

PROFIL SENSORI SARI KECAMBAH KEDELAI BERDASARKAN SEDIAAN BAHAN BAKU DAN PEMANIS MENGGUNAKAN METODE *CHECK-ALL-THAT-APPLY* (CATA)

Sensory Profile of Germinated Soy-Milk from Raw Material Preparation and Sweeteners using Check-All-That-Apply (CATA)

Christian Natanael, Hadi Munarko, Andre Yusuf Trisna Putra*

Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya 60294.

*)Penulis korespondensi: natan24ael12@gmail.com

Submisi 20.11.2025; Penerimaan 10.1.2026; Dipublikasikan 1.4.2026

ABSTRAK

Minat terhadap sari nabati terus meningkat, namun penerimaan terhadap sari kedelai masih terbatas akibat karakteristik sensorinya. Germinasi diketahui mampu menurunkan aktivitas lipoksigenase dan memodifikasi atribut sensori, namun pengaruh bentuk bahan baku dan penambahan pemanis terhadap persepsi konsumen belum banyak dikaji secara aplikatif. Penelitian ini menggunakan RAL dua faktor (basis kecambah segar dan tepung kecambah; tanpa dan dengan pemanis) dengan dua ulangan. Kecambah berumur 36 jam diolah menjadi minuman dan dievaluasi oleh 100 panelis tidak terlatih menggunakan metode *Check-All-That-Apply* (CATA) dan uji hedonik. Hasil menunjukkan bahwa formulasi berbasis kecambah segar berpemanis memiliki tingkat kesukaan tertinggi dan paling mendekati profil "produk ideal". Atribut manis, umami, *creamy*, *smoothness*, *aftertaste clean*, dan putih gading menjadi penentu utama preferensi, sedangkan langu, *green*, pahit, *astringency*, *starchy*, dan kekuningan menurunkan penerimaan. Formulasi berbasis tepung menghasilkan sensasi *starchy* dan *beany* yang hanya sebagian tertutupi oleh pemanis. Temuan ini merekomendasikan penggunaan kecambah segar dengan pemanis yang tepat, serta fokus formulasi pada penguatan atribut positif dan penekanan *off-flavor* untuk meningkatkan daya terima dan potensi komersial produk.

Kata kunci: sari kecambah kedelai, sediaan baku, pemanis, CATA, preferensi konsumen

ABSTRACT

Interest in plant-based milk continues to grow, yet the acceptance of soy milk remains limited due to its sensory characteristics. Germination has been shown to reduce lipoxigenase activity and modify sensory attributes, but the effects of raw material form and sweetener addition on consumer perception have not been widely explored in applied contexts. This study employed a two-factor randomized complete design (fresh sprout and sprout flour; with and without sweetener) with two replications. Soybean sprouts germinated for 36 hours were processed into beverages and evaluated by 100 untrained panelists using the Check-All-That-Apply (CATA) method and hedonic testing. Results showed that the sweetened fresh sprout formulation received the highest liking score and was closest to the "ideal product" profile. Attributes such as sweet, umami, creamy, smoothness, clean aftertaste, and ivory white appearance were key drivers of preference, while off-flavors, green, bitter, astringent, starchy, and yellowish color reduced acceptance. Formulations based on sprout flour tended to produce starchy and beany sensations that were only partially masked by sweeteners. These findings recommend the use of fresh sprouts with appropriate sweeteners, and emphasize formulation strategies that enhance positive attributes while suppressing off-flavor to improve consumer acceptance and commercial potential of sprouted soy milk products.

Keywords: germinated soy-milk, raw material, sweeteners, CATA, consumer preference

PENDAHULUAN

Permintaan minuman berbasis nabati mendorong konsumsi sari kedelai sebagai opsi bergizi dan berkelanjutan, terutama bagi penderita intoleransi laktosa (Grand View Research, 2023; Harlita et al., 2023). Selain protein, sari kedelai kaya isoflavon, peptida, dan asam lemak tak jenuh yang berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif, namun penerimaannya kerap terhambat rasa atau aroma langu (Moss et al., 2023; Olías et al., 2023). Germinasi diketahui menekan aktivitas lipoksigenase (LOX) penyebab aroma langu, memperbaiki profil sensorik, serta meningkatkan kandungan senyawa fungsional seperti polifenol, isoflavon, GABA, dan vitamin (Lu et al., 2023; Yang et al., 2025).

Germinasi kedelai dapat menginaktivasi enzim lipoksigenase (LOX) penyebab bau langu yang dapat memperbaiki profil rasa serta meningkatkan kandungan nutrisi (Lu et al., 2023). Germinasi efektif dapat menghilangkan bau langu, sedangkan durasi berlebih memicu rasa pahit dan off-flavor (Chen dan Chang, 2015; Yang et al., 2025). Sediaan bahan baku sari kecambah kedelai juga berpengaruh terhadap konsistensi dan mutu sensorik produk akhir, seperti sari kedelai berkecambah bentuk basah mengandung kadar air dan nutrisi yang tinggi sehingga kurang stabil, sedangkan bentuk tepung lebih tahan lama dan sensorinya lebih rendah (Rahman et al., 2016; Winarsi, 2018). Penelitian formulasi sari kedelai dengan pemanis menunjukkan konsentrasi gula 5-7% memberikan penerimaan tertinggi (Masdani dan Ariyanto, 2021). Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis pengaruh metode pengolahan terhadap atribut sensorik sari kecambah kedelai.

Check-All-That-Apply (CATA) merupakan metode sensorik yang cepat dan praktis untuk mengidentifikasi atribut produk berdasarkan persepsi konsumen, khususnya panelis awam, sehingga efektif menggambarkan karakteristik sensorik dan pola persepsi (McCain-Keefe et al., 2020). Metode CATA telah banyak diterapkan pada berbagai uji sensorik produk pangan (Hunaefi dan Marusiva, 2021; Saputra et al., 2023). Analisis data dilakukan dengan *Cochran's Q analysis*

untuk menguji perbedaan signifikan frekuensi atribut antar sampel, *Correspondence Analysis* (CA) untuk memetakan keterkaitan sampel dengan atribut termasuk "produk ideal", *Principal Coordinate Analysis* (PCoA) untuk memetakan hubungan atribut dengan preferensi, serta *Penalty Analysis* (PA) untuk mengelompokkan atribut sebagai pendorong atau penurun kesukaan (Hunaefi et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh sediaan bahan baku dan pemanis terhadap karakteristik sensorik sari kecambah kedelai melalui pendekatan CATA.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) varietas Anjasmoro yang diperoleh dari kabupaten Grobogan, larutan NaOCl yang didapatkan dari OneMed, serta air dan gula pasir (merk Rose Brand) yang diperoleh dari minimarket.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial 2x2. Faktor pertama adalah bentuk bahan baku (kecambah segar dan tepung kecambah), sedangkan faktor kedua adalah penggunaan pemanis (tanpa dan dengan pemanis). Pemanis yang ditambahkan adalah 7%.

