



Pengaruh Penggunaan Buttermilk Modifikasi (Almondmilk, Oatmilk, Soymilk) Terhadap Sifat Fisik Dan Mutu Sensoris Mud Cake

Clara Amira Duanti¹, Ridawati², Yeni Yulianti³

^{1,2,3} Program Studi S1 Pendidikan Tata Boga, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta

Received: 20 Januari 2026

Revised: 29 Januari 2026

Accepted: 6 Februari 2026

Abstract

Mud cake merupakan produk kue yang umumnya menggunakan *buttermilk* berbahan susu sapi, sehingga pengembangan alternatif berbasis nabati diperlukan untuk mendukung inovasi produk *lactose-free*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi dari *almondmilk*, *oatmilk*, dan *soymilk* terhadap karakteristik fisik dan sensoris *mud cake*. Parameter fisik yang dianalisis meliputi *baking loss* dan daya kembang, sedangkan parameter sensoris mencakup warna bagian dalam, aroma *buttermilk*, kelembutan, kelembaban, rasa cokelat, rasa *buttermilk*, serta ukuran pori/rongga. Penelitian menggunakan rancangan satu faktor dengan tiga perlakuan *buttermilk* modifikasi nabati. Data uji fisik dianalisis menggunakan ANOVA RAL dan dilanjutkan dengan uji Duncan, sedangkan data uji sensoris dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis dan uji lanjut Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *buttermilk* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *baking loss*, di mana *buttermilk* modifikasi *soy milk* menghasilkan nilai *baking loss* terendah sebesar 10%, yang menunjukkan kemampuan retensi air terbaik selama pemanggangan. Pada uji sensoris, hanya parameter kelembutan yang menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, dengan nilai tertinggi diperoleh pada penggunaan *buttermilk* modifikasi *soy milk*. Sementara itu, parameter warna bagian dalam, aroma *buttermilk*, kelembaban, rasa cokelat, rasa *buttermilk*, dan ukuran pori/rongga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *buttermilk* modifikasi *soy milk* berpotensi digunakan sebagai alternatif terbaik pengganti *buttermilk* berbahan susu sapi dalam pembuatan *mud cake* berbasis nabati.

Keywords: *mud cake*, *buttermilk*, *almond milk*, *oat milk*, *soy milk*

(*) Corresponding Author: duanticlaraamira@gmail.com,
jeni.yulianti@unj.ac.id

ridawati.sesil@gmail.com

How to Cite: Duanti, C., Ridawati, R., & Yulianti, Y. (2026). Pengaruh Penggunaan Buttermilk Modifikasi (Almondmilk, Oatmilk, Soymilk) Terhadap Sifat Fisik Dan Mutu Sensoris Mud Cake. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 12(7.C), 247-259. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13586>

PENDAHULUAN

Pastry dan *cake* merupakan bagian dari seni kuliner yang memiliki daya tarik tersendiri di kalangan masyarakat luas. *Pastry* mencakup berbagai jenis makanan panggang dengan tekstur yang beragam, mulai dari renyah hingga lembut, dan sering kali menjadi pilihan utama untuk camilan maupun hidangan penutup (Nimpuno, 2018). Sementara itu, *Cake* merupakan salah satu jenis makanan ringan yang dapat dinikmati setiap saat, baik sebagai makanan selingan atau sebagai makanan pelengkap pada rangkaian akhir menu yang dihidangkan sebagai dessert (Wahyuningtias, 2010). *Cake* dikenal sebagai simbol kemewahan dalam dunia kuliner, dihargai karena teksturnya yang lembut, teknik pengolahan yang rumit, bahan baku yang memiliki harga relatif tinggi, rasa yang kaya, dan fleksibilitasnya



dalam berbagai acara. Salah satu jenis *cake* yang cukup populer adalah *mud cake*. Dengan teksturnya yang padat, namun lembut dan lembab serta rasa coklat yang kaya, *mud cake* menjadi salah satu *cake* pilihan bagi banyak orang.

Mud cake merupakan jenis kue yang dikenal memiliki tekstur padat namun tetap lembut dan moist, dengan cita rasa coklat yang kaya. Penamaan “*mud cake*” merujuk pada tampilan dan teksturnya yang menyerupai lumpur, terutama pada bagian dalam kue yang berwarna gelap dan pekat. Kue ini banyak digemari karena mampu mempertahankan kelembaban dalam waktu yang relatif lama.

