JURNAL KESMAS DAN GIZI (JKG)
E-ISSN: 2655-0849
https://ejournal.medistra.ac.id/index.php/JKG

Profil pH, Total Padatan Terlarut, dan Penerimaan Sensori Formulasi Minuman Air Kelapa, Markisa, dan Terong Belanda

pH, Total Soluble Solids, and Sensory Acceptance Profiles of Coconut Water, Passion Fruit, Tamarillo Beverages

Reno Irwanto[1*], Prastiti Laras Nugraheni[2], Mulyati[3], Fifi Aulia Ahmad[4], Gadis Arkana Arudanti Andrinov[5], Rachmat Husnul Khotimah[6]

[123456]*Program Studi Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia*
**E-mail: reno.irwanto@unj.ac.id*

Abstrak

Minuman buah berbasis air kelapa perlu diformulasikan dengan mempertimbangkan keseimbangan keasaman, padatan terlarut, dan atribut sensori karena perubahan komposisi bahan tidak selalu menghasilkan peningkatan kesukaan yang searah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pH, total padatan terlarut (TPT), dan penerimaan sensori lima formulasi minuman air kelapa-markisa-terong belanda serta menentukan kandidat formulasi untuk pengembangan lebih lanjut. Lima formulasi dibuat dengan total fase cair 1.000 mL, yaitu F1-F5 dengan air kelapa 850-650 mL, markisa 100-200 mL, dan terong belanda 50-150 mL; gula pasir ditambahkan 20-40 g. Produk dipasteurisasi sekitar 75 °C selama 10 menit. pH dan TPT dibaca tiga kali secara teknis, sedangkan uji hedonik skala 1-7 dilakukan oleh 34 panelis pada atribut warna, aroma, mouthfeel, rasa, dan *overall acceptance*. Data sensori dianalisis dengan uji Friedman dan uji lanjut Wilcoxon berpasangan dengan koreksi Holm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH berada pada 3,46-3,56 dan TPT 5,0-9,0 °Brix. F4 memiliki skor warna tertinggi (4,76±1,35), F5 aroma tertinggi (4,38±1,26), sedangkan F1 memperoleh skor tertinggi untuk mouthfeel (4,41±1,21), rasa (4,44±1,73), dan *overall acceptance* (4,53±1,42). Perbedaan antiformulasi signifikan pada seluruh atribut sensori ($p<0,05$), tetapi ukuran efek Kendall's W kecil (0,077-0,197). F1 merupakan kandidat formulasi awal yang paling seimbang secara sensori, meskipun *overall acceptance*-nya tidak berbeda signifikan dari F2, F4, dan F5 setelah koreksi multipel. Hasil ini menegaskan pentingnya optimasi multiatribut dan replikasi *batch* independen pada tahap berikutnya.

Kata kunci: air kelapa; markisa; terong belanda; total padatan terlarut; uji hedonic

Abstract

Coconut-water-based fruit beverages require formulation strategies that balance acidity, soluble solids, and sensory attributes because compositional changes do not necessarily improve liking in the same direction. This study evaluated pH, total soluble solids (TSS), and sensory acceptance of five coconut water-passion fruit-tamarillo beverages and identified a candidate formulation for further development. Five formulations were prepared with a 1,000 mL liquid phase: F1-F5 contained 850-650 mL coconut water, 100-200 mL passion fruit, and 50-150 mL tamarillo, with 20-40 g added sugar. The beverages were pasteurized at approximately 75 °C for 10 min. pH and TSS were measured as three technical readings, while 34 panelists evaluated color, aroma, mouthfeel, taste, and overall acceptance using a 7-point hedonic scale. Sensory data were analyzed using the Friedman test followed by paired Wilcoxon tests with Holm correction. The results showed pH values ranging from 3.46 to 3.56 and TSS from 5.0 to 9.0 °Brix. F4 showed the highest color score (4.76±1.35), F5 the highest aroma score (4.38±1.26), whereas F1 achieved the highest mouthfeel (4.41±1.21), taste (4.44±1.73), and overall acceptance (4.53±1.42). Formulation effects were significant for all sensory attributes ($p<0.05$), although Kendall's W indicated small effect sizes (0.077-0.197). F1 is the most balanced preliminary candidate based on its sensory profile, but its overall acceptance does not differ significantly from F2, F4, or F5 after multiplicity correction. These findings support multi-attribute optimization and independent batch replication in subsequent work.