Atribut sensorik (Tabel 1) ditentukan oleh panelis terlatih ditetapkan melalui screening pada *Focus Group Discussion* (FGD) dilanjutkan uji *Check-All-That-Apply* (CATA) oleh seratus panelis tidak terlatih beserta uji hedonik keseluruhan. Data CATA dianalisis menggunakan *Cochran's Q*, *Correspondence Analysis*, *Principal Coordinate Analysis*, dan *Penalty Analysis* dengan XLSTAT 2022.

Pemilihan Panelis Terlatih pada FGD

Screening panelis dilakukan melalui formulir daring kepada individu yang terbiasa mengonsumsi sari kedelai minimal dua kali per bulan. Dari seleksi, dipilih 10 panelis terlatih (5 laki-laki dan 5 perempuan) untuk memastikan keseimbangan perspektif sensorik berdasarkan fisiologis dan gender. Kandidat awal diverifikasi kembali mengenai kondisi kesehatan indra pengecap dan penciuman agar

hasil penilaian tetap objektif dan konsisten. Panelis terpilih kemudian mengikuti tiga sesi FGD untuk memahami karakteristik sensoris sari kecambah kedelai dan menetapkan atribut

sensori yang akan digunakan dalam evaluasi sensori melalui proses diskusi intensif guna menyamakan persepsi terhadap terminologi setiap atribut yang muncul pada produk.

Tabel 1. Atribut Sensori Hasil FGD Sari Kecambah Kedelai

Atribut	Deskripsi
Kenampakan	
Cerah	Warna putih dengan tingkat kecerahan tinggi.
Putih gading	Warna putih dengan sedikit nuansa krem.
Pucat	Warna putih yang pudar atau kurang intens.
Kekuningan	Warna dengan nuansa kuning pucat.
Rasa & Flavor	
Langu	Rasa dan aroma mirip rumput atau kacang mentah.
<i>Grassy</i>	Rasa segar mirip rumput hijau.
<i>Artificial</i>	Rasa sintesis menyerupai bahan kimia.
Pahit	Sensasi rasa pahit akibat senyawa seperti tanin.
Manis	Sensasi rasa manis yang terdeteksi di ujung lidah.
Asin	Sensasi rasa asin akibat garam atau mineral.
Umami	Sensasi rasa gurih akibat senyawa seperti glutamat.
Kacang	Rasa khas kacang-kacangan.
Asam	Sensasi rasa asam yang tajam di lidah.
<i>Starchy</i>	Sensasi rasa mirip pati atau tepung mentah.
Aroma	
Langu	Aroma mirip rumput atau kacang mentah.
<i>Green</i>	Aroma segar mirip daun atau tanaman hijau.
Kacang	Aroma khas kacang mentah.
<i>Grassy</i>	Aroma segar mirip rumput hijau.
Tekstur & Mouthfeel	
<i>Watery</i>	Tekstur cair atau encer seperti air.
<i>Smoothness</i>	Tekstur lembut dan tidak kasar di mulut.
<i>Creamy</i>	Tekstur halus dan kaya, menyerupai krim.
<i>Astringency</i>	Sensasi kering atau kesat di mulut akibat tanin atau protein.
<i>Coating</i>	Lapisan tipis yang melapisi lidah atau mulut.
<i>Thickness</i>	Tingkat kekentalan atau ketebalan cairan di mulut.
<i>Oily</i>	Tekstur licin atau berminyak di mulut atau tenggorokan.
Aftertaste	
Langu	Aroma sisa mirip rumput atau kacang mentah.
Pahit	Sensasi pahit yang tertinggal di lidah atau langit-langit mulut.
<i>Starchy</i>	Rasa sisa mirip pati atau tepung.
<i>Clean</i>	Tidak ada rasa atau aroma sisa yang tertinggal.

Prosedur Penelitian

Perkecambahan Kedelai

Sebanyak 125 g biji kedelai disortir untuk memisahkan biji rusak, kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan debu. Kedelai disterilkan menggunakan larutan NaOCl 0,1% (b/v) sebanyak 500 mL untuk mengurangi kontaminasi mikroorganisme patogen, lalu dicuci kembali untuk menghilangkan sisa larutan sterilisasi. Selanjutnya, kedelai direndam dalam air dengan rasio 1:4 (w/v) selama 1 jam pada suhu 40°C untuk

melunakkan kulit biji, kemudian ditiriskan. Proses germinasi dilakukan dengan meletakkan kedelai dalam tray perkecambahan dan dimasukkan ke dalam wadah pada suhu ruang selama 36 jam. Kecambah yang dihasilkan digunakan untuk tahap pengolahan berikutnya.

Penepungan Kecambah Kedelai

Kecambah kedelai diblansir menggunakan air panas bersuhu 80°C selama 10 menit dengan rasio kecambah:air sebesar 1:2 (w/v) untuk menginaktivasi enzim dan menjaga kualitas produk. Setelah proses

blansir, kecambah dikeringkan dalam oven elektrik pada suhu 60°C selama 6 jam. Kecambah kering kemudian digiling dengan grinder otomatis selama 1 menit hingga menjadi tepung dengan ukuran partikel seragam. Tepung yang dihasilkan siap digunakan untuk tahap pengolahan berikutnya atau disimpan dalam wadah kedap udara.

Pembuatan Sari Kecambah Kedelai

Sari kedelai dari kecambah segar dibuat dengan memblansir kecambah segar pada 80°C selama 10 menit (rasio 1:2 w/v), kemudian digiling selama 5 menit dengan air 1:8 (w/v), lalu disaring 200 mesh.

Sari kedelai dari tepung kecambah kedelai dibuat dengan melarutkan tepung kecambah dalam air 1:8 (w/v) hingga homogen, direbus 100°C 10 menit untuk pasteurisasi, kemudian disaring 200 mesh.

Gula pasir ditambahkan sebanyak 7% dari berat sari kecambah kedelai untuk setiap penggunaan pemanis dan tanpa penambahan gula untuk faktor tanpa pemanis.

Pelaksanaan Evaluasi Sensori

Pelaksanaan evaluasi sensori menggunakan metode *Check-All-That-Apply* (CATA) dengan 100 panelis tidak terlatih, mengacu pada prosedur berbasis konsumen (Tiepo et al., 2020). Panelis diminta mencentang atribut yang dirasakan dari daftar yang ditetapkan peneliti serta memberi skor kesukaan (hedonik) dengan skala 1–6 (sangat tidak suka–sangat suka). Pengujian dilakukan di area kampus untuk mengevaluasi atribut sensori produk berdasarkan persepsi panelis. Panelis menerima sampel sari kecambah kedelai dingin (30 mL tiap sampel) dan mencentang atribut sensori dari daftar hasil FGD sesuai karakteristik yang dirasakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Forum Group Discussion (FGD)

Hasil FGD mengidentifikasi 29 atribut sensori relevan yang mencakup kenampakan (cerah, putih gading, pucat, kekuningan), rasa & flavor (langu, *grassy*, *artificial*, pahit, manis, asin, umami, kacang, asam, *starchy*), aroma (langu, green, kacang, *grassy*), tekstur & mouthfeel (*watery*, *smoothness*, *creamy*, *astringency*, *coating*, *thickness*, *oily*), serta *aftertaste* (langu, pahit, *starchy*, *clean*), yang

kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi sensori dan dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 2. Daftar ini kemudian menjadi acuan utama dalam evaluasi sensori, sekaligus membantu peneliti menangkap persepsi konsumen secara lebih utuh, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.