Secara tradisional, *mud cake* dibuat menggunakan bahan-bahan seperti lemak, gula, telur, coklat cair, dan tepung terigu, dengan tambahan *buttermilk* untuk menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan lembab. *Buttermilk* memberikan kontribusi yang penting dalam menciptakan keempukan adonan melalui reaksi kimia dengan bahan pengembang seperti *baking soda* (McClements, 2020), yang juga membantu menciptakan rasa yang lebih kaya dan kompleks pada produk akhir.

Dalam proses pembuatan *cake*, khususnya *mud cake*, pemilihan bahan sangat memengaruhi kualitas akhir produk. Salah satu bahan penting yang digunakan pada proses pembuatan *mud cake* adalah *buttermilk*. *Buttermilk* tradisional biasanya dibuat dari susu segar yang difermentasi atau dengan mencampur susu segar dengan bahan asam seperti jus lemon atau cuka (McClements, 2020). *Buttermilk* memiliki peran yang signifikan dalam memberikan kelembaban dan keempukan yang khas pada adonan *mud cake*, selain itu juga berkontribusi pada pengembangan struktur adonan melalui reaksi kimia dengan bahan pengembang. Hal ini dapat terjadi karena asam laktat yang terkandung dalam *buttermilk* dapat menghaluskan gluten (Rojas dkk, 2022). Maka dari itu, potensi besar yang dimiliki oleh *buttermilk* dalam pasar kuliner Indonesia, terutama dalam bidang *pastry*, *cake*, dan *bakery* layak untuk dikaji dan diteliti.

Namun, ada beberapa individu yang mengalami *lactose intolerance* atau intoleransi laktosa yang disebabkan oleh laktosa dalam produk susu yang tidak dapat dicerna dengan baik. Laktosa merupakan gula disakarida yang cukup stabil terhadap perubahan pH non-enzimatik, sehingga penurunan pH (dalam kasus ini dilakukan dengan penambahan bahan asam seperti jus lemon atau cuka ke dalam *buttermilk*) tidak secara langsung memecah atau menghilangkan laktosa dalam susu (Aydogdu dkk, 2023). Di seluruh dunia, 70% dari populasi orang dewasa memiliki ekspresi enzim laktase yang terbatas dengan variasi yang luas, baik disebabkan karena malabsorpsi laktosa maupun intoleransi terhadap laktosa yang berasal dari dalam produk susu di berbagai wilayah dan negara (Facioni dkk, 2020). Maka dari itu, diperlukan solusi alternatif bagi penderita *lactose intolerance* untuk tetap mendapatkan asupan gizi yang sebanding dengan kandungan gizi dalam susu sapi ataupun susu hewani lainnya. Kondisi ini mendorong perlunya alternatif bahan pangan yang memiliki nilai gizi sebanding dengan susu hewani, salah satunya melalui pemanfaatan sari nabati.

Sari nabati berasal dari bahan tanaman seperti kacang-kacangan dan sereal yang diproses melalui pasteurisasi suhu rendah. Secara fisik, sari nabati memiliki karakteristik yang relatif menyerupai susu hewani, terutama dari segi viskositas yang dipengaruhi oleh kandungan lemak, meskipun terdapat perbedaan warna dan cita rasa sesuai dengan varietas tanaman yang digunakan (Sentana dkk., 2017; Muchtadi, 2019). Selain ramah bagi penderita intoleransi laktosa dan alergi susu,

penggunaan sari nabati juga sejalan dengan meningkatnya gaya hidup berbasis nabati (Rahman, 2021).

Penelitian ini menggunakan tiga jenis sari nabati yang populer di pasaran, yaitu sari almond, sari oat, dan sari kedelai. Sari almond memiliki rasa ringan dan gurih karena kandungan lemak nabatinya, sari oat memberikan rasa lembut dengan nuansa gandum, sedangkan sari kedelai memiliki rasa relatif netral dan kandungan protein yang tinggi (Maris dkk., 2021). Ketiga jenis sari nabati tersebut berpotensi digunakan sebagai bahan dasar *buttermilk* modifikasi yang dapat memberikan variasi karakteristik pada produk *mud cake*.