Keywords: *coconut water; passion fruit; tamarillo; total soluble solids; hedonic test*

*Corresponding Author: Reno Irwanto Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia
E-mail : *reno.irwanto@unj.ac.id*
Doi : 10.35451/jkg.v9i1.3823
Received : August 18, 2026. Accepted: Oktober 14, 2026. Published: Oktober 30, 2026
Copyright (c) 2026 Reno Irwanto Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

1. PENDAHULUAN

Pengembangan minuman berbasis buah tidak hanya ditentukan oleh nilai gizi bahan penyusunnya, tetapi juga oleh kemampuan formulasi menghasilkan rasa, aroma, warna, dan sensasi di mulut yang diterima konsumen. Pada minuman campuran, perubahan rasio bahan dapat menggeser pH, total padatan terlarut, intensitas aroma, serta keseimbangan manis-asam secara bersamaan. Karena itu, pendekatan pengembangan produk yang menghubungkan pengukuran sederhana seperti pH dan total padatan terlarut dengan data penerimaan sensori lebih informatif daripada menilai satu parameter secara terpisah [1,2].Air kelapa merupakan matriks minuman yang menarik karena mengandung gula alami, mineral, asam amino, dan komponen terlarut lain, namun komposisinya tidak konstan. Varietas, umur buah, dan tingkat kematangan dapat memengaruhi total padatan terlarut dan profil komponen air kelapa [3,4]. Ketika digunakan sebagai basis minuman campuran, variasi tersebut dapat berinteraksi dengan sari buah tambahan sehingga nilai °Brix dan rasa akhir produk tidak selalu dapat diprediksi hanya dari jumlah gula yang ditambahkan [1].

Markisa dan terong belanda memberikan karakter sensori yang kuat tetapi berbeda. Pada markisa, penambahan gula dan asam organik, terutama asam sitrat akan berperan penting dalam pembentukan rasa asam manis selama perkembangan buah [5–7]. Terong belanda mengalami perubahan fisiologis dan metabolik selama pematangan yang berkaitan dengan warna, rasa, dan komposisi kimia buah [8–10]. Kombinasi keduanya berpotensi memperkaya warna dan aroma minuman, tetapi peningkatan proporsi buah yang lebih asam dapat menurunkan penerimaan rasa apabila keseimbangan dengan komponen manis dan karakter basis minuman tidak tercapai.

Uji penerimaan sensori diperlukan untuk menangkap respons afektif panelis terhadap produk. Pemilihan skala, kondisi penyajian, dan interpretasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati karena kesukaan merupakan respons multidimensi dan dapat berbeda antarindividu [11,12]. Penelitian terkini menunjukkan bahwa *sourness, sweetness,* aroma, dan *mouthfeel* dapat menjadi penggerak atau penghambat liking tergantung pada karakter produk dan kelompok konsumen [13–16]. Oleh sebab itu, nilai rata-rata saja belum cukup; pengujian statistik dan ukuran efek diperlukan untuk membedakan perubahan yang konsisten dari variasi respons panelis.

Penelitian sebelumnya pada minuman markisa terong belanda telah menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan dapat menghasilkan perbedaan sifat fisikokimia produk [17]. Penelitian ini memperluas pendekatan tersebut dengan menggunakan air kelapa sebagai matriks utama dan membandingkan lima formulasi secara langsung melalui pH, total padatan terlarut, dan uji hedonik. Fokus penelitian dibatasi pada parameter yang benar-benar tersedia. Penelitian bertujuan: (1) mendeskripsikan profil pH dan TPT lima formulasi; (2) membandingkan penerimaan warna, aroma, *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*; dan (3) menentukan kandidat formulasi awal berdasarkan integrasi karakter dasar dan respons sensori.

2. METODE

2.1 Rancangan penelitian

Penelitian merupakan bentuk pengembangan produk yang membandingkan lima formulasi minuman berbasis air kelapa, sari markisa, dan sari terong belanda. Setiap formulasi memiliki total akhir produk dalam bentuk cair berjumlah 1.000 mL sebelum penambahan gula. Data pH dan TPT berasal dari tiga pembacaan teknis pada sampel masing-masing formulasi, sedangkan data sensori berasal dari penilaian berulang oleh panelis yang sama terhadap seluruh formulasi.

2.2 Bahan

Bahan utama terdiri atas air kelapa muda segar, buah markisa (*Passiflora edulis* Sims), dan terong belanda (*Solanum betaceum* Cav.) yang diperoleh dari pemasok lokal di Jakarta dalam kondisi layak konsumsi. Gula pasir digunakan sebagai pemanis. Asam sitrat *food grade* digunakan dalam jumlah sangat kecil sesuai catatan formulasi.

2.3 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pH meter digital, refraktometer, termometer, blender, gelas ukur, timbangan digital, saringan dan wadah sampel.