Karakteristik Hedonik

Pengujian hedonik dilakukan bursa-maan dengan uji CATA oleh 100 panelis tidak terlatih untuk memberikan penilaian kesukaan keseluruhan (*overall liking*) terhadap masing-masing sampel menggunakan skala hedonik 1–6 (1 = sangat tidak suka; 6 = sangat suka). Data kesukaan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui perbedaan signifikan antar formulasi sari kecambah kedelai.

Formula sari kedelai yang dibuat dengan kombinasi jenis bahan dan penggunaan pemanis berpengaruh nyata ($p < 0,0001$) terhadap penerimaan *overall liking*. Formula dari “kecambah kedelai + gula 7%” memperoleh penerimaan tertinggi (Tabel 2.), yang berpotensi sebagai kandidat utama produk berbasis kecambah kedelai.

Tabel 2. Perbedaan penerimaan *overall liking* dari sari kecambah kedelai yang dihasilkan dari empat formula

Kombinasi Perlakuan	Means of rank
Kecambah kedelai segar tanpa gula	169,27 ^C
Kecambah kedelai segar dengan gula 7%	281,45 ^A
Tepung kecambah kedelai tanpa gula	122,18 ^D
Tepung kecambah kedelai dengan gula 7%	229,09 ^B

Keterangan: Data (mean of rank) diperoleh dari 200 pengujian (skala likert 1-6, *sangat tidak suka* sampai *sangat suka*). Data dianalisis dengan Kruskal-Wallis ($p=0,0001$). Data yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (Uji Dunn, $p < 0,05$).

Karakteristik Mutu hedonik

Sebanyak 22 atribut sensori menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan ($p < 0,05$; Tabel 3), mencerminkan kemampuan panelis membedakan karakteristik produk. Perbedaan paling nyata terjadi pada atribut kenampakan, rasa, dan *aftertaste*,

sementara aroma dan tekstur menunjukkan variasi lebih kecil.

Kenampakan

Atribut kenampakan menunjukkan perbedaan sangat signifikan antara perlakuan

(Tabel 3), dengan tren kontras sari kecambah kedelai dari sediaan bahan baku. Formulasi B1C1 dan B1C2 dideskripsikan panelis sebagai cerah dan putih gading, sedangkan B2C1 dan B2C2 dicirikan dengan atribut kekuningan.

Tabel 3. Perbedaan karakteristik sensoris sari kedelai yang dibuat dengan empat metode yang berbeda (kombinasi antara jenis bahan dan penggunaan pemanis)

Atribut	Kombinasi Perlakuan			
	Kecambah kedelai segar tanpa gula (B1C1)	Kecambah kedelai segar dengan gula 7% (B1C2)	Tepung kecambah kedelai tanpa gula (B2C1)	Tepung kecambah kedelai dengan gula 7% pemanis (B2C2)
Kenampakan				
Cerah	0,540 ^C	0,340 ^B	0,120 ^A	0,130 ^A
Putih Gading	0,690 ^B	0,700 ^B	0,480 ^A	0,400 ^A
Pucat	0,180	0,160	0,110	0,140
Kekuningan	0,200 ^A	0,430 ^B	0,800 ^C	0,830 ^C
Rasa & Flavor				
Langu	0,360 ^{BC}	0,040 ^A	0,430 ^C	0,190 ^B
Grassy	0,240	0,120	0,240	0,150
Artificial	0,120 ^{AB}	0,160 ^B	0,080 ^{AB}	0,050 ^A
Pahit	0,310 ^B	0,060 ^A	0,280 ^B	0,030 ^A
Manis	0,160 ^A	0,870 ^B	0,100 ^A	0,810 ^B
Asin	0,100	0,100	0,120	0,090
Umami	0,170 ^A	0,340 ^B	0,220 ^{AB}	0,310 ^{AB}
Kacang	0,540	0,570	0,540	0,510
Asam	0,140	0,060	0,150	0,120
Starchy	0,450 ^B	0,230 ^A	0,580 ^B	0,480 ^B
Aroma				
AR Langu	0,250 ^{AB}	0,190 ^A	0,490 ^C	0,370 ^{BC}
Green	0,350	0,250	0,220	0,220
AR Kacang	0,730	0,800	0,670	0,780
AR Grassy	0,150	0,210	0,250	0,250
Tekstur & Mouthfeel				
Watery	0,830 ^C	0,600 ^B	0,470 ^B	0,280 ^A
Smoothness	0,170 ^{AB}	0,450 ^C	0,120 ^A	0,320 ^{BC}
Creamy	0,140 ^A	0,360 ^{BC}	0,240 ^B	0,520 ^C
Astringency	0,370 ^B	0,170 ^A	0,400 ^B	0,330 ^B
Coating	0,260	0,220	0,310	0,370
Thickness	0,090 ^A	0,250 ^B	0,360 ^{BC}	0,480 ^C
Oily	0,090	0,050	0,140	0,140
Aftertaste				
AT Langu	0,310 ^{AB}	0,220 ^A	0,400 ^B	0,260 ^{AB}
AT Pahit	0,360 ^B	0,070 ^A	0,280 ^B	0,100 ^A
AT Starchy	0,490 ^A	0,460 ^A	0,680 ^B	0,700 ^B
Clean	0,230 ^B	0,520 ^C	0,090 ^A	0,290 ^B

Keterangan: Data dianalisis dengan uji Cochran's ($p < 0,05$). Data pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (Uji McNemar, $p < 0,05$).

Perubahan warna ini mengindikasikan modifikasi kimia enzimatis selama pengeringan dan penggilingan, melibatkan aktivitas PPO yang mengoksidasi senyawa fenolik menjadi pigmen coklat, aktivasi

oksidoreduktase, serta reaksi Maillard antara gula pereduksi dan asam amino bebas (Ding et al., 2020; Harisha et al., 2023; Qi et al., 2025; Silano et al., 2017). Atribut pucat tidak berbeda signifikan (Tabel 3), menunjukkan

kestabilan persepsi antar perlakuan. Secara keseluruhan, sari kecambah dari kecambah kedelai segar mempertahankan rona cerah dan putih gading lebih baik dibandingkan sampel berbasis tepung kecambah kedelai yang mengalami pencoklatan intens.

