

Gastronomy

Gastronomy and Culinary Art

EISSN 2963-1270, Volume 5, Number 2, 2026

<http://jurnal.ampta.ac.id/index.php/Gastronomy>

DEVELOPMENT OF MORINGA OLEIFERA LEAF FILTRATE BOBA AS AN INNOVATIVE POTENTIAL FUNCTIONAL BEVERAGE

Sensory Quality and Consumer Acceptability Evaluation

*Dewi Setiani¹, Dwy Asih Nurfadilah², Efrina³, Mahdiyah⁴

¹Universitas Negeri Jakarta, Indonesia, email: dewisetiani692@gmail.com

*(Corresponding Author)

ABSTRACT

Article History

Submitted:

17 July 2026

Reviewed:

20 July 2026

Accepted:

31 August 2026

Published:

15 September 2026

Boba is commonly produced from tapioca starch and has limited nutritional value. This study evaluated the sensory quality and consumer acceptability of boba formulated with three proportions of moringa leaf filtrate in the liquid phase, namely SDK-100 (100%), SDK-75 (75%), and SDK-50 (50%). A one-factor experimental design was employed. Sensory quality was evaluated by 10 expert panelists using a descriptive scoring test, while consumer acceptability was assessed by 100 consumers using a five-point hedonic scale. Data were analyzed descriptively and using the Friedman test. Sensory quality differed significantly only in chewiness ($p = 0.034$), whereas color, aroma, taste, aftertaste, shape uniformity, and consumer acceptability showed no significant differences ($p > 0.05$). Based on descriptive evaluation, SDK-75 showed the highest overall hedonic mean and the most balanced sensory profile. Therefore, SDK-75 may be considered a candidate formulation for further product development, although its superiority was not statistically demonstrated.

Keywords: Boba, Consumer Acceptability, Moringa oleifera, Potential Functional Beverage, Sensory Quality

PENDAHULUAN

Perkembangan industri minuman siap saji mendorong munculnya berbagai inovasi produk, termasuk minuman dengan tambahan boba. Boba (*tapioca pearls*) merupakan isian minuman berbahan dasar tepung tapioka, air, dan pemanis dengan tekstur kenyal berbentuk bulat. Tekstur yang khas serta kemampuannya memberikan pengalaman konsumsi yang berbeda menjadikan boba banyak digunakan pada minuman berbasis teh, susu, maupun minuman pencuci mulut. Meskipun demikian, boba konvensional pada dasarnya didominasi oleh pati, sedangkan penyajiannya sering dikombinasikan dengan pemanis dan komponen minuman yang memberikan tambahan gula serta energi. Menurut Min et al. (2017) perpaduan teh susu, pemanis, dan boba dapat menyumbang gula serta energi dalam jumlah yang relatif tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi boba yang tidak hanya menarik secara sensori, tetapi juga memanfaatkan bahan pangan yang memiliki nilai tambah.



Pemanfaatan bahan pangan lokal berpotensi fungsional menjadi salah satu alternatif dalam inovasi produk boba. Penambahan bahan tersebut tidak perlu menghilangkan peran tepung tapioka sebagai pembentuk tekstur, tetapi dapat dilakukan dengan memasukkan bahan lain yang mengandung komponen gizi dan senyawa bioaktif. Daun kelor telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan fortifikasi karena mengandung zat gizi dan senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai tambah produk pangan (Oyeyinka and Oyeyinka, 2018; Hodas et al., 2021; Kashyap et al., 2022; Peñalver et al., 2022).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan yang berpeluang digunakan dalam pengembangan tersebut. Daun kelor dilaporkan mengandung protein, serat, vitamin, mineral, karotenoid, senyawa fenolik, dan flavonoid sehingga banyak dikaji sebagai bahan untuk fortifikasi dan pengembangan produk pangan. Kandungan tersebut mendukung pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pangan yang berpotensi memberikan nilai gizi dan aktivitas antioksidan pada produk olahan (Hodas et al., 2021; Kashyap et al., 2022; Peñalver et al., 2022). Kandungan tersebut memberikan dasar ilmiah untuk menempatkan daun kelor sebagai bahan pangan berpotensi fungsional. Akan tetapi, komposisi gizi dan senyawa bioaktif kelor dapat dipengaruhi oleh bagian tanaman, kondisi budidaya, pengolahan, dan penyimpanan. Dengan demikian, penggunaan daun kelor dalam penelitian ini belum dimaksudkan untuk membuktikan bahwa produk akhir telah memiliki manfaat fisiologis tertentu, melainkan sebagai tahap awal pengembangan minuman dengan bahan yang berpotensi fungsional.

Pemanfaatan daun kelor dalam produk pangan juga menghadapi tantangan sensori. Penambahan kelor dapat meningkatkan intensitas warna hijau, menghasilkan aroma herbal atau langu, serta menimbulkan rasa pahit dan sepat. Penambahan daun kelor pada berbagai produk pangan, seperti roti, pasta, dan biskuit, berpotensi meningkatkan kandungan gizi produk. Namun, penggunaan dalam jumlah yang lebih tinggi dapat memengaruhi karakteristik sensori dan menurunkan tingkat penerimaan ketika warna, rasa, atau aroma kelor menjadi terlalu dominan (Milla et al., 2021; Simonato et al., 2021; Ferreira et al., 2023). Peningkatan konsentrasi kelor pada berbagai matriks pangan tidak selalu menghasilkan penerimaan yang lebih tinggi karena perubahan warna, aroma, rasa, dan tekstur dapat menjadi faktor pembatas. Trigo et al. (2023) menunjukkan bahwa kelor dapat digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisi berbagai produk, tetapi jumlah yang ditambahkan harus disesuaikan dengan karakteristik matriks pangan dan penerimaan sensorinya.

Berbagai penelitian terdahulu lebih banyak memanfaatkan daun kelor dalam bentuk tepung atau bubuk pada roti, kue, pangan pendamping, dan minuman berbasis sereal. Penggunaan bubuk dapat meningkatkan jumlah padatan dalam formula dan memberikan warna serta aroma yang relatif kuat. Dalam penelitian ini, daun kelor digunakan dalam bentuk sari agar dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari fase cair dalam pembuatan boba. Bentuk sari dipilih untuk menghasilkan distribusi warna dan komponen kelor yang lebih merata dalam adonan sekaligus mengurangi keberadaan partikel daun yang dapat memengaruhi tekstur. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor dapat diaplikasikan pada yoghurt dan produk pencuci mulut untuk meningkatkan nilai gizi dan komponen bioaktif produk (Gomes et al., 2023; Gomes et al., 2024). Namun, perubahan proporsi sari daun kelor dan air tetap dapat memengaruhi gelatinisasi pati, kekenyalan, serta kemudahan pembentukan boba.

Pembentukan tekstur merupakan aspek penting dalam pengembangan boba karena karakteristik produk sangat dipengaruhi oleh komposisi pati, jumlah cairan, proses pemanasan, pembentukan, dan pemasakan. Perubahan komposisi bahan dapat menghasilkan perbedaan kekenyalan, elastisitas, dan kestabilan bentuk. Penelitian mengenai pengolahan boba juga menunjukkan bahwa formulasi serta parameter proses perlu dikendalikan untuk memperoleh produk dengan karakteristik tekstur dan mutu sensori yang dapat diterima. Oleh sebab itu, penggunaan sari daun kelor tidak hanya perlu dievaluasi dari aroma dan rasanya, tetapi juga dari pengaruhnya terhadap karakteristik fisik boba.