2.4 Formulasi minuman

Komposisi formulasi disusun sebagai gradien penurunan air kelapa dan peningkatan komponen buah. Jumlah gula juga meningkat dari F1 ke F5. Komposisi yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi lima formulasi minuman air kelapa, markisa, terong belanda

Formulasi	Air kelapa (mL)	Markisa (mL)	Terong belanda (mL)	Gula pasir (g)	Asam sitrat (g)
F1	850	100	50	20	0,25
F2	800	120	80	25	0,25
F3	750	140	110	30	0,125
F4	700	170	130	35	0
F5	650	200	150	40	0

2.5 Pembuatan minuman

Air kelapa disaring untuk memisahkan kotoran. Markisa dan terong belanda dicuci dan dipreparasi secara terpisah untuk memperoleh sari buah. Air kelapa, sari markisa, dan sari terong belanda kemudian dicampurkan sesuai formulasi, diikuti penambahan gula dan asam sitrat sesuai catatan formulasi. Campuran dihomogenkan dan dipasteurisasi pada suhu sekitar 75 °C selama 10 menit, kemudian didinginkan dan ditempatkan dalam wadah berkode. Seluruh formulasi diproses dengan prosedur yang sama.

2.6 Pengukuran pH dan total padatan terlarut

pH meter dikalibrasi sebelum digunakan, kemudian elektroda dicelupkan ke dalam sampel sampai pembacaan stabil. Total padatan terlarut diukur menggunakan refraktometer yang telah dikalibrasi dengan akuades. Setiap formulasi dilakukan pengukuran tiga kali secara teknis pada sampel yang sama. Karena pengulangan tersebut bukan batch produksi yang independen, data pH dan TPT digunakan untuk menggambarkan profil formulasi dan tidak dianalisis menggunakan ANOVA.

2.7 Uji sensori

Uji penerimaan dilakukan terhadap 34 panelis menggunakan skala hedonik 1-7, dengan 1 menunjukkan tingkat kesukaan terendah dan 7 tingkat kesukaan tertinggi. Atribut yang dinilai meliputi warna, aroma, *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*. Sampel disajikan menggunakan kode acak tiga digit dan air mineral disediakan sebagai penetral rasa. Pendekatan uji afektif/hedonik digunakan untuk menilai respons kesukaan, sesuai praktik umum analisis sensori dan pengujian penerimaan [11,12]. Karakteristik demografis panelis tidak tersedia dalam dataset sumber sehingga hasil tidak digeneralisasikan di luar panelis yang berpartisipasi.

2.8 Analisis data

Data pH dan TPT disajikan secara deskriptif. Data sensori diringkas sebagai rerata dan simpangan baku untuk memudahkan interpretasi, kemudian dianalisis menggunakan uji Friedman karena panelis yang sama menilai seluruh formulasi pada skala ordinal. Ketika uji global signifikan, perbandingan berpasangan dilakukan menggunakan uji Wilcoxon dengan koreksi Holm. Kendall's W digunakan sebagai ukuran efek untuk menunjukkan kekuatan pemisahan peringkat antiformulasi. Taraf signifikansi ditetapkan pada $\alpha=0,05$.

3. HASIL

3.1 Profil pH dan total padatan terlarut

Pengukuran pH dan total padatan terlarut (TPT) dilakukan untuk menggambarkan karakteristik fisikokimia dasar dari masing-masing formulasi minuman. Data hasil pengukuran pH dan TPT pada lima formulasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. pH dan total padatan terlarut lima formulasi

Formulasi	pH (rerata, n=3)	TPT (°Brix; rerata, n=3)
F1	3,56	9,0
F2	3,56	6,0
F3	3,46	6,0
F4	3,46	6,0
F5	3,46	5,0

Nilai pH lima formulasi berada pada rentang yang kecil sempit yaitu 3,46 - 3,56 (Tabel 2). F1 dan F2 memiliki pH 3,56, sedangkan F3-F5 memiliki pH 3,46. TPT menunjukkan rentang yang lebih lebar, yaitu 5,0-9,0 °Brix. F1 memiliki TPT tertinggi (9,0 °Brix), F2-F4 masing-masing 6,0 °Brix, dan F5 5,0 °Brix. Pola TPT yang teramati tidak meningkat sejalan dengan kenaikan gula yang tercatat pada formulasi; hasil ini dilaporkan sebagai data observasional dan menjadi salah satu aspek yang perlu diverifikasi melalui replikasi batch independen.