Rasa & Flavor

Atribut rasa dan flavor menunjukkan perbedaan yang jelas antar perlakuan, dengan perbedaan utama pada atribut manis, pahit, langu, *grassy*, *artificial*, umami, dan *starchy* (Tabel 3). Rasa langu dan *grassy* paling kuat terdeteksi pada perlakuan tanpa pemanis, yaitu B1C1 dan terutama B2C1 (Tabel 5), yang dikaitkan dengan pembentukan *off-flavor* akibat hidrolisis dan oksidasi lipid oleh enzim lipase serta lipoksigenase yang menghasilkan senyawa volatil seperti heksanal (Kaur dan Ubeyitogullari, 2024; Lan et al., 2025). Atribut pahit juga lebih menonjol pada B2C1 karena proses penepungan yang berpotensi meningkatkan pembentukan peptida hidrofobik dari degradasi protein (Bertelsen et al., 2018). Sebaliknya, penambahan pemanis pada B1C2 dan B2C2 menurunkan persepsi langu, *grassy*, dan pahit melalui efek *masking* sensoris, namun menimbulkan kesan *artificial* yang lebih terasa pada B1C2 akibat interaksi intensitas manis tinggi (Vatansever et al., 2024). Atribut manis meningkat signifikan pada perlakuan dengan pemanis (B1C2 dan B2C2), disertai peningkatan umami yang diduga terbentuk dari reaksi Maillard (Tabel 5). Sementara itu, atribut *starchy* lebih tinggi pada B2C1 dan B2C2 dibanding B1C1 dan B1C2, sesuai karakter sari kecambah dari tepung kecambah kedelai yang meninggalkan sensasi bertepung akibat granula pati (Sethi et al., 2016; Silventoinen-Veijalainen et al., 2024). Secara keseluruhan, B1C2 menempatkan formulasi sari kecambah kedelai dengan profil rasa paling seimbang melalui perpaduan manis dan umami, sedangkan B2C1 berasosiasi kuat dengan langu, pahit, dan *starchy* khas tepung kecambah kedelai.

Aroma

Aroma langu dan *green* menunjukkan perbedaan paling signifikan antar perlakuan, sedangkan aroma kacang dan *grassy* cenderung konsisten (Tabel 3). Aroma langu lebih banyak dideskripsikan oleh panelis pada

B2C1 dan B2C2 (sari kecambah dari tepung kecambah kedelai), yang dikaitkan dengan peningkatan aktivitas lipase dan kerusakan struktur sel saat penggilingan yang mempercepat oksidasi lipid (Gulkirpik et al., 2021). Aroma *green* paling tinggi ditemukan pada B1C1 (sari kecambah kedelai segar tanpa pemanis), sedangkan B2C1 dan B2C2 memiliki intensitas lebih rendah akibat degradasi senyawa volatil selama pengeringan (Ren et al., 2024; Zeng et al., 2025). Aroma kacang tetap tinggi di semua sampel, terutama pada B1C2 dan B2C2 (Tabel 3). Temuan ini menunjukkan bahwa proses pengeringan pada tepung kecambah menekan komponen *green* namun memicu aktivitas oksidatif yang menjadi penyebab utama aroma langu.

Tekstur & Mouthfeel

Atribut tekstur dan *mouthfeel* menunjukkan perbedaan kontras antar perlakuan (Tabel 3). Formulasi dari kecambah kedelai segar (B1C1 dan B1C2) memiliki karakter *watery* yang lebih tinggi, sedangkan formulasi dari tepung kecambah kedelai (B2C1 dan B2C2) secara signifikan lebih kental. Peningkatan kekentalan pada B2C2 mencerminkan kapasitas penyerapan air yang tinggi akibat gelatinisasi karbohidrat pada tepung kecambah (Agrahar-Murugkar dan Jha, 2010). Atribut *smoothness* dan *creamy* mencapai nilai tertinggi pada perlakuan dengan pemanis, khususnya B1C2 dan B2C2 (Tabel 3), karena penambahan gula meningkatkan viskositas dan kestabilan dispersi (Mahato et al., 2020). Sensasi *coating* meningkat pada basis tepung kecambah, terutama B2C2, karena ukuran partikel lebih besar yang membentuk film lemak-protein di rongga mulut (Aaby et al., 2025). Secara keseluruhan, B1C2 menampilkan tekstur halus, sedangkan B2C2 memperlihatkan kekentalan tinggi khas produk berbasis tepung protein nabati.

Aftertaste

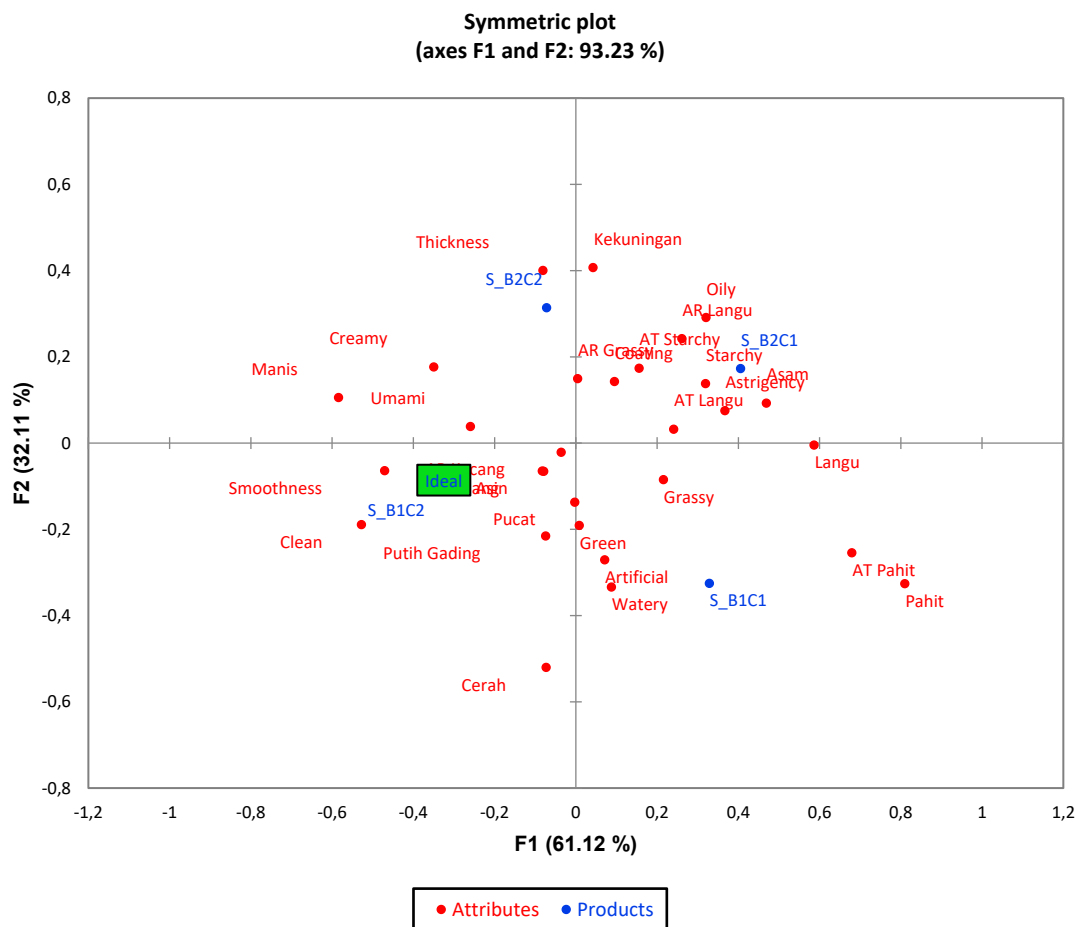
Seluruh atribut *aftertaste* berbeda signifikan antara perlakuan (Tabel 3), terutama pada karakter *clean*, *starchy*, langu, dan pahit. *Aftertaste clean* paling kuat dirasakan pada B1C2, diikuti oleh B2C2 dan B1C1, sedangkan B2C1 memiliki nilai terendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan gula meningkatkan kesan bersih

dan menekan rasa pahit (Dragomir et al., 2025). *Aftertaste starchy* lebih menonjol pada sari kecambah dari tepung kecambah kedelai (B2C1 dan B2C2) dibanding sari dari bahan segar, sesuai dengan kandungan pati yang tidak sepenuhnya terhidrolisis (Tabel 3). Rasa langu tertinggi terdapat pada B2C1 dan menurun pada perlakuan dengan pemanis (B1C2 dan B2C2), menunjukkan peran gula dalam *masking* sensasi langu (Choi et al., 2024). Secara keseluruhan, penggunaan tepung kecambah menghasilkan sensasi

starchy dan langu yang lebih kuat, sementara penambahan pemanis terutama pada B1C2 meningkatkan kesan bersih dan menyeimbangkan profil rasa akhir produk.