Penelitian ini menggunakan boba sari daun kelor sebagai komponen isian yang dipadukan dengan minuman buko pandan. Minuman tersebut memiliki karakter manis, *creamy*, dan aroma pandan yang dapat berinteraksi dengan aroma, rasa, warna, dan *aftertaste* boba. Pada produk minuman berbasis kelor, penerimaan konsumen dipengaruhi oleh intensitas aroma, rasa, warna, serta persepsi terhadap manfaat produk, sehingga karakter matriks minuman berperan penting dalam menentukan tingkat kesukaan (Rodrigues et al., 2023). Aplikasi pada produk minuman diperlukan karena penerimaan konsumen terhadap boba tidak selalu sama ketika produk dinilai secara terpisah dan ketika dikonsumsi bersama komponen minuman. Oleh karena itu, penelitian dilakukan melalui dua tahap, yaitu evaluasi mutu sensori boba oleh panelis terbatas dan pengujian tingkat kesukaan oleh panelis konsumen setelah boba diaplikasikan pada minuman *buko pandan*.

Kesenjangan penelitian terletak pada masih terbatasnya kajian mengenai penggunaan sari daun kelor sebagai bagian dari fase cair boba, khususnya pada beberapa konsentrasi dan aplikasinya dalam minuman *buko pandan*. Penelitian sebelumnya lebih banyak menekankan penggunaan bubuk kelor atau pengayaan nilai gizi produk, sedangkan keseimbangan antara karakteristik khas kelor, mutu tekstur boba, dan kesukaan konsumen pada produk minuman belum banyak dibahas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi mutu sensori dan tingkat kesukaan boba dengan tiga proporsi sari daun kelor dalam fase cair, yaitu 100%, 75%, dan 50%, serta evaluasinya melalui penilaian panelis terbatas dan konsumen.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi mutu sensori dan tingkat kesukaan boba berbasis sari daun kelor pada tiga konsentrasi. Mutu sensori dievaluasi berdasarkan warna, aroma daun kelor, rasa daun kelor, kekenyalan, *aftertaste*, dan keseragaman bentuk, sedangkan tingkat kesukaan dinilai berdasarkan aroma, warna, rasa, tekstur, kekenyalan, *aftertaste*, serta kesesuaiannya dengan minuman *buko pandan*. Hasil penelitian diharapkan dapat menentukan konsentrasi sari daun kelor yang memberikan keseimbangan terbaik antara karakteristik produk dan penerimaan konsumen sebagai dasar pengembangan inovasi minuman berbasis pangan lokal yang berpotensi fungsional.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan daun kelor dalam pengembangan produk pangan lebih banyak dilakukan dalam bentuk tepung atau bubuk sebagai bahan fortifikasi pada berbagai produk pangan. Hingga saat ini kajian mengenai penggunaan sari daun kelor sebagai bagian dari fase cair dalam formulasi boba, terutama pada evaluasi keseimbangan antara karakteristik sensori boba dan penerimaan konsumen boba sari daun kelor sebagai isian pada minuman *buko pandan* masih belum banyak dikaji. Oleh sebab itu, unsur kebaruan penelitian ini terdapat pada pemanfaatan sari daun kelor sebagai komponen fase cair dalam formulasi boba serta evaluasi sensorinya oleh panelis terbatas dan penerimaan konsumennya dalam aplikasi minuman *buko pandan*. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai formulasi yang sesuai dengan karakteristik sensori boba sekaligus dapat diterima oleh konsumen sebagai dasar pengembangan minuman berbasis bahan lokal yang berpotensi fungsional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi mutu sensori dan tingkat kesukaan boba dengan tiga proporsi sari daun kelor yang dimanfaatkan dalam formulasi boba sebagai isian minuman *buko pandan*. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi awal mengenai formulasi yang terbaik sesuai dengan karakteristik sensori dan penerimaan konsumen sebagai dasar pengembangan produk berbasis daun kelor.

METODE

Desain, Waktu, dan Tempat Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen satu faktor dengan tiga perlakuan berupa perbedaan proporsi sari daun kelor dalam fase cair pembuatan boba, yaitu 100%, 75%, dan 50%. Total fase cair pada setiap formula dipertahankan sebesar 80 g. Formula SDK-100 menggunakan 80 g sari daun kelor tanpa penambahan air, formula SDK-75 menggunakan 60 g sari daun kelor dan 20 g air, sedangkan formula SDK-50 menggunakan 40 g sari daun kelor dan 40 g air. Setiap formula dinilai oleh panelis yang sama sehingga pengujian menggunakan desain pengukuran berulang.

Penelitian dilaksanakan pada Januari 2026 di Laboratorium Pengolahan, Program Studi Sarjana Terapan Seni Kuliner dan Pengelolaan Jasa Makanan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yang saling berkelanjutan. Tahap pertama meliputi pembuatan boba dan evaluasi mutu sensori oleh panelis terbatas. Tahap kedua meliputi aplikasi ketiga formula boba pada minuman *buko pandan* dan pengujian tingkat kesukaan oleh panelis konsumen.

Bahan dan Peralatan

Bahan utama pembuatan boba terdiri atas daun kelor (*Moringa oleifera*) segar yang diperoleh langsung dari tanaman, tepung tapioka, gula pasir, vanili bubuk, dan air mineral. Daun kelor yang digunakan dipilih dalam kondisi segar, berwarna hijau, tidak layu, dan tidak mengalami kerusakan fisik.

Bahan pembuatan pasta pandan terdiri atas daun pandan segar, daun suji dan air mineral. Bahan pembuatan minuman *buko pandan* meliputi susu UHT, santan, air mineral, susu kental manis, susu evaporasi, dan pasta pandan.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan digital, blender, saringan, mangkuk, panci, kompor, spatula, gelas ukur, talenan, pisau, alas silikon, sendok ukur, dan *rice cooker*. Peralatan penyajian terdiri atas wadah minuman, sendok, sedotan, dan gelas berkode.

Pembuatan Sari Daun Kelor

Daun kelor segar dipisahkan dari tangkainya, kemudian disortasi untuk membuang daun yang rusak atau layu. Sebanyak 150 g daun kelor dicuci dengan air mengalir untuk membersihkan permukaan daun dari kotoran yang masih melekat.

Daun kelor kemudian di-*blanching* pada suhu 75°C selama tiga menit untuk mengurangi aroma langu, mempertahankan warna hijau, dan menginaktivasi enzim yang dapat menurunkan mutu daun. Daun yang telah di-*blanching* ditiriskan, kemudian dihaluskan menggunakan blender selama tiga menit dengan penambahan air pada perbandingan daun dan air sebesar 1:1. Campuran selanjutnya disaring untuk memisahkan ampas sehingga diperoleh sari daun kelor.