Penggunaan *buttermilk* berbasis sari nabati berpotensi memengaruhi sifat fisik seperti daya kembang dan baking loss, serta mutu sensoris meliputi rasa, aroma, tekstur, warna, dan pori atau rongga. Meskipun demikian, penelitian mengenai substitusi *buttermilk* berbasis susu sapi dengan *buttermilk* berbasis sari nabati pada pembuatan *mud cake* masih terbatas (Sentana, 2017). Selain itu, penggantian bahan susu dapat mengubah keseimbangan kimia adonan yang berdampak pada pengikatan air, pembentukan tekstur, dan proses pengembangan selama pemanggangan (Ali, 2018).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi berbasis sari almond, sari oat, dan sari kedelai terhadap sifat fisik dan mutu sensoris *mud cake*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis di bidang ilmu pangan serta menjadi acuan praktis bagi industri dalam pengembangan produk *pastry* berbasis nabati yang aman bagi penderita intoleransi laktosa dan alergi susu, dengan mutu yang kompetitif di pasaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengkaji pengaruh penggunaan tiga jenis *buttermilk* modifikasi berbasis sari nabati, yaitu *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk*, terhadap sifat fisik dan mutu sensoris *mud cake*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pastry dan Bakery serta Laboratorium Analisa Rekayasa dan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta pada periode September 2024 hingga selesai. Subjek penelitian adalah 45 panelis agak terlatih yang merupakan mahasiswa Program Studi Tata Boga Universitas Negeri Jakarta. Sampel penelitian berupa *mud cake* polos (tanpa isian dan *ganache*) dengan *buttermilk* modifikasi, sedangkan produk kontrol menggunakan *buttermilk* dari *fresh milk*. Parameter sifat fisik yang diamati meliputi *baking loss* dan *daya kembang*, sedangkan mutu sensoris mencakup warna bagian dalam, aroma *buttermilk*, tekstur (kelembutan dan kelembaban), rasa cokelat, rasa *buttermilk*, serta ukuran pori/rongga.

Pengumpulan data dilakukan melalui uji fisik dan uji organoleptik. Uji fisik dilakukan dengan pengukuran berat dan volume adonan sebelum dan sesudah proses *baking*, sedangkan uji sensoris menggunakan skala penilaian 1–5 dengan metode *random sampling* pada panelis. Rancangan penelitian untuk sifat fisik menggunakan *Rancangan Acak Lengkap (RAL)* dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan, sementara mutu sensoris dianalisis menggunakan uji non-parametrik *Kruskal–Wallis*. Data sifat fisik dianalisis menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan, sedangkan data sensoris dianalisis untuk

mengidentifikasi adanya perbedaan nyata antar perlakuan penggunaan *buttermilk* modifikasi pada *mud cake*.

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1. Hasil Hipotesis Sifat Fisik Aspek *Baking Loss*

Aspek Penelitian	F hitung	F tabel	Kesimpulan
<i>Baking Loss</i>	8,81	5,14	F hitung > F tabel, maka H ₀ ditolak

Uji fisik *baking loss mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* mendapatkan hasil Fhitung sebesar 8,81, dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, derajat bebas perlakuan sebesar 2, dan derajat bebas galat sebesar 6, yang kemudian diperoleh Ftabel sebesar 5,14, sehingga F hitung > F tabel, yang mana artinya H₀ ditolak dan H₁ diterima. Hal tersebut menyatakan bahwa terdapat perbedaan nyata pada aspek *baking loss*. Maka dari itu, analisis data akan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan manakah yang memiliki perbedaan nyata pada aspek *baking loss*. Berikut merupakan tabel hasil pengujian lanjutan menggunakan uji Duncan:

Tabel 2. Hasil Uji Duncan *Baking Loss*

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
<i>Almond Milk</i>	12,29	a
<i>Oat Milk</i>	11,667	a
<i>Soy Milk</i>	10	b

Berdasarkan hasil uji Duncan pada aspek *baking loss*, perlakuan *almond milk* dan *oat milk* masing-masing memperoleh notasi a karena selisih antara kedua aspek tersebut sebesar 0,625, yang mana berjumlah lebih kecil dari pada hasil dari duncan hitung 3 (1,43), sedangkan perlakuan *soy milk* memperoleh notasi b karena memiliki selisih sebesar 1,667 dengan perlakuan *oat milk* yang mana lebih besar dari duncan hitung 2 (1,38). Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan *soy milk* memiliki kualitas *baking loss* yang berbeda nyata.

Tabel 3. Hasil Hipotesis Sifat Fisik Aspek Daya Kembang

Aspek Penelitian	F hitung	F tabel	Kesimpulan
Daya Kembang	1,514	5,14	F hitung < F tabel, maka H ₀ diterima

Hasil pengujian fisik terhadap daya kembang *mud cake* yang menggunakan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* menunjukkan nilai Fhitung sebesar 1,514 pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, dengan derajat bebas perlakuan (db = 2) dan derajat bebas galat (db = 6), diperoleh nilai Ftabel sebesar 5,14. Karena Fhitung lebih kecil daripada Ftabel, maka H₀ diterima dan H₁ ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketiga perlakuan *buttermilk* modifikasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap daya kembang *mud cake*.