3.2 Penerimaan sensori

Penerimaan sensori terhadap lima formulasi dievaluasi berdasarkan lima atribut, yaitu warna, aroma, *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*. Hasil penilaian panelis pada masing-masing atribut dinyatakan sebagai rerata skor hedonik dan simpangan baku, sebagaimana disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rerata skor hedonik lima formulasi (mean ± SD; n=34)

Formula	Warna	Aroma	Mouthfeel	Rasa	Overall acceptance
F1	3,74 ± 1,66	3,79 ± 1,23	4,41 ± 1,21	4,44 ± 1,73	4,53 ± 1,42
F2	4,26 ± 1,19	3,94 ± 1,30	4,18 ± 1,59	4,12 ± 1,81	4,12 ± 1,30
F3	4,00 ± 1,33	3,74 ± 1,11	3,29 ± 1,22	2,97 ± 1,55	3,32 ± 1,17
F4	4,76 ± 1,35	4,24 ± 1,21	3,76 ± 1,21	3,65 ± 1,50	4,12 ± 1,20
F5	4,56 ± 1,50	4,38 ± 1,26	4,03 ± 1,45	3,56 ± 1,73	4,12 ± 1,17

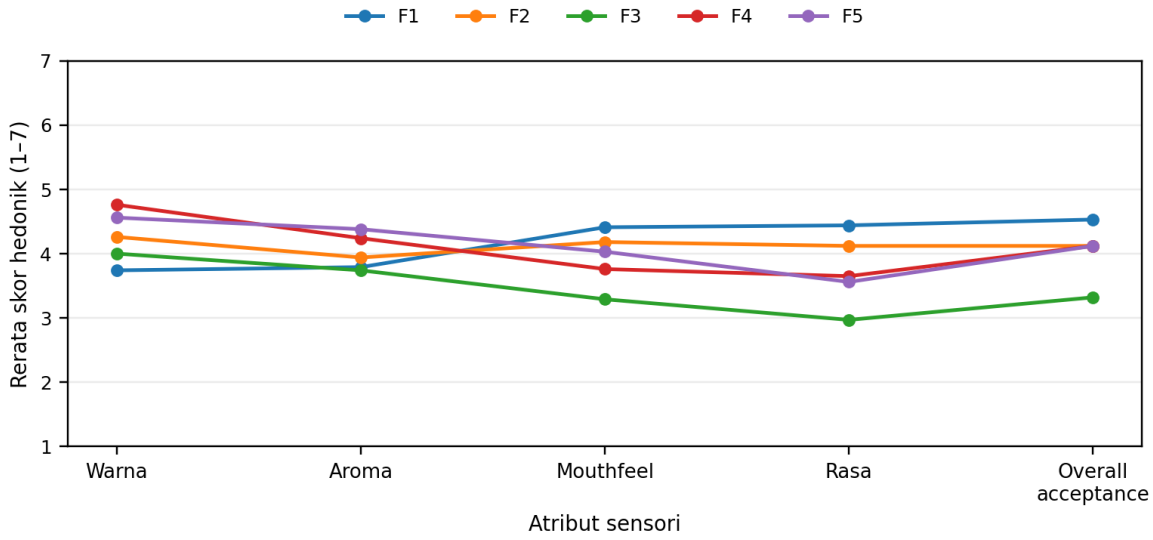
Hasil uji hedonik pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kelima formulasi minuman air kelapa, markisa, dan terong belanda menghasilkan pola penerimaan sensori yang berbeda pada setiap atribut. Formulasi F4 memperoleh rerata skor warna tertinggi (4,76 ± 1,35), sedangkan F5 menunjukkan penerimaan aroma tertinggi (4,38 ± 1,26). Sebaliknya, F1 memiliki rerata skor tertinggi pada atribut *mouthfeel* (4,41 ± 1,21), rasa (4,44 ± 1,73), dan *overall acceptance* (4,53 ± 1,42). Temuan ini menunjukkan bahwa formulasi dengan warna dan aroma yang lebih disukai belum tentu memberikan penerimaan terbaik terhadap rasa dan sensasi di mulut. Hasil penelitian terdahulu menjelaskan bahwa penerimaan konsumen merupakan respons multidimensi yang dipengaruhi oleh interaksi berbagai atribut sensori, sehingga penilaian keseluruhan produk tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan keunggulan satu atribut [18].

Perbedaan penerimaan tersebut diduga berkaitan dengan perubahan proporsi air kelapa, markisa, dan terong belanda yang memengaruhi karakter sensori minuman. F1, dengan proporsi air kelapa tertinggi (850 mL) dan total padatan terlarut sebesar 9,0 °Brix, menunjukkan penerimaan rasa dan *mouthfeel* yang lebih baik secara deskriptif dibandingkan formulasi lainnya. Kondisi ini mengindikasikan kemungkinan adanya keseimbangan karakter manis-asam dan sensasi di mulut yang lebih sesuai dengan preferensi panelis. Hasil penelitian [19] mengemukakan bahwa komponen pemanis dalam minuman tidak hanya berkontribusi terhadap persepsi rasa manis, tetapi juga memengaruhi karakter rasa dan tekstur produk. Sementara itu, persepsi kemanisan, karakter buah, dan kelembutan sensasi di mulut dapat berperan sebagai faktor pendorong penerimaan minuman berbasis buah [20].