Formulasi Boba Berdasarkan Proporsi Sari Daun Kelor Dalam Fase Cair

Persentase sari daun kelor menunjukkan proporsi sari dalam total fase cair sebanyak 80 g. SDK-100 menggunakan seluruh fase cair berupa sari daun kelor, SDK-75 menggunakan 60 g sari daun kelor dan 20 g air, sedangkan SDK-50 menggunakan 40 g sari daun kelor dan 40 g air. Jumlah tepung tapioka, gula pasir, vanili bubuk, dan total fase cair dibuat sama pada setiap formula. Perbedaan perlakuan hanya terletak pada perbandingan sari daun kelor dan air. Formulasi Boba sari daun kelor terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Boba Berdasarkan Proporsi Sari Daun Kelor dalam Fase Cair (%b/b)

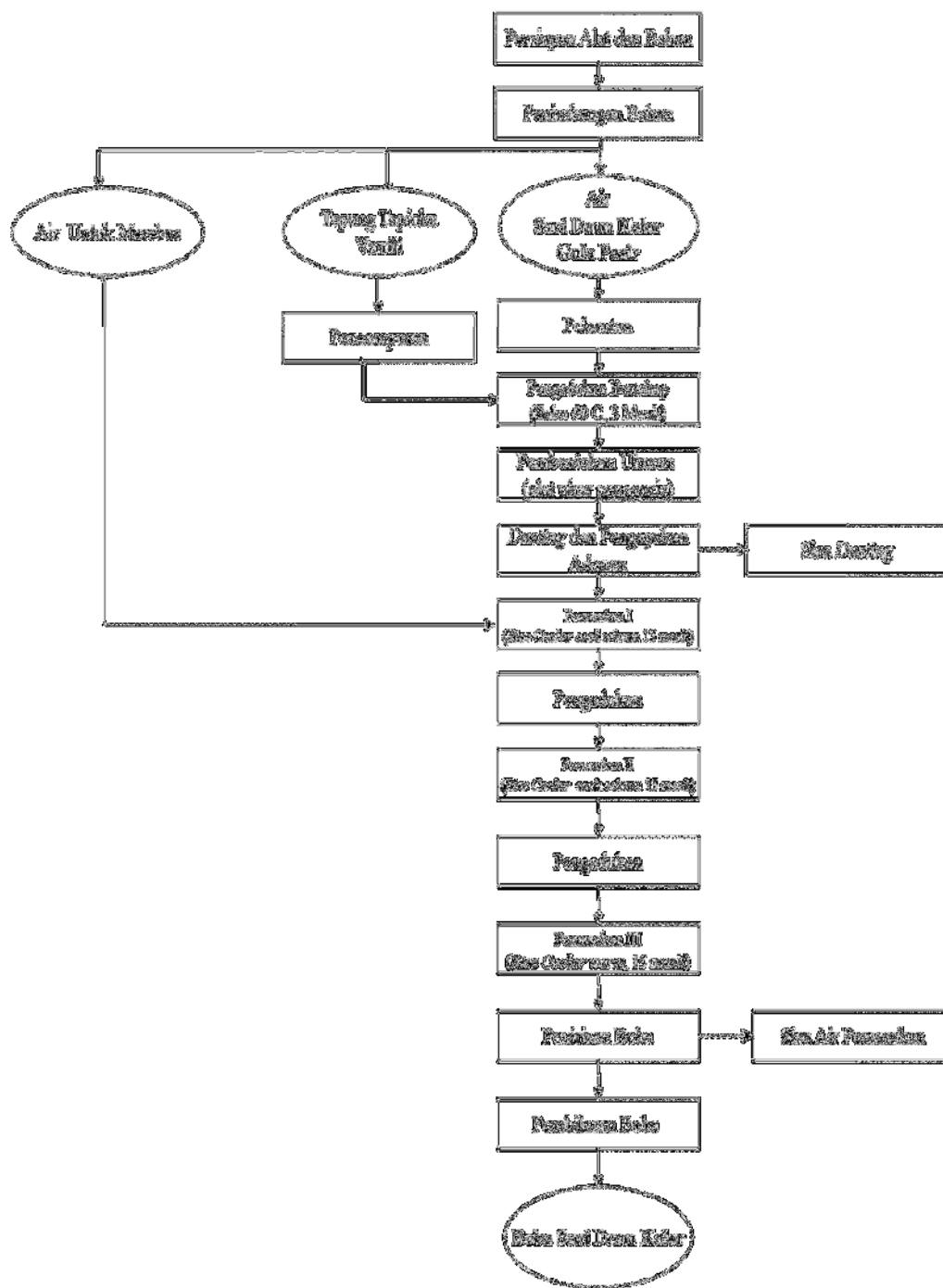
Bahan	SDK-100	SDK-75	SDK-50
Tepung tapioka	41,67	41,67	41,67
Sari daun kelor	41,67	31,25	20,83
Air mineral	0,00	10,42	20,83
Gula pasir	15,63	15,63	15,63
Vanili bubuk	1,04	1,04	1,04
Total	100	100	100

Keterangan: SDK-100, SDK-75, dan SDK-50 menunjukkan proporsi sari daun kelor sebesar 100%, 75%, dan 50% dari total fase cair sebanyak 80 g. Persentase komposisi bahan dalam tabel dihitung berdasarkan berat total adonan sebesar 192 g.

Pembuatan Boba Sari Daun Kelor

Seluruh bahan ditimbang sesuai dengan formula. Sari daun kelor dan air sesuai perlakuan dicampurkan dengan gula pasir, kemudian dipanaskan menggunakan api kecil hingga gula larut. Tepung tapioka ditambahkan secara bertahap sambil terus diaduk hingga terbentuk adonan homogen dan tidak melekat pada wadah.

Adonan digiling memanjang, dipotong menjadi ukuran kecil, dan dibulatkan secara manual. Boba yang telah dibentuk dilapisi tipis dengan tepung tapioka, kemudian diayak untuk mengurangi tepung berlebih pada permukaannya. Pemasakan dilakukan menggunakan *rice cooker* berisi air mendidih. Boba dimasak selama 15 menit, kemudian diaduk perlahan dan dimasak kembali selama 15 menit. Setelah proses pemasakan selesai, *rice cooker* dimatikan dan boba dibiarkan selama 15 menit dengan kondisi tetap tertutup. Boba yang telah matang kemudian dibilas menggunakan air matang untuk menghentikan proses pemasakan sekaligus membersihkan sisa pati yang menempel pada permukaannya.



Gambar 1. Bagan Alir Pembuatan Boba Sari Daun Kelor
Sumber: Dewi Setiani, 16 Juli 2026

Formulasi Pasta Pandan dan Minuman *Buko Pandan*

Pasta pandan disiapkan dengan komposisi 50% daun pandan, 25% daun suji, dan 25% air mineral. Daun pandan dan daun suji dicuci, dipotong menjadi bagian kecil, kemudian dihaluskan bersama air mineral menggunakan blender. Hasil penghancuran disaring untuk memisahkan ampas. Cairan pandan selanjutnya dipanaskan hingga sebagian air menguap dan diperoleh konsistensi yang lebih pekat.

Pasta pandan ini lalu dicampur dengan susu UHT, santan, air mineral, susu kental manis, dan susu evaporasi secara bertahap diaduk hingga homogen. Minuman selanjutnya didinginkan

sebelum digunakan sebagai media penyajian pada uji kesukaan. Komposisi dan kondisi penyajian minuman dibuat sama untuk ketiga formula sehingga perbedaan sampel hanya berasal dari konsentrasi sari daun kelor pada boba.