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis Aspek Warna Bagian Dalam

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
-----------------	---------	--------	------------

Warna Bagian Dalam	3,04	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima
--------------------	------	------	---------------------------------------

Maka dari itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan hipotesis di atas, tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek warna bagian dalam.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis Aspek Aroma *Buttermilk*

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Aroma <i>Buttermilk</i>	0,33	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah bahwa tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek aroma *buttermilk*.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis Aspek Kelembutan

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Kelembutan	6,17	5,99	Xhitung > Xtabel, maka H0 ditolak

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah bahwa terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek kelembutan, maka dilanjutkan dengan Uji Tukey.

Hasil perhitungan Uji Tukey dengan nilai $(x-\bar{x})^2$ untuk A (produk *mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *almond milk*), B (produk *mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *oat milk*), dan C (produk *mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *soy milk*) adalah $3,33 + 4,93 + 3,33$ dan menghasilkan nilai variabel total sebesar 0,087.

Tabel 7. Hasil Uji Tukey Aspek Kelembutan

Kriteria Pengujian	Selisih Tiap Perlakuan	Perbandingan Hasil	Kesimpulan
Kelembutan	A-B = 4,3-4,07	0,23 > 0,151	Berbeda Nyata
	A-C = 4,3-4,67	0,37 > 0,151	Berbeda Nyata
	B-C = 4,07-4,67	0,6 > 0,151	Berbeda Nyata

Keterangan:

A = *Mud cake* dengan *buttermilk* dari *almond milk*

B = *Mud cake* dengan *buttermilk* dari *oat milk*

C = *Mud cake* dengan *buttermilk* dari *soy milk*

Berdasarkan data di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa seluruh produk *mud cake* yang diuji memiliki kualitas yang berbeda nyata pada aspek kelembutan, namun perlakuan *soy milk* memiliki nilai kelembutan yang paling tinggi.

Tabel 8. Hasil Uji Hipotesis Aspek Kelembaban

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Kelembaban	1,84	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap tingkat kelembaban *mud cake*.

Tabel 9. Hasil Uji Hipotesis Aspek Rasa Cokelat

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Rasa Cokelat	0,91	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah bahwa tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek rasa cokelat.

Tabel 10. Hasil Uji Hipotesis Aspek Rasa *Buttermilk*

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Rasa <i>Buttermilk</i>	0,26	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah bahwa tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* dari *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek rasa *buttermilk*.

Tabel 11. Hasil Uji Hipotesis Aspek Ukuran Pori/Rongga

Aspek Pengujian	Xhitung	Xtabel	Kesimpulan
Ukuran Pori/Rongga	0,11	5,99	Xhitung < Xtabel, maka H0 diterima

Kesimpulan dari hipotesis di atas adalah bahwa tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* modifikasi *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap *mud cake* pada aspek ukuran pori/rongga.

Pembahasan

1. Hasil Uji Fisik

Hasil uji fisik pada aspek *baking loss* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa *soy milk* berbeda nyata dibandingkan *almond* dan *oat milk*, sedangkan *almond* dan *oat milk* tidak berbeda secara signifikan satu sama lain. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *buttermilk* berbasis *soy milk* dapat menurunkan persentase *baking loss* secara signifikan dibandingkan dua *buttermilk* modifikasi nabati lainnya.

Menurut Rahmati, dkk (2012) dan Ding, dkk (2021), *soy milk* memiliki kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan *almond* dan *oat milk*. Protein kedelai memiliki kemampuan membentuk jaringan emulsi yang stabil, sehingga dapat menahan air serta lemak selama proses pemanggangan. Kandungan lemak pada *soy milk* juga berperan sebagai agen pengemulsi tambahan yang memperkuat retensi air dan mencegah kehilangan massa akibat penguapan air (*moisture loss*) saat pemanasan. Hal ini menyebabkan *baking loss* pada perlakuan *soy milk* menjadi lebih rendah.