Correspondence Analysis (CA)

Uji independensi (Uji Chi-square, $p < 0,0001$) menunjukkan bahwa setiap sampel memiliki karakteristik sensori berbeda secara signifikan dan tidak bersifat independen pada atribut yang dinilai (Gambar 1.) (Milareva et al., 2023).



Gambar 1. *Symmetric Plot* Representasi Profil Sensori Sari Kecambah Kedelai

Hasil CA menunjukkan bahwa dua sumbu utama, F1 (61,12%) dan F2 (32,11%), menjelaskan 93,23% total keragaman data, merepresentasikan variasi sensori antar sampel dengan sangat baik (Piochi et al., 2021). Plot persebaran memperlihatkan perbedaan profil sensori yang nyata akibat kombinasi sedai bahan baku dan penambahan pemanis. B1C1 berada di

kuadran IV, berdekatan dengan atribut *watery*, *green*, dan *artificial*, menunjukkan karakter ringan, berair, dan kurang kompleks. Sebaliknya, B1C2 berada di kuadran III, dekat titik “Ideal”, dengan atribut *clean*, *smoothness*, putih gading, dan kacang, menandakan peningkatan keseimbangan rasa dan tekstur yang sesuai preferensi panelis.

Sampel B1C2 menunjukkan formulasi dengan karakter sensori paling ideal, yang didominasi atribut *clean*, *smoothness*, putih gading, dan kacang, serta kedekatan dengan titik "Ideal". B2C2 memiliki profil *creamy*, kental, umami, dan kekuningan, mencerminkan intensitas rasa dan tekstur yang lebih berat namun tetap diterima panelis. B1C1 cenderung ringan dan berair, dengan kesan *green* dan *artificial* yang khas kedelai mentah, namun kurang kompleks dan jauh dari preferensi ideal. Sebaliknya, B2C1 menunjukkan dominasi atribut langu, *oily*, astringency, dan *aftertaste starchy*, mencerminkan profil sensori yang tidak ideal karena jauh dari plot ideal akibat munculnya karakter negatif dari proses pengeringan kecambah kedelai tanpa *masking* rasa.

Principal Coordinate Analysis (PCoA)

Berdasarkan hasil *Principal Coordinate Analysis* (PCoA) pada Gambar 2, atribut-atribut yang berada di kuadran kanan (F1 positif), seperti *aftertaste Clean*, rasa Manis, Umami, Kacang, tekstur *Creamy*, aroma Kacang (AR Kacang), serta kenampakan Putih Gading dan Cerah, diidentifikasi sebagai determinan utama kesukaan panelis. Kedekatan atribut-atribut tersebut dengan titik Liking menunjukkan kontribusi positif terhadap persepsi sensori produk. Rasa manis dan umami secara universal disukai karena memberikan kesan menyenangkan dan keseimbangan rasa, sementara *aftertaste Clean* dan tekstur *Creamy* berperan dalam menciptakan sensasi lembut dan bersih di rongga mulut (Dickinson, 2018; Melis dan Barbarossa, 2017; Yang et al., 2016).

Sebaliknya, atribut di kuadran kiri (F1 negatif) seperti Pahit, AT Pahit, Asam, Langu, AR *Grassy*, dan Astringency menunjukkan korelasi negatif terhadap kesukaan panelis. Atribut-atribut ini merupakan indikator *off-flavor* yang umum pada minuman berbasis kedelai akibat degradasi lipid dan pembentukan senyawa volatil seperti aldehid dan alkohol rantai pendek. Temuan ini sejalan dengan laporan Tong et al. (2025) yang mengidentifikasi aroma *grassy* dan rasa langu sebagai penurunan penerimaan produk nabati, serta Cardello et al. (2024) yang menyatakan bahwa rasa pahit dan sensasi astringent dapat

menghambat preferensi konsumen terhadap sari alternatif.

Atribut kenampakan seperti Cerah dan Putih Gading juga berkontribusi positif terhadap persepsi kualitas produk, sebagaimana dinyatakan oleh Figueiredo Muniz et al. (2023), bahwa warna putih, cerah, dan bersih meningkatkan kesukaan konsumen terhadap produk pangan. Sebaliknya, atribut *watery*, *thickness*, dan kekuningan yang berada jauh dari titik Liking diinterpretasikan memiliki kontribusi negatif, karena ekstremitas tekstur atau warna dapat menurunkan persepsi keseimbangan sensori. Konsumen cenderung menolak sari yang terlalu kental atau encer, serta lebih menyukai warna putih dibandingkan kekuningan karena diasosiasikan dengan kesegaran dan kemurnian (Liepa et al., 2017; McCarthy et al., 2017; Moss et al., 2023). Secara keseluruhan, atribut Manis, *Creamy*, Umami, *Clean*, dan Kacang merupakan penentu utama preferensi panelis, sedangkan atribut Langu, *Grassy*, dan Pahit perlu dikendalikan dalam formulasi agar profil sensori tetap seimbang dan diterima secara luas.

Penalty Analysis (PA)