Uji Mutu Sensori

Pengujian mutu sensori melibatkan 10 panelis terbatas, yang terdiri dari lima dosen bidang pangan dan kuliner serta 5 praktisi industri minuman. Panelis menilai ketiga formula secara *blind test* menggunakan lembar uji skoring deskriptif lima tingkat. Atribut yang dinilai meliputi warna, aroma daun kelor, rasa daun kelor, kekenyalan, *aftertaste*, dan keseragaman bentuk. Skala penilaian mutu sensori terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Penilaian Mutu Sensori

Atribut	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5
Warna	Hijau acar	Hijau pakis	Hijau lumut	Hijau kemangi	Hijau rumput laut
Aroma daun kelor	Sangat beraroma	Beraroma	Agak beraroma	Kurang beraroma	Tidak beraroma
Rasa daun kelor	Sangat terasa	Terasa	Agak terasa	Kurang terasa	Tidak terasa
Kekenyalan	Tidak kenyal	Kurang kenyal	Cukup kenyal	Kenyal	Sangat kenyal
<i>Aftertaste</i>	Sangat terasa	Terasa	Cukup terasa	Kurang terasa	Tidak terasa
Keseragaman bentuk	Tidak seragam	Kurang seragam	Cukup seragam	Seragam	Sangat seragam

Pada atribut aroma, rasa, dan *aftertaste*, skor yang lebih tinggi menunjukkan intensitas karakter daun kelor yang semakin lemah. Pada atribut kekenyalan dan keseragaman bentuk, skor yang lebih tinggi menunjukkan karakteristik yang semakin kenyal dan semakin seragam. Skor warna menunjukkan kategori warna dan tidak diartikan sebagai tingkat kesukaan.

Setelah menilai seluruh atribut, panelis terbatas memilih satu formula yang dianggap memiliki keseimbangan mutu sensori terbaik secara keseluruhan.

Uji Tingkat Kesukaan

Panelis konsumen yang terdiri dari 100 orang dengan domisili dari Jakarta Timur dan Cikarang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesukaan terhadap produk. Panelis menilai ketiga formula boba yang telah diaplikasikan pada minuman *buko pandan*. Setiap sampel disajikan dengan jumlah boba, volume minuman, wadah, dan suhu yang sama. Penilaian menggunakan skala hedonik lima tingkat kesukaan. Nilai 1 hingga 5 secara berurutan mempresentasikan tingkat kesukaan mulai dari sangat tidak suka, tidak suka, agak suka, suka, hingga sangat suka.

Atribut yang dinilai terdiri atas aroma, warna, rasa, tekstur boba, kekenyalan, *aftertaste*, dan kesesuaian boba dengan minuman *buko pandan*. Setelah memberikan penilaian pada seluruh atribut, panelis memilih satu formula yang paling disukai secara keseluruhan. Penelitian tingkat kesukaan menggunakan tiga formula yang sama dengan tahap uji mutu sensori.

Analisis Data

Data mutu sensori dan tingkat kesukaan terlebih dahulu dianalisis secara deskriptif melalui distribusi frekuensi, persentase, rata-rata, standar deviasi, *median*, *modus*, serta interval kepercayaan 95%. Pada uji kesukaan, tingkat penerimaan positif dihitung berdasarkan persentase panelis yang memberikan skor 4 dan 5.

Karena panelis yang sama menilai ketiga formula dan data diperoleh menggunakan skala ordinal, perbedaan antara ketiga formula dianalisis menggunakan uji Friedman pada taraf signifikansi 5%. Besarnya efek perlakuan ditentukan menggunakan koefisien Kendall's W.

Apabila uji Friedman menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan menggunakan uji Wilcoxon *signed-rank* untuk tiga perbandingan berpasangan, yaitu SDK-100 dengan SDK-75, SDK-100 dengan SDK-50, serta SDK-75 dengan SDK-50. Koreksi Bonferroni diterapkan sehingga batas signifikansi pada uji lanjut ditetapkan sebesar $p < 0,0167$. Formula terpilih secara keseluruhan ditentukan secara deskriptif berdasarkan frekuensi dan persentase panelis terbatas serta panelis konsumen yang memilih masing-masing formula.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Sensori Boba Sari Daun Kelor

Uji mutu sensori dilakukan oleh 10 panelis terbatas terhadap tiga formula boba dengan konsentrasi sari daun kelor 100, 75, dan 50%. Atribut yang dinilai meliputi warna, aroma daun kelor, rasa daun kelor, kekenyalan, *aftertaste*, dan keseragaman bentuk. Hasil penilaian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Mutu Sensori Boba pada Berbagai Konsentrasi Sari Daun Kelor

Atribut	SDK-100	SDK-75	SDK-50	p	Kendall's W
Warna	3,40 ± 1,65	2,90 ± 1,20	2,70 ± 0,67	0,179	0,172
Aroma daun kelor	3,00 ± 1,33	3,40 ± 0,84	3,70 ± 0,95	0,099	0,231
Rasa daun kelor	3,50 ± 1,08	3,40 ± 1,17	4,00 ± 1,15	0,303	0,119
Kekenyalan	3,80 ± 0,63	3,80 ± 0,63	3,10 ± 0,99	0,034	0,337
<i>Aftertaste</i>	3,70 ± 0,95	3,70 ± 0,95	3,50 ± 1,18	0,779	0,025
Keseragaman bentuk	3,70 ± 0,67	3,60 ± 0,84	3,30 ± 0,67	0,174	0,175

Keterangan: Data disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi, n=10. Nilai p diperoleh dari uji Friedman. Pada aroma, rasa, dan aftertaste, skor yang semakin tinggi menunjukkan intensitas karakter daun kelor yang semakin lemah. Skor warna menunjukkan kategori warna dan bukan tingkat kesukaan.

SDK-100 memperoleh skor warna tertinggi sebesar 3,40, sedangkan SDK-75 dan SDK-50 masing-masing memperoleh skor 2,90 dan 2,70. Secara deskriptif, peningkatan proporsi sari daun kelor menghasilkan warna hijau yang lebih kuat. Namun, perbedaan warna antara ketiga formula tidak signifikan secara statistik ($p=0,179$). Variasi penilaian warna pada SDK-100 juga relatif tinggi, sebagaimana ditunjukkan oleh standar deviasi sebesar 1,65. Hal tersebut menunjukkan bahwa panelis belum sepenuhnya seragam dalam mengkategorikan warna boba.

Peningkatan intensitas warna hijau sejalan dengan semakin banyaknya komponen daun kelor yang masuk ke dalam adonan. Penelitian pada berbagai matriks pangan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kelor umumnya menghasilkan warna hijau yang lebih gelap dan dapat mengubah penampilan produk secara nyata. Perubahan warna tersebut tidak selalu bersifat negatif, tetapi penerimaannya bergantung pada jenis produk dan ekspektasi konsumen terhadap warna produk tersebut (Govender and Siwela, 2020; Simonato et al., 2021; Ferreira et al., 2023; Trigo et al., 2023). Intensifikasi warna hijau tersebut berkaitan dengan tingginya kandungan pigmen klorofil dan karotenoid pada daun kelor (Natasasmita et al., 2023), sehingga semakin besar proporsi sari daun kelor dalam fase cair, semakin banyak pigmen yang terbawa ke dalam adonan dan semakin pekat warna hijau yang terbentuk pada boba matang.