Sebaliknya, *almond milk* dan *oat milk* memiliki kadar serat dan karbohidrat yang lebih tinggi (Yu dkk, 2023; Majzoobi dkk, 2015). Serat pangan dan betaglukan dalam *oat* serta polisakarida dari *almond* cenderung menyerap air lebih cepat pada tahap awal pencampuran, tetapi melepaskannya kembali saat proses pemanggangan karena stabilitas termalnya rendah (Aydogdu dkk, 2018). Hal ini menyebabkan air yang sebelumnya terserap dalam adonan cenderung cepat menguap saat suhu oven meningkat, sehingga *baking loss* menjadi lebih tinggi. Selain itu, tingginya kadar serat juga dapat meningkatkan viskositas adonan dan menghambat pembentukan

struktur gluten yang kompak, sehingga air tidak dapat terperangkap dengan baik selama pemanggangan.

Hal ini sejalan dengan penelitian Lapčiková dkk (2024) yang menunjukkan bahwa emulsi nabati dengan kandungan protein tinggi (seperti *soy-based*) memiliki kemampuan retensi air dan stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan dengan formulasi berbasis karbohidrat dan serat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa komposisi protein dan lemak dalam *soy milk* memiliki peran yang penting dalam membentuk struktur adonan yang mampu menahan kehilangan massa selama proses pemanggangan, menghasilkan *baking loss* yang lebih rendah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *buttermilk* modifikasi *soy milk* memberikan efek fisik terbaik terhadap penurunan *baking loss* pada *mud cake*. Hal ini berkaitan dengan fungsi fungsional protein dan lemak *soy milk* sebagai pembentuk emulsi yang stabil, berbeda dengan *almond* dan *oat milk* yang lebih kaya serat dan karbohidrat yang cenderung meningkatkan jumlah kadar air yang hilang selama pemanggangan.

Hasil uji fisik pada aspek daya kembang menunjukkan bahwa daya kembang *mud cake* dengan *buttermilk* dari *almond milk* memiliki rata-rata sebesar 112,27%, *buttermilk* dari *oat milk* memiliki rata-rata sebesar 106,47%, dan *buttermilk* dari *soy milk* memiliki rata-rata sebesar 105,03%. Uji Anova menghasilkan Fhitung sebesar 1,514, yang mana lebih kecil dari Ftabel yang memiliki nilai sebesar 5,14, sehingga tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Meskipun secara statistik tidak signifikan, terdapat kecenderungan bahwa *buttermilk* dari *almond milk* memberikan nilai daya kembang tertinggi.

Almond milk mengandung kadar lemak nabati tak jenuh dan karbohidrat sederhana dalam jumlah sedang (Yu dkk, 2023). Lemak berperan sebagai *shortening agent* yang membantu melapisi partikel tepung dan mengurangi gesekan antar molekul gluten, menghasilkan adonan yang lebih lunak dan mampu mengembang lebih baik saat pemanasan. Selain itu, kombinasi asam dari *buttermilk* dengan *baking soda* menghasilkan reaksi kimia yang membentuk gas karbon dioksida yang membantu peningkatan volume kue selama proses pemanggangan.

Sementara itu, *soy milk*, meskipun memiliki kandungan protein tinggi, justru menunjukkan nilai daya kembang yang sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh karakteristik protein kedelai yang membentuk struktur emulsi padat dan kompak (Rahmati dkk, 2012; Ding dkk, 2021). Struktur ini meningkatkan retensi air dan menurunkan *baking loss*, tetapi pada saat yang sama dapat membatasi pelepasan gas yang dihasilkan selama proses pemanggangan. Akibatnya, volume pengembangan akhir menjadi lebih kecil dibanding *almond milk*, meskipun kehilangan massa lebih rendah.

Untuk *oat milk*, kandungan serat larut seperti betaglukan meningkatkan viskositas adonan dan memperlambat ekspansi gas, sehingga daya kembang menjadi terbatas (Majzoobi dkk, 2015; Aydogdu dkk, 2018). Struktur serat yang mengikat air juga dapat menghambat pembentukan gluten dan mengurangi elastisitas adonan, menyebabkan volume akhir yang tidak maksimal.

2. Hasil Uji Sensoris

Uji sensoris dilakukan oleh 45 panelis agak terlatih untuk menilai mutu sensoris *mud cake* yang dibuat menggunakan *buttermilk* dari *almond milk*, *oat milk*,

dan *soy milk*. Aspek yang diuji meliputi warna bagian dalam, aroma buttermilk, kelembutan, kelembaban, rasa cokelat, rasa buttermilk, serta ukuran pori/rongga. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar aspek sensoris tidak berbeda nyata antar perlakuan kecuali pada aspek kelembutan yang menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji Kruskal-Wallis.

Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan warna cokelat kemerahan pada bagian dalam kue dan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Keseragaman warna ini menunjukkan bahwa jenis buttermilk modifikasi nabati tidak berpengaruh signifikan terhadap reaksi Maillard selama pemanggangan. Menurut Yu dkk (2023), komponen protein dan gula reduksi dalam sari nabati seperti *soy milk*, *almond milk*, dan *oat milk* dapat tetap memicu reaksi pencoklatan non-enzimatik yang serupa, terutama karena kandungan amilosa, maltosa, dan protein nabati masih mampu menghasilkan pigmen melanoidin. Menurut Afoakwa dkk (2008), warna khas cokelat dipengaruhi oleh tingkat fermentasi dan pemanggangan kakao. Semakin tinggi suhu pemanggangan, maka warna yang dihasilkan berubah dari cokelat kemerahan menuju cokelat tua akibat dekomposisi antosianin dan kondensasi polifenol menjadi melanoidin.

Hasil uji sensoris pada aspek aroma *buttermilk* menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki aroma *buttermilk* yang tidak kuat, dengan hasil akhir tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Menurut Lapčiková dkk (2024), senyawa volatil pada emulsi nabati cenderung tereduksi selama proses termal karena ikatan dengan protein atau lipid nabati lebih stabil dibandingkan susu sapi. Dalam hal ini, ketiga jenis sari nabati yang digunakan mengandung senyawa volatil yang mudah menguap, sehingga aroma asam khas *buttermilk* berkurang setelah dipanggang. Selain itu, keberadaan cokelat dalam adonan turut mendominasi profil aroma sehingga mengurangi persepsi aroma *buttermilk* oleh panelis.

Hasil uji sensoris pada aspek kelembutan menunjukkan bahwa tingkat kelembutan *mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *almond milk* dan *soy milk* tergolong dalam kategori lembut dan *soy milk* tergolong sangat lembut. Terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka selanjutnya dilakukan uji Tukey yang menyatakan bahwa seluruh sampel berbeda nyata dengan produk dengan kualitas kelembutan tertinggi adalah produk *mud cake* dengan *buttermilk* modifikasi *soy milk*.

Kelembutan yang lebih baik pada *mud cake* berbasis *soy milk* disebabkan oleh peran protein kedelai dalam struktur adonan. Protein tersebut memiliki sifat fungsional yang berperan dalam pembentukan dan stabilisasi matriks adonan selama proses pengolahan dan pemanggangan (Damodaran et al., 2005). Protein tersebut mampu membantu mempertahankan gelembung udara yang terbentuk di dalam adonan serta meningkatkan kemampuan retensi air, sehingga struktur internal yang dihasilkan menjadi lebih halus dan elastis. Selama proses pemanggangan, protein kedelai mengalami koagulasi secara bertahap yang mendukung kestabilan struktur adonan dan mencegah keruntuhan pori, sehingga menghasilkan distribusi rongga udara yang lebih seragam (Yudina & Bezruchenko, 2023). Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Erfanian dan Rasti (2019), bahwa penggunaan *soy milk* pada kue dapat menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan mutu sensori yang baik, yang menunjukkan bahwa protein *soy* memiliki fungsi fungsional dalam perbaikan tekstur produk kue.

Hasil uji sensoris pada aspek kelembaban menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki tingkat kelembaban yang berada di kategori lembab dan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Secara deskriptif terlihat bahwa perlakuan dengan *buttermilk* dari *soy milk* menghasilkan tingkat kelembaban tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh *buttermilk* modifikasi nabati mampu mempertahankan kadar air pada adonan *mud cake*, tetapi *soy milk* memberikan efek retensi air paling baik, sehingga panelis menilai tekstur *mud cake* dengan *buttermilk* dari *soy milk* paling lembab.

Kelembaban suatu produk *pastry* sangat dipengaruhi oleh kemampuan bahan dalam mengikat air selama proses pemanggangan dan pendinginan. Menurut Lapčiková dkk (2024), kemampuan ini tergantung pada kandungan protein, lemak, dan serat larut dari bahan cair yang digunakan. Pada penelitian ini, *soy milk* memiliki kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan *almond* dan *oat milk*. Protein kedelai bersifat amfifilik, yang memungkinkan pembentukan jaringan emulsi stabil antara air dan lemak dalam adonan (Ding dkk, 2021). Ketika adonan dipanggang, struktur emulsi ini memerangkap air di dalam jaringan tepung dan lemak, sehingga mengurangi kehilangan kelembaban akibat penguapan.