Formulasi F3 menunjukkan penerimaan paling rendah pada atribut *mouthfeel* (3,29 ± 1,22), rasa (2,97 ± 1,55), dan *overall acceptance* (3,32 ± 1,17). Rendahnya ketiga skor tersebut mengindikasikan bahwa karakter sensori F3

belum memberikan kombinasi rasa dan sensasi di mulut yang sesuai dengan preferensi sebagian besar panelis. Namun, penyebab penurunan penerimaan ini belum dapat dipastikan karena intensitas kemanisan, keasaman, dan karakter tekstur tidak diukur secara langsung. Selain itu, simpangan baku yang relatif besar pada beberapa atribut menunjukkan adanya variasi penilaian antarindividu. Hal ini sejalan dengan terdahulu bahwa respons hedonik terhadap rasa asam dapat berbeda secara substansial antarkonsumen [21]. Secara keseluruhan, F1 dapat dipertimbangkan sebagai kandidat formulasi awal berdasarkan rerata penerimaan rasa, *mouthfeel*, dan *overall acceptance* yang lebih tinggi, meskipun keunggulannya terhadap F2, F4, dan F5 pada penerimaan keseluruhan tidak signifikan setelah koreksi pengujian berganda.

Untuk memperjelas pola penerimaan sensori antarformulasi pada kelima atribut yang diuji, rerata skor hedonik selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk profil sensori pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil rerata skor hedonik lima formulasi pada lima atribut sensori (n=34).

Profil sensori menunjukkan bahwa formulasi yang unggul pada satu atribut tidak selalu unggul pada atribut lain (Gambar 1). F4 memberikan rerata skor warna tertinggi (4,76±1,35), sedangkan F5 memiliki rerata aroma tertinggi (4,38±1,26). Sebaliknya, F1 memperoleh rerata tertinggi untuk *mouthfeel* (4,41±1,21), rasa (4,44±1,73), dan *overall acceptance* (4,53±1,42). F3 menunjukkan rerata terendah pada *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*.

3.3 Perbedaan sensori antiformulasi

Perbedaan penilaian sensori antarlima formulasi dianalisis menggunakan uji Friedman pada masing-masing atribut sensori. Besarnya kekuatan perbedaan peringkat antiformulasi selanjutnya dievaluasi menggunakan ukuran efek Kendall's W. Hasil uji Friedman dan nilai Kendall's W untuk seluruh atribut sensori disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji Friedman dan ukuran efek Kendall's W

Atribut	χ^2 Friedman	p	Kendall's W
Warna	14,62	0,0056	0,107
Aroma	10,43	0,0337	0,077
Mouthfeel	14,43	0,0060	0,106
Rasa	20,86	<0,001	0,153
Overall acceptance	26,81	<0,001	0,197

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil uji Friedman menunjukkan adanya perbedaan distribusi skor antiformulasi pada seluruh atribut sensori ($p<0,05$). Nilai Kendall's W berada pada rentang 0,077–0,197, yang menunjukkan bahwa kekuatan efek formulasi terhadap peringkat sensori relatif kecil. Nilai Kendall's W tertinggi ditemukan

pada *overall acceptance* (W=0,197), diikuti rasa (W=0,153), sedangkan nilai terendah terdapat pada aroma (W=0,077).

Uji lanjut Wilcoxon berpasangan dengan koreksi Holm menunjukkan bahwa perbedaan yang paling konsisten melibatkan F3. Pada atribut *mouthfeel* dan rasa, skor F3 lebih rendah dibandingkan F1 dan F2, sedangkan pada *overall acceptance*, F3 lebih rendah dibandingkan F1, F2, F4, dan F5. Pada atribut warna, perbedaan yang tetap signifikan setelah koreksi multipel ditemukan antara F4 dan F1. Sementara itu, pada atribut aroma tidak terdapat pasangan formulasi yang menunjukkan perbedaan signifikan setelah koreksi Holm.

4. PEMBAHASAN

4.1 pH dan TPT menggambarkan matriks minuman, bukan efek tunggal satu bahan

Seluruh formulasi berada pada kondisi asam dengan pH 3,46-3,56. Penurunan pH dari F1-F2 ke F3-F5 muncul pada saat proporsi markisa dan terong belanda meningkat. Pola tersebut masuk akal secara biologis karena markisa memiliki akumulasi asam organik yang tinggi, terutama asam sitrat, sementara komposisi asam pada terong belanda juga berubah selama pematangan [6–8]. Namun, selisih pH yang hanya sekitar 0,10 unit tidak boleh langsung ditafsirkan sebagai efek formulasi yang telah terbukti secara statistik karena data yang tersedia berasal dari pembacaan teknis pada sampel yang sama, bukan dari batch independen.