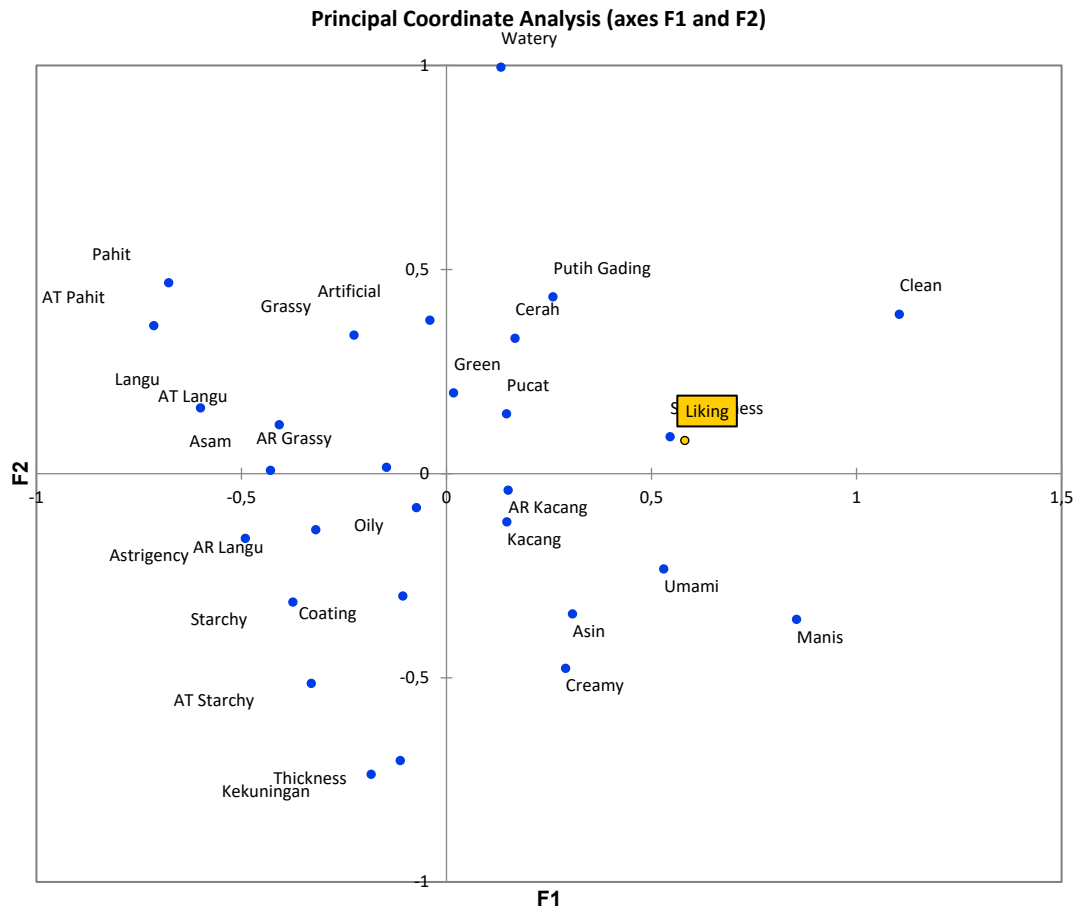
Hasil PA (Gambar 3) menggambarkan bahwa atribut dengan nilai *mean drops* positif seperti rasa manis, tekstur *smoothness* dan *creamy*, serta *aftertaste clean* diidentifikasi sebagai *must have*, karena berkontribusi langsung terhadap peningkatan kesukaan panelis (%P[NoYes] > 20%) (Jariyah et al., 2024). Rasa manis berperan sebagai efek *masking* terhadap off-flavor seperti pahit dan langu (Choi et al., 2024; Dragomir et al., 2025; Pratiwi et al., 2022), sementara atribut *smoothness* dan *creamy* memperkuat *mouth-feel* lembut dan berisi melalui peningkatan viskositas dan kestabilan dispersi (Mahato et al., 2020; Wolinska-Kennard et al., 2025). *Aftertaste clean* menciptakan kesan akhir yang bersih tanpa sisa rasa negatif (Dragomir et al., 2025).

Sebaliknya, atribut seperti *starchy*, astringency, *aftertaste starchy*, kekuningan, langu, dan *aftertaste langu* termasuk dalam kategori *must not have*, ditandai oleh nilai *mean drops* negatif dan %P[YesNo] > 20%. Atribut *starchy* berkaitan dengan sisa granula pati yang tidak terhidrolisis sempurna (Dhankhar dan Kundu, 2021; Sethi et al.,

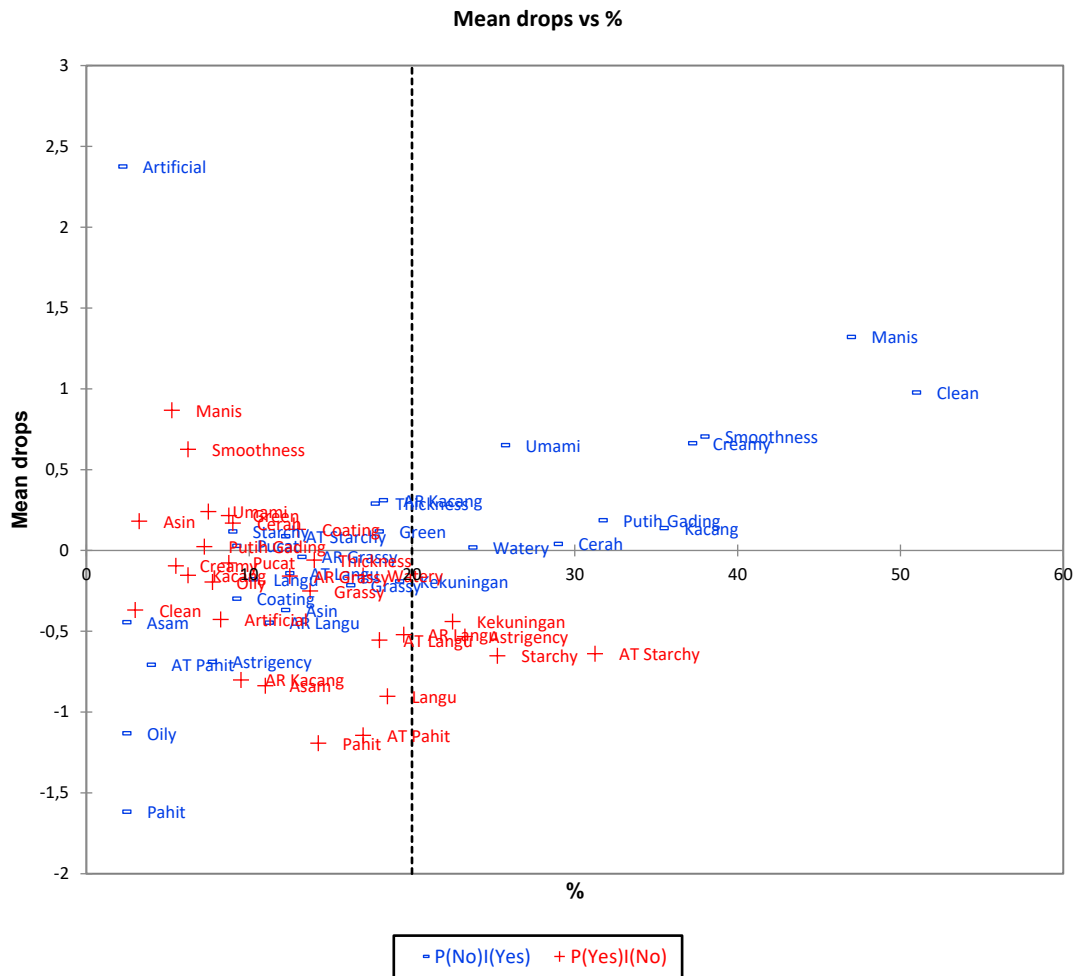
2016; Silventoinen-Veijalainen et al., 2024), sedangkan *astringency* berasal dari senyawa polifenol yang dapat ditekan melalui pemanis (Aaby et al., 2025). Kekuningan menurunkan daya tarik visual karena diasosiasikan dengan degradasi pigmen akibat aktivitas PPO, oksidoreduktase, dan reaksi Maillard (Ding et al., 2020; Harisha et al., 2023; Qi et al., 2025; Silano et al., 2017).