Hasil uji sensoris pada aspek rasa cokelat menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki intensitas rasa yang berada di kategori kuat, dengan hasil uji antar perlakuan yang tidak berbeda nyata. Meskipun tiap jenis *buttermilk* modifikasi memiliki komposisi yang berbeda, tidak ada perbedaan signifikan dalam intensitas rasa cokelat karena dominasi rasa dari cokelat jauh lebih kuat dibandingkan kontribusi rasa dari sari nabati. Menurut Yu dkk (2023), sari nabati seperti *soy milk*, *almond milk*, dan *oat milk* memiliki rasa dasar netral hingga sedikit manis dan tidak mengandung komponen pahit yang dapat menutupi rasa kakao. Selain itu, sifat asam lemah dari *buttermilk* membantu menonjolkan persepsi rasa cokelat melalui penurunan pH, yang memperkuat sensasi pahit dan asam alami kakao. Dengan demikian, rasa cokelat yang kuat pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa jenis sari nabati dalam *buttermilk* tidak menurunkan kualitas rasa cokelat, melainkan mendukung kestabilan dan persepsi rasa yang konsisten.

Hasil uji sensoris pada aspek rasa *buttermilk* menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki intensitas rasa yang berada di kategori tidak kuat. Tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Menurut Lapčiková dkk (2024), pH sari nabati seperti *soy*, *almond*, dan *oat* lebih netral (pH 6,5–7,0) dibandingkan susu sapi (pH 6,4–6,6). Hal ini menyebabkan reaksi asidifikasi saat penambahan asam menjadi lebih lemah, sehingga rasa asam khas *buttermilk* tidak terlalu menonjol. Selain itu, lemak dan protein nabati dapat menutupi rasa asam dengan menghasilkan sensasi yang lebih lembut dan *creamy* di mulut (Ding dkk, 2021). Rasa cokelat yang kuat juga berperan dalam menyamarkan rasa *buttermilk*. Oleh karena itu, panelis menilai rasa *buttermilk* tidak kuat pada semua perlakuan.

Hasil uji sensoris pada aspek ukuran pori/rongga menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki ukuran yang berada di kategori kecil, dan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Ukuran pori bergantung pada proses pengembangan gas (CO₂) yang terbentuk dari reaksi bahan pengembang dan kemampuan adonan menahan gelembung udara (*gas retention*) selama pemanggangan. Struktur ini dikontrol oleh viskositas adonan, kandungan protein, lemak, dan emulsi yang terbentuk.

Perlakuan dengan *buttermilk* dari *soy milk* menghasilkan pori dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dua jenis lainnya. Hal ini dikaitkan dengan kandungan protein tinggi yang bersifat amfifilik dan dapat berfungsi sebagai emulsifier alami (Rahmati dkk, 2012; Ding dkk, 2021). Protein ini melapisi permukaan gelembung udara dan membentuk film yang elastis, sehingga udara dapat tertahan lebih stabil selama pemanggangan. Menurut Ding dkk (2021), protein kedelai membentuk lapisan antarmuka kuat antara fase air dan lemak yang mencegah pecahnya gelembung gas.

Penelitian Lapčiková dkk (2024) menunjukkan bahwa emulsi berbasis protein nabati (seperti *soy milk*) membentuk jaringan film emulsi yang kuat dan fleksibel, sehingga mempertahankan bentuk gelembung selama proses termal. Sebaliknya, adonan berbasis lemak tinggi dan protein rendah (seperti *almond milk*) memiliki stabilitas antarmuka lemah, menghasilkan struktur rongga lebih besar. *Buttermilk* dari *oat milk* menghasilkan pori berukuran sedang dan relatif seragam. *Oat milk* mengandung betaglukan, serat larut yang meningkatkan viskositas adonan (Majzoobi dkk, 2015; Aydogdu dkk, 2018), namun, viskositas yang tinggi ini menyebabkan ekspansi gas selama pemanggangan dapat terhambat, menghasilkan pori yang lebih kecil, padat, dan tidak beraturan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian relevan yang dilakukan oleh Rojas dan Pérez (2022) yang menunjukkan bahwa *buttermilk* tidak hanya berfungsi sebagai bahan cair, tetapi juga sebagai komponen aktif yang memengaruhi pembentukan struktur internal *cake*. Reaksi asam basa antara *buttermilk* dan bahan pengembang menghasilkan gas CO₂ yang berperan dalam pembentukan rongga udara, sementara karakteristik adonan menentukan kemampuan gas tersebut untuk dipertahankan selama pemanggangan. Penelitian ini memperluas temuan sebelumnya mengenai fungsi *buttermilk* pada *cake* dengan menunjukkan bahwa *buttermilk* modifikasi nabati juga mampu memberikan efek fungsional yang sebanding dalam pembentukan struktur dan mutu tekstural *mud cake*.