TPT menunjukkan pola yang lebih menarik. F1 menghasilkan 9,0 °Brix, sedangkan F5 hanya 5,0 °Brix, meskipun catatan formulasi menunjukkan jumlah gula tambahan meningkat dari 20 g pada F1 menjadi 40 g pada F5. Temuan yang tampak tidak linear ini penting untuk dilaporkan secara terbuka. °Brix merupakan pembacaan berbasis indeks bias yang dipengaruhi seluruh komponen terlarut, bukan pengukuran gula kimia secara spesifik. Selain gula tambahan, gula alami, asam organik, mineral, dan fraksi larut dari air kelapa maupun sari buah ikut membentuk pembacaan TPT [1,3,4] . Pada saat yang sama, variasi kematangan bahan baku, homogenisasi, filtrasi, volume akhir setelah pemanasan, serta waktu pengambilan sampel dapat memengaruhi konsistensi hasil.

Karena itu, TPT dalam penelitian ini lebih tepat dibaca sebagai profil produk yang teramati daripada hubungan dosis-respons terhadap gula. Pada replikasi berikutnya, setiap formula perlu diproduksi dalam beberapa batch independen dengan sumber bahan baku, massa gula, volume akhir, dan kondisi proses yang terdokumentasi secara ketat. Langkah ini akan memungkinkan analisis inferensial dan membantu memastikan apakah pola TPT yang saat ini terlihat merupakan karakter formula atau variasi proses.

4.2 Formulasi menunjukkan trade-off antara daya tarik visual aromatik dan penerimaan saat diminum

Data sensori memperlihatkan pola yang tidak linear: semakin tinggi proporsi komponen buah, skor warna dan aroma cenderung menguat, tetapi penerimaan rasa tidak ikut meningkat. F4 menghasilkan warna paling disukai dan F5 aroma paling disukai. Hal ini konsisten dengan peran pigmen dan komponen volatil buah dalam membentuk pengalaman visual dan aromatik. Terong belanda memiliki variasi pigmen serta komponen fenolik yang berkaitan dengan karakter warna, sementara markisa memiliki profil metabolit yang mendukung karakter warna, keasaman, dan aroma khas [5–7,9,10].

Sebaliknya, F1 memiliki rerata tertinggi pada mouthfeel, rasa, dan *overall acceptance*. Hasil ini menunjukkan bahwa penerimaan produk lebih banyak ditentukan oleh keseimbangan sensori daripada intensitas satu atribut. Literatur sensori terbaru menunjukkan bahwa respons terhadap rasa asam sangat heterogen; sourness dapat menjadi atribut yang menarik pada tingkat tertentu, tetapi ketika tidak seimbang dengan sweetness atau karakter aroma, liking dapat menurun [13,14]. Penelitian pada minuman dengan pengurangan gula juga menunjukkan bahwa perubahan rasio manis-asam dan tekstur dapat memengaruhi penerimaan secara nyata [15,16].

F3 menjadi titik penting dalam pola tersebut. Formulasi ini tidak memiliki skor warna atau aroma terendah, tetapi mengalami penurunan yang jelas pada *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*. Artinya, masalah penerimaan F3 kemungkinan bukan sekadar tampilan, melainkan kombinasi pengalaman saat diminum. Temuan semacam ini

relevan dalam pengembangan minuman buah: formula dengan identitas buah yang lebih jelas belum tentu lebih disukai apabila mouthfeel dan keseimbangan rasa tidak mendukung pengalaman konsumsi secara keseluruhan [1].

4.3 Signifikansi statistik perlu dibaca bersama ukuran efek dan makna praktis

Uji Friedman mendeteksi perbedaan antiformulasi pada semua atribut, tetapi Kendall's W yang hanya 0,077-0,197 menunjukkan bahwa pemisahan preferensi panelis relatif kecil. Dengan kata lain, formulasi memang memengaruhi penilaian, tetapi respons individu masih cukup beragam. *Overall acceptance* dan rasa memiliki ukuran efek terbesar, sehingga dua atribut tersebut paling informatif untuk menjelaskan perbedaan penerimaan dalam dataset ini.

Interpretasi pasca-hoc juga penting untuk mencegah klaim berlebihan. F1 memiliki rerata *overall acceptance* paling tinggi, tetapi setelah koreksi Holm tidak berbeda signifikan dari F2, F4, dan F5; perbedaan paling konsisten justru berasal dari rendahnya F3. Karena itu, istilah 'formula terbaik' kurang tepat apabila dimaknai sebagai kemenangan statistik atas seluruh formula. F1 lebih layak disebut kandidat formulasi awal karena memberikan kombinasi rerata yang paling menguntungkan pada *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*, sambil tetap mempertahankan pH dan TPT yang terukur.

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip sensory and consumer science yang menekankan bahwa keputusan pengembangan produk sebaiknya mempertimbangkan pola atribut, variasi antarresponden, dan tujuan penggunaan produk, bukan hanya memilih nilai rata-rata tertinggi [11]. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pengembangan produk pangan sering memerlukan pembacaan beberapa atribut organoleptik secara bersamaan untuk menentukan formula yang paling dapat diterima [12].