Pada atribut aroma, SDK-50 memperoleh skor tertinggi sebesar 3,70, diikuti SDK-75 sebesar 3,40 dan SDK-100 sebesar 3,00. Karena skor yang lebih tinggi menunjukkan aroma kelor yang semakin lemah, hasil tersebut memperlihatkan kecenderungan bahwa pengurangan konsentrasi sari daun kelor dapat mengurangi intensitas aroma khas kelor. Meskipun demikian, perbedaannya belum signifikan ($p=0,099$). Nilai Kendall's W sebesar 0,231 menunjukkan bahwa konsentrasi sari daun kelor memberikan kecenderungan efek yang lebih besar terhadap aroma dibandingkan warna, rasa, *aftertaste*, dan keseragaman bentuk, tetapi jumlah panelis belum cukup untuk menunjukkan perbedaan yang nyata. Aroma langu dan herbal pada daun kelor umumnya berasal dari senyawa volatil seperti aldehida dan senyawa fenolik yang terbawa ke dalam sari daun kelor (Hawa et al., 2024). Semakin tinggi proporsi sari daun kelor dalam

fase cair, semakin besar pula jumlah senyawa volatil tersebut sehingga intensitas aroma khas kelor cenderung meningkat, meskipun proses *blanching* pada tahap pembuatan sari diduga turut mengurangi sebagian intensitasnya.

Kecenderungan serupa ditemukan pada rasa daun kelor. SDK-50 memperoleh skor tertinggi sebesar 4,00 atau berada pada kategori kurang terasa, sedangkan SDK-100 dan SDK-75 masing-masing memperoleh skor 3,50 dan 3,40. Hasil ini menunjukkan bahwa SDK-50 memiliki rasa khas daun kelor yang lebih ringan. Aroma herbal dan rasa khas kelor merupakan salah satu faktor pembatas pada produk yang diperkaya daun kelor. Peningkatan proporsi kelor dilaporkan dapat menurunkan kesukaan terhadap aroma dan rasa apabila tidak diimbangi oleh komponen lain dalam matriks pangan (Olusanya et al., 2020; Milla et al., 2021; Rodrigues et al., 2023). Rasa pahit dan sepat yang khas pada daun kelor secara mekanistik berkaitan dengan kandungan senyawa fenolik dan tanin, yang berinteraksi dengan reseptor rasa serta protein saliva (Rosyidah, 2016). Semakin besar proporsi sari daun kelor, semakin tinggi pula konsentrasi senyawa tersebut dalam adonan sehingga intensitas rasa khas kelor cenderung lebih kuat dirasakan pada formula dengan proporsi sari yang lebih tinggi.

Penelitian terdahulu juga melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi daun kelor dapat memperkuat warna, aroma herbal, rasa pahit, dan rasa sepat sehingga konsentrasi bahan perlu diatur agar manfaat penambahannya tidak diikuti penurunan mutu sensori. Pada minuman *mahewu*, peningkatan konsentrasi bubuk kelor terutama memengaruhi penerimaan warna dan aroma, sedangkan pada produk roti peningkatan konsentrasi kelor menurunkan penerimaan terhadap beberapa atribut sensori (Olusanya et al., 2020; Govender and Siwela, 2020).

Kekenyalan merupakan satu-satunya atribut mutu sensori yang berbeda signifikan di antara ketiga formula ($p=0,034$). SDK-100 dan SDK-75 memperoleh skor yang sama, yaitu 3,80, dan cenderung berada pada kategori kenyal. SDK-50 memiliki skor lebih rendah sebesar 3,10 atau mendekati kategori cukup kenyal. Nilai Kendall's W sebesar 0,337 menunjukkan ukuran efek sedang sehingga perubahan perbandingan sari daun kelor dan air memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap karakter kekenyalan boba.

SDK-50 mengandung air mineral lebih banyak dan sari daun kelor lebih sedikit dibandingkan kedua formula lainnya. Walaupun jumlah fase cair dibuat sama, penggantian sari daun kelor dengan air diduga mengurangi jumlah padatan terlarut dan tersuspensi dalam adonan serta mengubah interaksi antara cairan dan pati tapioka. Kondisi tersebut dapat memengaruhi gelatinisasi pati dan pembentukan struktur gel. Karakteristik tekstur *tapioca pearl* ditentukan oleh komposisi pati, proporsi cairan, suhu, serta lama pemasakan, sehingga perubahan formulasi dan proses dapat menghasilkan perbedaan elastisitas maupun kekenyalan produk (Zhu et al., 2024). Penambahan bahan kaya serat dan komponen padatan, termasuk daun kelor, dapat mengubah kemampuan matriks pangan dalam mengikat air dan membentuk struktur, sehingga memengaruhi kekerasan, elastisitas, dan karakter tekstur produk (Simonato et al., 2021; Ferreira et al., 2023).

Uji lanjut Wilcoxon dengan koreksi Bonferroni tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada masing-masing pasangan formula. Hasil ini dapat terjadi karena uji Friedman mendeteksi perbedaan keseluruhan pada ketiga perlakuan, sedangkan jumlah panelis yang terbatas menyebabkan kekuatan statistik pada perbandingan berpasangan menjadi lebih rendah. Oleh karena itu, hasil kekenyalan perlu dibaca sebagai perbedaan umum antara ketiga formula, dengan kecenderungan utama berupa penurunan kekenyalan pada formula 50%.

Skor *aftertaste* ketiga formula relatif berdekatan, yaitu 3,70 pada SDK-100 dan SDK-75 serta 3,50 pada SDK-50. Perbedaannya tidak signifikan ($p=0,779$) dan memiliki ukuran efek sangat kecil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengurangan konsentrasi sari daun kelor tidak secara langsung menghasilkan penurunan *aftertaste*. Penggunaan vanili serta proses *blanching* kemungkinan turut mengurangi karakter sisa rasa daun kelor, tetapi pengaruh masing-masing proses tersebut tidak diuji secara terpisah dalam penelitian ini. *Aftertaste* yang tertinggal setelah

boba dikonsumsi diduga berkaitan dengan interaksi senyawa fenolik daun kelor dengan protein saliva, yang membentuk kompleks dan menimbulkan sensasi residu pahit atau sepat pada rongga mulut setelah produk ditelan (Utari, 2023).

Pada keseragaman bentuk, SDK-100 memperoleh nilai tertinggi sebesar 3,70, diikuti SDK-75 sebesar 3,60 dan SDK-50 sebesar 3,30. Meskipun tidak berbeda signifikan ($p=0,174$), terdapat kecenderungan bahwa formula dengan proporsi air mineral lebih tinggi memiliki bentuk yang kurang seragam. Adonan SDK-50 yang lebih lunak atau lengket diduga lebih sulit dibentuk secara konsisten. Namun, dugaan ini masih perlu dikonfirmasi melalui pengukuran kadar air, sifat reologi adonan, diameter boba, atau analisis tekstur secara instrumental.

