berbasis limbah nanas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Dani Satrio Wicaksono, Nungky Rahmawati Cholidah, Lailatus Sa'diyah Septiyani, Iffah Muflihah, "Ekstraksi Pektin dari Kulit Nanas dan Aplikasinya pada Saus Tomat sebagai *Thickening Agent*," vol. 16, no. 02, pp. 85–92, 2023.
- [2] R. Najini *et al.*, "Minuman Probiotik Tepache dari Fermentasi Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) Menggunakan Variasi Jenis dan Konsentrasi

- Gula," vol. 1, no. 2, pp. 74–79, 2024.
- [3] A. R. Vonny Indah Sari, Vivin Jenika Putri, "Peningkatan Pengetahuan Melalui Pelatihan Pemanfaatan Limbah Kulit Nenas Sebagai Minuman Fermentasi (Tepache)," vol. 5, no. 3, pp. 229–235, 2024.
 - [4] W. T. Rustomo and E. Rachmat Astiana, Hidayat Sukriadi, "Tepache Kulit Nanas sebagai Bahan Campuran Minuman," *J. Pariwisata Indones.*, vol. 18, no. 1, pp. 28–37, 2022, doi: 10.53691/jpi.v18i1.267.
 - [5] F. Firmansyah, R. Utami, A. Fitri, A. Febry, S. T. Halijah, and P. Yani, "Pembuatan Minuman Probiotik Teh Kombucha dari Limbah Bonggol Nanas (*Manufacturing Probiotic Drinks Kombucha Tea From Pineapple Hump Waste*)," vol. 6, no. 1, pp. 1541–1546, 2025.
 - [6] H. Mulyani, Laida, N. Larasati, Veny, Handayani, Dwi, "Isolasi Dan Karakterisasi Bromelain Bonggol Nanas Dari Limbah Industri (*Ananas comosus* L. Merr.)," vol. 11, no. 1.
 - [7] M. M. Ramadana, I. Laila, M. G. Halim, and N. Azalia, "Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Gula Terhadap Minuman Fermentasi Kulit Nanas (Tepache)," *J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumian dan Angkasa*, vol. 3, no. e-ISSN: 3046-5427; p-ISSN: 3032-6230, pp. 142–151, 2025, doi: <https://doi.org/10.62383/algorithm.v3i1.362>.
 - [8] T. Niswa and M. A. H. Swasono, "Formulasi Nugget Ikan Tongkol Berbasis Ampas Jagung sebagai Sumber Protein PMT Lokal," *Agrotekh (Jurnal Agribisnis dan Teknol. Pangan)*, vol. 6, no. 2, pp. 128–141, 2025, doi: <https://doi.org/10.32627/agrotekh.v6i2.1542>.
 - [9] F. Salafia and A. Ferracane, "Pineapple Waste Cell Wall Sugar Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for Second Generation Bioethanol Production," 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/fermentation8030100>.
 - [10] A. Lam-guti, W. Guti, B. Anaid, V. M. Ruíz-valdiviezo, M. Guzm, and R. Jasso-ch, "Microbial community structure , physicochemical characteristics and predictive functionalities of the Mexican tepache fermented beverage," vol. 260, no. March, 2022, doi: 10.1016/j.micres.2022.127045.
 - [11] E. Y. Amalia, A. Maulana, F. I. Astuti, and N. S. Anindita, "Tepache minuman probiotik dari kulit nanas," vol. 2, no. September, pp. 524–529, 2024.
 - [12] E. G.-Q. and J. R. S.-P. Blanca Rosa Aguilar-Uscanga, "Traditional Fermented Beverages in México," *IntechOpen*, pp. 1–16, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.115063>.
 - [13] and M. E. P. Elisabete M. C. Alexandre, Nuno F. B. Aguiar, Glenise B. Voss, "Properties of Fermented Beverages from Food," pp. 1–18, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/beverages9020045>.
 - [14] A. Lam-guti, W. Guti, B. Anaid, V. M. Ruíz-valdiviezo, M. Guzm, and R. Jasso-ch, "Microbial community structure , physicochemical characteristics and predictive functionalities of the Mexican tepache fermented beverage," vol. 260, no. April, 2022, doi: 10.1016/j.micres.2022.127045.
 - [15] F. Haq, R. Abdurrahman, and T. Suryani, "Antioxidant Activity and Organoleptic Quality of Probiotic Tepache of Pineapple Peel Sugar Variation and Fermentation Duration," vol. 1, no. 1, pp. 502–508, 2023.
 - [16] C. Ojeda-linares *et al.*, "Traditional Fermented Beverages of Mexico : A

- Biocultural Unseen Foodscape,” pp. 1–31, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/foods10102390>.
- [17] M. F. Wiwik Romauli Br Nababan, Theresia Saurina Febriadella Hutabarat and A. F. Sinaga, Nella Juriska Raja GukGuk, Santaro Marito Nadeak, Fatiha Salsabila Lubis, Ahmad Shafwan S Pulungan, “Pembuatan Minuman Fermentasi Tepache dari Gula Putih dan Gula Merah pada Beberapa Konsentrasi,” vol. 8, no. 5, 2025, doi: 10.8734/Kohesi.v1i2.365.