4.4 Implikasi pengembangan produk dan keterbatasan penelitian

Hasil penelitian memberikan dasar yang cukup untuk menyaring formula, tetapi belum untuk membuat klaim di luar pH, TPT, dan penerimaan sensori. Pasteurisasi sekitar 75 °C selama 10 menit diterapkan sama pada seluruh formulasi, sehingga penelitian ini tidak dapat memisahkan efek formulasi dari kemungkinan perubahan sensori akibat pemanasan. Studi pada minuman buah menunjukkan bahwa kondisi proses dapat memengaruhi kualitas sensori dan persepsi panelis [20]. Oleh karena itu, penelitian lanjutan sebaiknya mempertahankan satu prosedur proses yang terstandar ketika formula dioptimasi.

Penelitian ini memberikan gambaran awal mengenai karakteristik fisikokimia dan penerimaan sensori lima formulasi minuman berbasis air kelapa, markisa, dan terong belanda. Hasil yang diperoleh dapat menjadi dasar untuk pengembangan formulasi lebih lanjut melalui pengujian pada batch produksi independen guna memperkuat konsistensi hasil pengukuran pH dan total padatan terlarut (TPT). Selain itu, pelibatan panelis dengan karakteristik demografis yang lebih beragam dan terdokumentasi dapat memperluas pemahaman mengenai preferensi konsumen. Penelitian selanjutnya juga dapat mengintegrasikan pendekatan *just-about-right* (JAR) dan *check-all-that-apply* (CATA) untuk mengidentifikasi atribut sensori yang berperan dalam penerimaan produk, khususnya keseimbangan rasa manis-asam, aroma, dan *mouthfeel*. Dengan demikian, temuan penelitian ini dapat menjadi landasan dalam optimasi formulasi minuman yang memiliki karakteristik fisikokimia dan tingkat penerimaan sensori yang sesuai dengan preferensi konsumen.

Walaupun demikian, kekuatan penelitian ini terletak pada penggunaan data sensori tingkat panelis dan analisis nonparametrik yang sesuai untuk rancangan penilaian berulang. Integrasi pH, TPT, dan sensori juga menghasilkan informasi praktis: formula dengan warna atau aroma yang lebih disukai belum tentu menghasilkan pengalaman konsumsi yang lebih disukai secara keseluruhan. Bagi pengembangan produk, temuan tersebut lebih berguna daripada kesimpulan yang hanya berfokus pada satu atribut.

5. KESIMPULAN

Lima formulasi minuman air kelapa-markisa-terong belanda menunjukkan profil pH, TPT, dan penerimaan sensori yang berbeda. F1 memiliki pH 3,56 dan TPT 9,0 °Brix serta menghasilkan rerata tertinggi untuk *mouthfeel*, rasa, dan *overall acceptance*, sedangkan F4 unggul pada warna dan F5 pada aroma. Perbedaan antiformulasi signifikan pada seluruh atribut sensori, tetapi ukuran efeknya kecil dan *overall acceptance* F1 tidak berbeda signifikan dari F2, F4, dan F5 setelah koreksi multipel. Dengan demikian, F1 paling tepat diposisikan sebagai kandidat formulasi awal yang memiliki profil sensori paling seimbang, bukan sebagai formula yang terbukti unggul atas semua alternatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Jakarta, atas bantuan dana hibah penelitian dalam Skema Penelitian Produk Kreatif (Pendidikan, Seni, dan Olahraga) Nomor Kontrak 22/PK/LPPM/III/2026.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aniceto A, Leal Lemos IDM, Rosenthal A, Teodoro AJ. Comparison of heat treatment and high hydrostatic pressure on quality attributes of fruit beverages with coconut water. Food Science and Technology International 2026. https://doi.org/10.1177/10820132261467334;CSUBTYPE:STRING:AHEAD.

[2] Radhouane MF, da Silveira TFF, Ribeiro J, Rodrigues P, Guimarães R, Calhelha R, et al. Development, characterization and stability of a novel sport drink based on thermal water, apple juice and hibiscus. Food Chemistry Advances 2024;5:100823. https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2024.100823.

[3] Aba RPM, Luna MBZ, Villasis JC, Ching AAA. Characterization of mature coconut (Cocos nucifera L.) water from different varieties. Food and Humanity 2024;2. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100248.

[4] Bharadwaj M R S, Prasad B R H, Chaudhari SR. Understanding the maturity of coconut water through 1H NMR profiling and MPAES analyses. Food Chem 2024;454. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139748.