Atribut langu dan *aftertaste* langu mencerminkan sisa flavor kuat dan tidak bersih, berasal dari oksidasi lemak dan protein selama pengolahan. Aktivitas lipase dan lipoksigenase menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, 1-hexenol, 2-nonenal, dan 2-pentylfuran yang berkontribusi terhadap

aroma *grassy* dan karakter beany (Kaur dan Ubeyitogullari, 2024; Lan et al., 2025; Shahidi dan Oh, 2020; Zeng et al., 2025). Kombinasi peningkatan aktivitas enzim dan kerusakan sel saat penggilingan mempercepat oksidasi lemak (Gulkirpik et al., 2023). Penambahan pemanis terbukti efektif menonjolkan atribut positif dan menekan off-flavor, sehingga optimasi formulasi perlu diarahkan untuk menghasilkan profil sensori bersih, seimbang, dan sesuai preferensi konsumen (Aaby et al., 2025; Pratiwi et al., 2022; Wolinska-Kennard et al., 2025). Secara ringkas pengelompokan atribut tersebut disajikan pada Tabel 4.



Gambar 2. Peta Korelasi Atribut Sensori Sari Kecambah Kedelai



Gambar 3. Peta Mean Drops Vs % Sari Kecambah Kedelai

Tabel 4. Penalty Analysis Atribut

<i>Must have</i>	<i>Nice to have</i>	<i>Does not influence</i>	<i>Does not harm</i>	<i>Must not have</i>
Manis		Putih Gading	Cerah	Starchy
Smoothness		Kacang	Pucat	Astrigency
Creamy		Watery	Langu	AT Starchy
Clean			Grassy	
			Artificial	
			Asin	
			Umami	
			Asam	
			AR Langu	
			Green	
			AR Grassy	
			Coating	
			Thickness	
			Oily	
			AT Langu	

KESIMPULAN

Dua sediaan bahan baku dan pemanis menentukan persepsi dan penerimaan sari

kecambah kedelai. Sari kecambah dari kecambah kedelai segar tanpa pemanis (tanpa gula) mendekati “produk ideal” pada

pemetaan sensori, selaras dengan peringkat kesukaan tertinggi pada uji lanjut. Atribut pendorong kesukaan yang perlu dihadirkan adalah rasa manis, *smoothness*, *creamy*, *aftertaste clean*, serta warna putih gading, sedangkan langu, pahit, astringency, *starchy*, dan kekuningan harus ditekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaby, K., Skaret, J., Berget, I., Varela, P., 2025. The interplay of different sensory attributes in lingonberry nectars with sucrose and high intensity sweeteners. *Applied Food Research* 5. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100681>
- Agrahar-Murugkar, D., Jha, K., 2010. Effect of drying on nutritional and functional quality and electrophoretic pattern of soyflour from sprouted soybean (*Glycine max*). *J Food Sci Technol* 47. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0082-5>
- Bertelsen, A.S., Laursen, A., Knudsen, T.A., Møller, S., Kidmose, U., 2018. Bitter taste masking of enzyme-treated soy protein in water and bread. *J Sci Food Agric* 98. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8903>
- Cardello, A. V., Llobell, F., Jin, D., Ryan, G.S., Jaeger, S.R., 2024. Sensory drivers of liking, emotions, conceptual and sustainability concepts in plant-based and dairy yoghurts. *Food Qual Prefer* 113. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105077>
- Chen, Y., Chang, S.K.C., 2015. Macronutrients, phytochemicals, and antioxidant activity of soybean sprout germinated with or without light exposure. *J Food Sci* 80. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12868>
- Choi, Y., Wong, R.R., Cha, Y.K., Park, T.H., Kim, Y., Chung, S.-J., 2024. Sweet-bitter taste interactions in binary mixtures of sweeteners: Relationship between taste receptor activities and sensory perception. *Food Chem* 459, 140343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140343>
- Dhankhar, J., Kundu, P., 2021. Stability aspects of non-dairy milk alternatives, in: *milk substitutes - selected aspects*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96376>
- Dickinson, E., 2018. On the road to understanding and control of creaminess perception in food colloids. *Food Hydrocoll.* <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.10.014>
- Ding, Y.Y., Li, J., Wu, C., Yang, Y., Gu, Z., 2020. The relationship between the chemical composition and the quality of the soybean film during peeling process. *Food Sci Nutr* 8. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1791>
- Dragomir, N., Grigore, D.M., Pogurschi, E.N., 2025. Beyond sugar: a holistic review of sweeteners and their role in modern nutrition. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods14183182>
- Figueiredo Muniz, V.R.G., Ribeiro, I.S., Beckmam, K.R.L., de Godoy, R.C.B., 2023. The impact of color on food choice. *Brazilian Journal of Food Technology*. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08822>
- Grand View Research, 2023. Plant-based beverages market size, share & trends analysis. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-commerce-market> [20 Desember 2025]
- Gulkirpik, E., Donnelly, A., Nowakunda, K., Liu, K., Andrade Laborde, J.E., 2023. Evaluation of a low-resource soy protein production method and its products. *Front Nutr* 10, 1067621. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1067621>
- Gulkirpik, E., Toc, M., Atuna, R.A., Amagloh, F.K., Andrade Laborde, J.E., 2021. Evaluation of oxidative stability of full fat soybean flour in storage and

- sensory quality of tuo zaafi-enriched with soy flour as influenced by traditional processing methods. *Foods* 10. <https://doi.org/10.3390/foods10092192>
- Harisha, R., Singh, Sumit Kumar, Ahlawat, A.K., Narwal, S., Jaiswal, J.P., Singh, J.B., Kumar, R.R., Singhal, S., Balakrishnan, A.P., Shukla, P., Bhavya, B., Agrawal, A., Singh, Sanjay K., Mahendru-Singh, A., 2023. Elucidating the effects on polyphenol oxidase activity and allelic variation of polyphenol oxidase genes on dough and whole wheat-derived product color parameters. *Int J Food Prop* 26. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2252196>
- Harlita, T.D., Azhari, H., Risvina, P., 2023. Pengaruh suhu dan lama simpan terhadap angka lempeng total pada sari kedelai home industry. *Sains Medisina* 1, 154–158.
- Hunaefi, D., Khairunnisa, W., Sholehuddin, Z., Adawiyah, D., 2020. Sensory profile of commercial coffee products using QDA (Quantitative Descriptive Analysis), flash profile, and CATA (Check-All-That-Apply) methods. <https://doi.org/10.5220/0009977500200030>
- Hunaefi, D., Marusiva, W., 2021. Sensory profile of 3 in 1 instant coffee using emotional-sensory mapping, flash profile, and CATA (Check-All-That-Apply) methods. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 32, 169–180. <https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.2.169>
- Jariyah, Hidayat, A.W., Munarko, H., 2024. Sensory profile characterization of non-wheat flour biscuits using Rate-All That-Apply (RATA) and emotional sensory mapping (ESM) method. *Future Foods* 9, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100281>
- Kaur, S., Ubeyitogullari, A., 2024. The impact of supercritical carbon dioxide processing on the aroma and physicochemical properties of soybean flour. *Future Foods* 10, 100476. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100476>
- Lan, H., Luo, X., Xu, D., Cui, K., Li, L., Li, C., Qi, H., Liu, Q., 2025. Analysis of flavor formation and metabolite changes during production of Double-Layer Steamed Milk Custard made from buffalo milk. *PLoS One* 20, e0331277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0331277>
- Liepa, M., Zagorska, J., Galoburda, R., Straumite, E., Kruma, Z., Sabovics, M., 2017. Sensory properties of high-pressure-treated milk. <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.032>
- Lu, J., Cheng, J.H., Xu, Y., Chen, Y., Qian, K., Zhang, Y., 2023. Effect of germination on nutritional quality of soybean. *Food Science and Technology* 43, e008323. <https://doi.org/10.1590/fst.008323>
- Mahato, D.K., Keast, R., Liem, D.G., Russell, C.G., Cicerale, S., Gamlath, S., 2020. Sugar reduction in dairy food: An overview with flavoured milk as an example. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods9101400>
- Masdani, Ariyanto, 2021. PKM usaha air susu kedelai untuk *home industry*. *DULABF Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1(1), 29-35.
- McCain-Keefer, H.R., Meals, S., Drake, M.A., 2020. The sensory properties and consumer acceptance of cold brew coffee. *J Sens Stud* 35, e12604. <https://doi.org/10.1111/joss.12604>
- McCarthy, K.S., Lopetcharat, K., Drake, M.A., 2017. Milk fat threshold determination and the effect of milk fat content on consumer preference for fluid milk. *J Dairy Sci* 100. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11417>
- Melis, M., Barbarossa, I.T., 2017. Taste perception of sweet, sour, salty, bitter, and Umami and changes due to L-