Karakteristik Panelis Konsumen

Panelis konsumen sebanyak 100 orang berpartisipasi dalam uji kesukaan dengan rentang usia 10–65 tahun, terdiri atas 57 perempuan dan 43 laki-laki. Sebagian besar panelis berada pada kelompok usia 19–59 tahun, yaitu 73%, diikuti usia 10–18 tahun sebesar 25%, dan usia 60 tahun ke atas sebesar 2%.

Distribusi ini menunjukkan bahwa hasil uji kesukaan terutama merepresentasikan konsumen dewasa. Jumlah panelis lanjut usia terlalu kecil untuk digunakan dalam perbandingan tingkat kesukaan berdasarkan kelompok usia. Oleh karena itu, karakteristik usia hanya disajikan secara deskriptif dan tidak digunakan sebagai dasar generalisasi preferensi masing-masing kelompok.

Tingkat Kesukaan Konsumen

Hasil penilaian uji kesukaan dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik aroma, warna, rasa, tekstur dan kekenyalan boba, *aftertaste*, serta kecocokan boba saat disajikan bersama minuman *buko pandan* disajikan pada Tabel 4. Nilai dalam tanda kurung menunjukkan persentase panelis yang memberikan skor suka dan sangat suka.

Tabel 4. Tingkat Kesukaan Konsumen terhadap Boba Sari Daun Kelor

Atribut	SDK-100	SDK-75	SDK-50	p	Kendall's W
Aroma	3,97 ± 0,77 (75%)	4,11 ± 0,79 (80%)	4,03 ± 0,88 (78%)	0,269	0,013
Warna	4,02 ± 0,77 (78%)	4,05 ± 0,74 (77%)	3,96 ± 0,85 (72%)	0,557	0,006
Rasa	4,01 ± 0,84 (74%)	4,15 ± 0,83 (80%)	4,09 ± 0,93 (81%)	0,181	0,017
Tekstur boba	3,91 ± 0,84 (75%)	3,94 ± 0,81 (76%)	3,86 ± 0,92 (70%)	0,698	0,004
Kekenyalan	3,78 ± 0,91 (70%)	3,94 ± 0,87 (73%)	3,96 ± 0,94 (70%)	0,356	0,010
<i>Aftertaste</i>	3,84 ± 0,80 (67%)	3,88 ± 0,74 (70%)	3,89 ± 0,89 (69%)	0,775	0,003
Kesesuaian minuman	4,21 ± 0,78 (82%)	4,25 ± 0,73 (83%)	4,10 ± 0,85 (78%)	0,263	0,013

Keterangan: Data disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi; angka dalam kurung menunjukkan persentase penerimaan positif atau panelis yang memberikan skor 4–5, $n=100$. Nilai p diperoleh dari uji Friedman.

Seluruh nilai rata-rata tingkat kesukaan berada pada rentang 3,78–4,25, sehingga ketiga formula secara umum termasuk kategori suka. SDK-75 memperoleh nilai rata-rata tertinggi pada lima atribut, yaitu aroma, warna, rasa, tekstur boba, dan kesesuaian dengan minuman. SDK-50 memperoleh nilai rata-rata tertinggi pada kekenyalan dan *aftertaste*. Meskipun demikian, uji Friedman menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan tingkat kesukaan yang signifikan pada seluruh atribut ($p>0,05$).

Nilai Kendall's W pada seluruh atribut berada pada rentang 0,003–0,017, yang menunjukkan ukuran efek sangat kecil. Dengan demikian, variasi konsentrasi sari daun kelor

dari 50 hingga 100% tidak menghasilkan perubahan tingkat kesukaan yang cukup besar bagi konsumen ketika boba disajikan bersama minuman *buko pandan*. Pada atribut aroma, SDK-75 memiliki rata-rata aroma tertinggi secara deskriptif, tetapi uji *Friedman* menunjukkan bahwa ketiga formulasi diterima secara serupa oleh konsumen. Oleh karena itu, perbedaan nilai rata-rata lebih menggambarkan kecenderungan preferensi dibandingkan bukti adanya keunggulan secara signifikan. Pola tersebut sejalan dengan hasil panelis terbatas yang menunjukkan bahwa aroma kelor lebih mudah terdeteksi pada konsentrasi tertinggi.

Nilai rata-rata pada aspek rasa menunjukkan bahwa SDK-75 memiliki nilai sedikit lebih tinggi daripada formula lainnya. Hal ini menunjukkan adanya preferensi terhadap formula tersebut. Namun, karena tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik, temuan ini diinterpretasikan sebagai variasi preferensi konsumen yang masih berada dalam rentang penerimaan yang sama. Hasil ini sejalan dengan berbagai pengembangan produk kelor yang menunjukkan bahwa formula dengan jumlah kelor menengah sering memberikan keseimbangan lebih baik antara peningkatan nilai tambah dan penerimaan sensori dibandingkan formula dengan penambahan tertinggi (Oyeyinka and Oyeyinka, 2018; Milla et al., 2021; Ferreira et al., 2023).

Hasil tersebut memperlihatkan pentingnya tidak hanya menggunakan nilai rata-rata dalam menilai produk. Distribusi skor dan konsistensi respons juga perlu diperhatikan. SDK-50 memiliki standar deviasi rasa yang lebih besar dibandingkan SDK-75, yang menunjukkan pendapat panelis terhadap SDK-50 lebih beragam.

Pada tekstur boba, SDK-75 memperoleh nilai tertinggi sebesar 3,94 dan tingkat penerimaan sebesar 76%. SDK-50 memperoleh nilai terendah sebesar 3,86 serta persentase penerimaan sebesar 70%. Hasil ini konsisten dengan penilaian panelis terbatas yang menunjukkan bahwa SDK-50 memiliki karakter kekenyalan lebih rendah. Akan tetapi, perbedaan karakteristik tersebut tidak menghasilkan perbedaan kesukaan konsumen yang signifikan.

Temuan tersebut menunjukkan perbedaan fungsi antara uji mutu sensori dan uji kesukaan. Panelis terbatas menilai intensitas atau karakteristik produk sehingga dapat mendeteksi perubahan kekenyalan, sedangkan panelis konsumen menilai apakah karakter tersebut disukai. Dengan demikian, perubahan karakteristik produk tidak selalu diikuti perubahan tingkat kesukaan. Formula yang dinilai kurang kenyal oleh panelis terbatas tetap dapat diterima oleh konsumen yang memiliki preferensi tekstur berbeda-beda.

SDK-50 memperoleh rata-rata kekenyalan tertinggi sebesar 3,96, tetapi tingkat penerimaan positifnya hanya 70%, lebih rendah daripada SDK-75 sebesar 73%. Standar deviasi SDK-50 juga paling tinggi, yaitu 0,94. Hal ini menunjukkan adanya respons yang lebih terpolarisasi: sebagian panelis sangat menyukai kekenyalan formula 50%, sedangkan sebagian lainnya memberikan skor lebih rendah. SDK-75 menunjukkan penerimaan yang lebih konsisten sehingga lebih mencerminkan titik keseimbangan antara karakter kenyal dan kemudahan dikunyah.

Atribut kesesuaian dengan minuman memperoleh skor tertinggi dibandingkan atribut lainnya. SDK-75 memperoleh nilai 4,25 dengan tingkat penerimaan sebesar 83%, diikuti SDK-100 sebesar 4,21 dan SDK-50 sebesar 4,10. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga formula dapat dipadukan dengan minuman *buko pandan*, terutama SDK-75.