[5] Shi M, Ali MM, He Y, Ma S, Rizwan HM, Yang Q, et al. Flavonoids Accumulation in Fruit Peel and Expression Profiling of Related Genes in Purple (Passiflora edulis f. edulis) and Yellow (Passiflora edulis f. flavicarpa) Passion Fruits. Plants 2021, Vol 10, Page 2240 2021;10:2240. https://doi.org/10.3390/PLANTS10112240.

[6] Zhang X, Wei X, Ali MM, Rizwan HM, Li B, Li H, et al. Changes in the Content of Organic Acids and Expression Analysis of Citric Acid Accumulation-Related Genes during Fruit Development of Yellow (Passiflora edulis f. flavicarpa) and Purple (Passiflora edulis f. edulis) Passion Fruits. International Journal of Molecular Sciences 2021, Vol 22, Page 5765 2021;22:5765. https://doi.org/10.3390/IJMS22115765.

[7] Tang Y, Wang P, Chen J, Li L, Tang L, Huang W, et al. The accumulation pattern of sugars and organic acids in diverse fruit pulps coordinates sweet-sour taste of passion fruit. LWT 2025;225:117948. https://doi.org/10.1016/J.LWT.2025.117948.

[8] Hu C, Gao X, Dou K, Zhu C, Zhou Y, Hu Z. Physiological and Metabolic Changes in Tamarillo (Solanum betaceum) during Fruit Ripening. Molecules 2023, Vol 28, Page 1800 2023;28:1800. https://doi.org/10.3390/MOLECULES28041800.

[9] Rito M, Marques J, da Costa RMF, Correia S, Lopes T, Martin D, et al. Antioxidant Potential of Tamarillo Fruits—Chemical and Infrared Spectroscopy Analysis. Antioxidants 2023, Vol 12, Page 536 2023;12:536. https://doi.org/10.3390/ANTIOX12020536.

[10] Viera W, Samaniego I, Camacho D, Habibi N, Ron L, Sediqui N, et al. Phytochemical Characterization of a Tree Tomato (Solanum betaceum Cav.) Breeding Population Grown in the Inter-Andean Valley of Ecuador. Plants 2022, Vol 11, Page 268 2022;11:268. https://doi.org/10.3390/PLANTS11030268.

[11] Drake MA, Watson ME, Liu Y. Sensory Analysis and Consumer Preference: Best Practices. Annu Rev Food Sci Technol 2023;14:427–48. https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FOOD-060721-023619/CITE/REFWORKS.

[12] Addo-Preko E, Amissah JGN, Adjei MYB. The relevance of the number of categories in the hedonic scale to the Ghanaian consumer in acceptance testing. Frontiers in Food Science and Technology 2023;3:1071216. https://doi.org/10.3389/FRFST.2023.1071216/TEXT.

[13] Spinelli S, Hopfer H, Moulinier V, Prescott J, Monteleone E, Hayes JE. Distinct sensory hedonic functions for sourness in adults. Food Qual Prefer 2024;116:105152. https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2024.105152.

[14] Dupas de Matos A, Gomes Reis M, Maggs R, Hort J. Understanding consumer acceptability of verjuice, its potential applications and sensory and chemical drivers of liking. Food Research International 2024;188. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114480.

[15] Chen L, Wu W, Zhang N, Bak KH, Zhang Y, Fu Y. Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. Food Research International 2022;162:112076. https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.112076.

[16] Thun YJ, Yan SW, Tan CP, Effendi C. Sensory characteristic of sugar reduced yoghurt drink based on check-all-that-apply. Food Chemistry Advances 2022;1:100110. https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2022.100110.

[17] Irwanto R, Panjaitan R, Triandita N, Putri NE. PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MARTABE DRINK [PURPLE PASSION FRUIT (PASSIFLORA EDULIS VAR. EDULIS SIMS) TAMARILLO (CHYPOMANDRA BETACEAE SENDT.)]. JURNAL KESMAS DAN GIZI (JKG) 2023;5:208–16. https://doi.org/10.35451/JKG.V5I2.1547.

[18] Drake MA, Watson ME, Liu Y. Sensory Analysis and Consumer Preference: Best Practices. Annu Rev Food Sci Technol 2023;14:427–48. https://doi.org/10.1146/ANNUREV-FOOD-060721-023619/CITE/REFWORKS.

[19] Chen L, Wu W, Zhang N, Bak KH, Zhang Y, Fu Y. Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. Food Research International 2022;162. https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.112076.

[20] Dupas de Matos A, Gomes Reis M, Maggs R, Hort J. Understanding consumer acceptability of verjuice, its potential applications and sensory and chemical drivers of liking. Food Research International 2024;188:114480. https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2024.114480.

[21] Spinelli S, Hopfer H, Moulinier V, Prescott J, Monteleone E, Hayes JE. Distinct sensory hedonic functions for sourness in adults. Food Qual Prefer 2024;116:105152. https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2024.105152.