- arginine supplementation, as a function of genetic ability to taste 6-n-propylthiouracil. *Nutrients* 9. <https://doi.org/10.3390/nu9060541>
- Milareva, H.A., Handayani, S., Barokah, U., 2023. Analisis preferensi konsumen terhadap pembelian sari sapi segar di kota surakarta. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis* 7, 292. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2023.007.01.26>
- Moss, R., LeBlanc, J., Gorman, M., Ritchie, C., Duizer, L., McSweeney, M.B., 2023. A prospective review of the sensory properties of plant-based dairy and meat alternatives with a focus on texture. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods12081709>
- Oliás, R., Delgado-Andrade, C., Padial, M., Marín-Manzano, M.C., Clemente, A., 2023. An updated review of soy-derived beverages: Nutrition, processing, and bioactivity. *Foods* 12, 2665. <https://doi.org/10.3390/foods12142665>
- Piochi, M., Cabrino, G., Torri, L., 2021. Check-all-that-apply (Cata) test to investigate the consumers' perception of olive oil sensory properties: Effect of storage time and packaging material. *Foods* 10, 1551. <https://doi.org/10.3390/foods10071551>
- Pratiwi, R.D., Rosyidi, V.A., Zanjabilla, S., Dewi, K.S., Novandra, R., Desvina, D., Herawati, H., 2022. Sensory evaluation of flavoring agent addition in soy-based beverage. *Pharmacy Reports* 2, 46. <https://doi.org/10.51511/pr.46>
- Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W., Xu, B., 2025. Maillard reaction in flour product processing: mechanism, impact on quality, and mitigation strategies of harmful products. *Foods* 14, 2721. <https://doi.org/10.3390/foods14152721>
- Rahman, M., Rahman, M., Shahjadee, U., Rupa, A., Hossain, M., 2016. Nutritional and microbiological quality of germinated soy flour. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 51, 167–174. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v51i3.29416>
- Ren, L., Sun, C., Lv, Y., Kumar, L., 2024. Effect of succinylation on oxidation–aggregation of low-density lipoprotein and formation of off-flavors in heated egg yolks. *Foods* 13, 3489. <https://doi.org/10.3390/foods13213489>
- Saputra, R.A., Pratiwi, I.D.P.K., Yusasrini, N.L.A., 2023. Evaluasi profil sensori produk kopi instan starbucks via ready brew unflavored menggunakan metode CATA (Check-All-That-Apply). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)* 12, 491–505. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i03.p02>
- Sethi, S., Tyagi, S.K., Anurag, R.K., 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *J Food Sci Technol* 53, 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Shahidi, F., Oh, W.Y., 2020. Lipid-derived flavor and off-flavor of traditional and functional foods: an overview. *Journal of Food Bioactives*. <https://doi.org/10.31665/jfb.2020.10224>
- Silano, V., Bolognesi, C., Castle, L., Chipman, K., Cravedi, J., Fowler, P., Franz, R., Grob, K., Gürtler, R., Husøy, T., Kärenlampi, S., Mennes, W., Milana, M.R., Pfaff, K., Riviere, G., Srinivasan, J., de Fátima Tavares Poças, M., Tlustos, C., Wölflle, D., Zorn, H., Chesson, A., Glandorf, B., Herman, L., Jany, K., Marcon, F., Penninks, A., Smith, A., Želježić, D., Andryszkiewicz, M., Arcella, D., Liu, Y., Engel, K., 2017. Safety evaluation of the food enzyme peroxidase obtained from soybean (*Glycine max*) hulls. *EFSA Journal* 15. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5119>
- Silventoinen-Veijalainen, P., Sneek, A.-M., Nordlund, E., Rosa-Sibakov, N., 2024.

- Influence of oat flour characteristics on the physicochemical properties of oat-based milk substitutes. *Food Hydrocoll* 147, 109402. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109402>
- Tiepo, C. B. V., Werlang, S., Reinehr, C. O., & Colla, L. M. (2020). Sensory methodologies used in descriptive studies with consumers: Check-All-That-Apply (CATA) and variations. *Research, Society and Development*, 9(8), e407985705. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5705>
- Tong, S., Siow, L.F., Lee, Y., 2025. Identification of sensory drivers of liking of plant-based milk using a novel palm kernel milk—The effect of reformulation and flavors addition through CATA and PCA analysis. *Food Sci Nutr* 13. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4719>
- Vatansver, S., Chen, B., Hall, C., 2024. Plant protein flavor chemistry fundamentals and techniques to mitigate undesirable flavors. *Sustainable Food Proteins* 2, 33–57. <https://doi.org/10.1002/sfp2.1025>
- Winarsi, H., 2018. Sari kecambah kedelai basah kaya protein lebih disukai sebagai minuman alternatif untuk obesitas. *Jurnal Gizi dan Pangan Soedirman* 2, 32. <https://doi.org/10.20884/1.jgps.2018.2.1.896>
- Wolinska-Kennard, K., Schönberger, C., Fenton, A., Sahin, A.W., 2025. Mouthfeel of food and beverages: A comprehensive review of physiology, biochemistry, and key sensory compounds. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 24. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70223>
- Yang, A., Smyth, H., Chaliha, M., James, A., 2016. Sensory quality of soymilk and tofu from soybeans lacking lipoxygenases. *Food Sci Nutr* 4. <https://doi.org/10.1002/fsn3.274>
- Yang, Y., Wang, X., Wang, M., Li, H., Lin, Y., Miao, S., Xie, W., 2025. The effect of germination time on soymilk odor: Key odor compounds and formation mechanisms. *LWT* 228, 118045. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118045>
- Zeng, Q., Wang, H., Tuo, J., Ding, Y., Cao, H., Yue, C., 2025. Volatile Organic Compounds in Teas: Identification, Extraction, Analysis, and Application of Tea Aroma. *Foods* 14, 2574. <https://doi.org/10.3390/foods14152574>