Komponen susu, santan, dan pandan dalam minuman diduga membantu membentuk rasa yang manis dan *creamy* serta mengurangi dominasi aroma maupun rasa khas kelor. Efek tersebut belum diuji melalui perbandingan boba yang dikonsumsi tanpa minuman, sehingga penjelasan ini harus dipandang sebagai interpretasi berdasarkan formulasi produk. Studi pada produk lain menunjukkan bahwa matriks pangan dan bahan pendamping dapat memengaruhi penerimaan kelor; konsentrasi yang dapat diterima tidak hanya ditentukan oleh jumlah kelor, tetapi juga oleh karakter rasa, aroma, warna, dan tekstur produk pembawanya (Olusanya et al., 2020; Trigo et al., 2023).

Penentuan Formula Terpilih

Penentuan formula terpilih dilakukan dengan mempertimbangkan hasil mutu sensori, rata-rata agregat tingkat kesukaan, dan pilihan keseluruhan panelis. Hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Keseluruhan terhadap Formula Boba Sari Daun Kelor

Formula	Rata-rata agregat kesukaan	Pilihan panelis terbatas, n (%)	Pilihan konsumen, n (%)
100%	3,96	1 (10%)	32 (32%)
75%	4,05	6 (60%)	35 (35%)
50%	3,98	3 (30%)	33 (33%)

SDK-75 memperoleh rata-rata agregat kesukaan tertinggi sebesar 4,05 dan dipilih oleh 60% panelis terbatas sebagai formula dengan mutu sensori terbaik secara keseluruhan. Formula ini juga memperoleh pilihan konsumen tertinggi, yaitu 35%, meskipun selisihnya hanya dua hingga tiga panelis dari kedua formula lainnya.

Uji *chi-square goodness-of-fit* terhadap pilihan konsumen menunjukkan bahwa proporsi pilihan ketiga formula tidak berbeda signifikan ($\chi^2=0,140$; $p=0,932$). Artinya, pilihan konsumen secara keseluruhan relatif berimbang. SDK-75 tidak dapat dinyatakan lebih disukai secara statistik, tetapi dapat ditetapkan sebagai formula kandidat berdasarkan kombinasi beberapa pertimbangan, yaitu nilai rata-rata agregat tertinggi, penerimaan yang relatif konsisten, kekenyalan yang baik menurut panelis terbatas, dan pilihan mayoritas panelis terbatas.

SDK-100 menghasilkan warna lebih kuat dan bentuk lebih seragam, tetapi aroma dan rasa daun kelornya cenderung lebih terdeteksi. SDK-50 menghasilkan aroma dan rasa kelor lebih ringan, tetapi menunjukkan penurunan mutu kekenyalan menurut panelis terbatas serta respons konsumen yang lebih beragam. SDK-75 berada di antara kedua kondisi tersebut sehingga secara deskriptif memberikan kompromi terbaik antara intensitas karakter kelor, tekstur boba, dan penerimaan saat diaplikasikan pada minuman, meskipun perbedaan tersebut tidak didukung oleh perbedaan statistik yang signifikan antara formula. Berdasarkan hasil tersebut, SDK-75 dapat menjadi kandidat formulasi yang menunjukkan keseimbangan karakteristik sensori dengan tingkat kesukaan kategori “suka” saat diaplikasikan pada minuman *buko pandan*.

Ditinjau dari aspek praktis, penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan sari daun kelor sebagai fase cair dalam formulasi boba memungkinkan pengembangan minuman berbahan lokal yang tetap memiliki tingkat penerimaan konsumen yang baik. Meskipun demikian, karena penelitian ini hanya mengevaluasi aspek sensori, klaim mengenai manfaat fungsional produk belum dapat diberikan. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi kandungan senyawa bioaktif, aktivitas antioksidan, karakteristik fisikokimia, serta stabilitas penyimpanan sehingga potensi pengembangan produk dapat dipahami secara lebih komprehensif.

SIMPULAN

Perbedaan tingkat penggunaan sari daun kelor pada formulasi boba menghasilkan variasi pada karakteristik mutu sensori, meliputi intensitas warna, aroma dan rasa khas kelor, kekenyalan, aftertaste, serta keseragaman bentuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi sari daun kelor hanya memberikan perbedaan signifikan pada atribut kekenyalan, sedangkan atribut lainnya tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan formula lebih tampak pada kecenderungan karakteristik sensori secara deskriptif, bukan pada seluruh atribut secara statistik.

Pada uji tingkat kesukaan konsumen, seluruh formula berada dalam kategori disukai dan tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan. Secara deskriptif, SDK-75 dapat dipertimbangkan sebagai kandidat formula paling seimbang karena menunjukkan kombinasi

yang baik antara mutu sensori, tingkat kesukaan, dan kesesuaian dengan minuman *buko pandan*. Namun, karena komposisi kandungan produk belum dianalisis dalam penelitian ini, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji komposisi kimia, aktivitas bioaktif, stabilitas, dan masa simpan produk agar potensi fungsional boba sari daun kelor dapat dibuktikan secara lebih komprehensif.

PERNYATAAN

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik finansial, pribadi, profesional, maupun hubungan lainnya yang dapat memengaruhi penelitian, kepenulisan, atau publikasi artikel ini.

Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, lembaga swasta, organisasi, maupun sumber pendanaan lainnya. Penelitian dilaksanakan secara mandiri oleh penulis.

Penggunaan AI Generatif

Dalam proses penyusunan manuskrip, penulis menggunakan alat generative artificial intelligence (AI) secara terbatas untuk membantu penyuntingan bahasa, perbaikan tata bahasa, penerjemahan, dan penyempurnaan struktur kalimat. AI tidak digunakan untuk menghasilkan, memanipulasi, atau menginterpretasikan data penelitian maupun untuk menggantikan proses analisis dan pengambilan keputusan ilmiah oleh penulis. Seluruh keluaran yang dihasilkan dengan bantuan AI telah diperiksa dan diverifikasi oleh penulis. Penulis tetap bertanggung jawab sepenuhnya atas keakuratan, orisinalitas, integritas, serta kepatuhan etis seluruh isi manuskrip.

REFERENSI

- Angelina, C., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2021). Peningkatan nilai gizi produk pangan dengan penambahan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Agroteknologi*, 15(01), 79. URL <https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i01.22089>.
- Ariani, L.N., Estiasih, T., Sunarharum, W.B., Khatib, A. (2023). Potential of moringa (*Moringa oleifera*) leaf powder for functional food ingredients: A review. *Czech Journal of Food Sciences* 41(1), 8–20. URL <https://doi.org/10.17221/221/2022-CJFS>.
- Ferreira, T., Gomes, S.M., Santos, L. (2023). Elevating cereal-based nutrition: *Moringa oleifera* supplemented bread and biscuits. *Antioxidants* 12(12), 2069. URL <https://doi.org/10.3390/antiox12122069>.
- Gomes, O.J.S., Leitão, A., Gaspar, M.C., Vitorino, C., Sousa, J.J.S., de Sousa, H.C., Braga, M.E.M., Gando-Ferreira, L.M. (2024). Fortified chocolate mousse with powder and extract from *Moringa oleifera* leaves for nutritional value improvement. *Food Chemistry* 441, 138338. URL <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138338>.
- Gomes, S.M., Leitão, A., Alves, A., Santos, L. (2023). Incorporation of *Moringa oleifera* leaf extract in yoghurts to mitigate children's malnutrition in developing countries. *Molecules* 28(6), 2526. URL <https://doi.org/10.3390/molecules28062526>.

- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., Kumar, D.S. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness* 5(2), 49–56. URL <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>.
- Govender, L., Siwela, M. (2020). The effect of *Moringa oleifera* leaf powder on the physical quality, nutritional composition and consumer acceptability of white and brown breads. *Foods* 9(12), 1910. URL <https://doi.org/10.3390/foods9121910>.
- Grosshagauer, S., Pirkwieser, P., Kraemer, K., Somoza, V. (2021). The future of moringa foods: A food chemistry perspective. *Frontiers in Nutrition* 8, 751076. URL <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.751076>.
- Hawa, C. T., Saragih, B., & Marwati. (2024). Pengaruh Penambahan Tepung Sagu Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Boba. *Jurnal of Tropical AgriFood*, 6(1), 1-8. URL <http://dx.doi.org/10.35941/jtaf.6.1.2024.9198.1-8>
- Hodas, F., Zorzenon, M.R.T., Milani, P.G. (2021). *Moringa oleifera* potential as a functional food and a natural food additive: A biochemical approach. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 93(Suppl. 4), e20210571. URL <https://doi.org/10.1590/0001-376520210210571>.
- Kashyap, P., Kumar, S., Riar, C.S., Jindal, N., Baniwal, P., Guiné, R.P.F., Correia, P.M.R., Mehra, R., Kumar, H. (2022). Recent advances in drumstick (*Moringa oleifera*) leaves bioactive compounds: Composition, health benefits, bioaccessibility, and dietary applications. *Antioxidants* 11(2), 402. URL <https://doi.org/10.3390/antiox11020402>.
- Milla, P.G., Peñalver, R., Nieto, G. (2021). Health benefits of uses and applications of *Moringa oleifera* in bakery products. *Plants* 10(2), 318. URL <https://doi.org/10.3390/plants10020318>.
- Min, J.E., Green, D.B., Kim, L. (2017). Calories and sugars in boba milk tea: Implications for obesity risk in Asian Pacific Islanders. *Food Science & Nutrition* 5(1), 38–45. URL <https://doi.org/10.1002/fsn3.362>.
- Natasasmita, A. M., Saragih, B., & Yuliani. (2023). Pengaruh Substitusi Mocaf Terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Boba. *Journal of Tropical AgriFood*, 5(1), 35–42. URL <http://dx.doi.org/10.35941/jtaf.5.1.2023.9109.35-42>.
- Olusanya, R.N., Kolanisi, U., van Onselen, A., Ngobese, N.Z., Siwela, M. (2020). Nutritional composition and consumer acceptability of *Moringa oleifera* leaf powder-supplemented mahewu. *South African Journal of Botany* 129, 175–180. URL <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.022>
- Oyeyinka, A.T., Oyeyinka, S.A. (2018). *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17(2), 127–136. URL <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>
- Peñalver, R., Martínez-Zamora, L., Lorenzo, J.M., Ros, G., Nieto, G. (2022). Nutritional and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaves in functional foods. *Foods* 11(8), 1107. URL <https://doi.org/10.3390/foods11081107>
- Rodrigues, J.F., Soares, C., Moreira, M.M., Ramalhosa, M.J., Duarte, N.F., Delerue-Matos, C., Grosso, C. (2023). *Moringa oleifera* Lam. commercial beverages: A multifaceted investigation of consumer perceptions, sensory analysis, and bioactive properties. *Foods* 12(11), 2253. <https://doi.org/10.3390/foods12112253>

- Rosyidah, A.Z. 2016. Studi tentang tingkat kesukaan responden terhadap penganeekaragaman lauk pauk dari daun kelor (*Moringa oleivera*). *Jurnal Tata Boga*. 5(1), 17-22. URL <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/article/view/13427>.
- Roni, R.A., Sani, M.N.H., Munira, S., Wazed, M.A., Siddiquee, S. (2021). Nutritional composition and sensory evaluation of cake fortified with *Moringa oleifera* leaf powder and ripe banana flour. *Applied Sciences* 11(18), 8474. URL <https://doi.org/10.3390/app11188474>
- Simonato, B., Tolve, R., Rainero, G., Rizzi, C., Segal, D., Rocchetti, G., Lucini, L., Giuberti, G. (2021). Technological, nutritional, and sensory properties of durum wheat fresh pasta fortified with *Moringa oleifera* L. leaf powder. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101(5), 1920–1925. URL <https://doi.org/10.1002/jsfa.10807>
- Trigo, C., Castelló, M.L., Ortolá, M.D. (2023). Potentiality of *Moringa oleifera* as a nutritive ingredient in different food matrices. *Plant Foods for Human Nutrition* 78(1), 25–37. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01023-9>
- Utari, A. C. A. (2023). Analisis Kualitas Boba (*Tapioca Pearl*) Daun Katuk (*Sauropus Androgynus*) dan Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) Sebagai Alternatif Selingan Kaya Protein Dan Zat Besi Bagi Remaja Anemia. *Jurnal Gizi Dan Dietetik*, 2(1), 38–45. URL <https://doi.org/10.34011/jgd.v2i1.1305>.
- Veronica, M.T., Ilmi, I.M.B., Octaria, Y.C. (2022). Kandungan gula sangat tinggi dalam minuman teh susu dengan *topping* boba. *Amerta Nutrition* 6(1SP), 171–176. URL <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1SP.2022.171-176>
- Zhu, J., Li, J., Wu, H., Zhu, Y., Dong, J., Huang, R., Shen, R. (2024). Processing of whole kernel tapioca pearl and milk tea BOBA of fresh highland barley: Optimization of processing parameters and quality evaluation. *Foods* 13(6), 927. URL <https://doi.org/10.3390/foods13060927>

BIOGRAFI PENULIS

Dewi Setiani merupakan akademisi Program Studi Seni Kuliner dan Pengelolaan Jasa Makanan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Minat penelitiannya meliputi pengembangan produk pangan, inovasi kuliner, pangan fungsional, dan pemanfaatan bahan pangan lokal. Email: dewisetiani692@gmail.com

Dwy Asih Nurfadilah merupakan akademisi Program Studi Seni Kuliner dan Pengelolaan Jasa Makanan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Minat penelitiannya meliputi daya terima konsumen, persepsi sensori, dan pengembangan produk kuliner berbasis pangan lokal. Email: dwyasihn@gmail.com

Efrina merupakan dosen Program Studi Seni Kuliner dan Pengelolaan Jasa Makanan, Universitas Negeri Jakarta. Bidang penelitian dan keahliannya meliputi diversifikasi pangan lokal, plant-based protein, teknologi minuman, sifat fisik pangan, dan jaminan halal. Email: efrina@unj.ac.id

Mahdiyah merupakan dosen Program Studi Seni Kuliner dan Pengelolaan Jasa Makanan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Bidang keahliannya meliputi ilmu bahan makanan, statistika, manajemen keuangan, pengawasan biaya, dan pengelolaan jasa makanan. Email: mahdiyah@unj.ac.id