Penelitian relevan yang selaras dengan hasil penelitian ini adalah studi yang dilakukan oleh Yudina dan Bezruchenko (2023), yang melaporkan bahwa komponen fungsional dalam *buttermilk*, khususnya protein, berperan penting dalam meningkatkan kualitas produk *cake* melalui mekanisme stabilisasi struktur adonan dan pengaturan distribusi rongga udara selama proses pemanggangan. Protein dalam *buttermilk* berfungsi membantu mempertahankan gelembung udara yang terbentuk di dalam adonan agar tidak mengalami koalesensi, sehingga menghasilkan struktur internal yang lebih seragam. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana penggunaan *buttermilk* dengan karakteristik yang berbeda, baik dari segi komposisi maupun sifat fungsionalnya, menghasilkan variasi pada struktur internal *mud cake*. Perbedaan struktur internal ini kemudian memengaruhi persepsi tekstur produk, terutama pada atribut kelembutan, yang menjadi salah satu parameter pembeda utama antar perlakuan.

3. Hasil Uji Derajat Keasaman (pH) dan Total Padatan Terlarut (TPT)

Pengukuran nilai pH dan TPT dilakukan untuk memperoleh gambaran karakteristik bahan cair yang digunakan dalam pembuatan *mud cake* dengan *buttermilk* berbasis sari nabati. Nilai pH dan TPT yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, meskipun tidak dilakukan uji signifikansi secara statistik. Berdasarkan hasil pada lampiran 7, *oat milk* memiliki nilai TPT tertinggi

(10 °Brix), diikuti oleh *soy milk* (9 °Brix), sedangkan *almond milk* menunjukkan nilai TPT terendah (4 °Brix). Sementara itu, nilai pH seluruh sampel relatif serupa dengan rentang 5–6, dengan *soy milk* menunjukkan nilai pH paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Perbedaan nilai TPT ini mencerminkan variasi kandungan padatan terlarut, seperti karbohidrat, protein, dan komponen terlarut lainnya, yang berpotensi memengaruhi sifat fisik dan tekstural produk akhir. Nilai TPT yang lebih tinggi pada *oat milk* dan *soy milk* berkontribusi terhadap peningkatan viskositas adonan, sehingga mendukung pembentukan struktur internal *mud cake* yang lebih stabil selama proses pemanggangan.

Selain itu, nilai TPT juga berkaitan dengan kemampuan adonan dalam mempertahankan kelembaban setelah pemanggangan. Komponen terlarut diketahui berperan sebagai pengikat air yang mampu menahan air dalam matriks kue melalui ikatan hidrofilik, sehingga dapat menurunkan laju evaporasi selama proses pemanggangan (El Hosry et al., 2025). Meskipun TPT tidak diuji secara statistik dalam penelitian ini, kecenderungan hasil sensoris menunjukkan bahwa sampel dengan TPT lebih tinggi memperoleh skor persepsi kelembaban yang lebih baik dibandingkan sampel dengan TPT lebih rendah.

Sementara itu, nilai pH yang relatif seragam pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa tingkat keasaman tidak memberikan pengaruh yang terlihat terhadap mutu fisik maupun sensori secara jelas. Nilai pH berada pada rentang yang masih sesuai untuk mendukung reaksi pengembangan dari bahan *leavening* serta reaksi Maillard yang berkontribusi terhadap pembentukan warna coklat pada *mud cake* (Damodaran, 2005). Hal ini didukung oleh kesamaan skor sensoris pada atribut warna bagian dalam yang tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, serta tidak ditemukannya rasa asam yang dominan pada salah satu sampel.

Berdasarkan keseluruhan hasil, dapat disimpulkan bahwa TPT menunjukkan kecenderungan berkontribusi terhadap parameter sensoris tertentu, khususnya kelembutan dan kelembaban, sedangkan pH tidak menunjukkan hubungan yang jelas terhadap perubahan mutu *mud cake* pada penelitian ini. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor komposisi bahan cair, khususnya kandungan padatan terlarut, berpotensi lebih berpengaruh terhadap mutu akhir *mud cake* dibandingkan variasi pH dalam rentang yang relatif kecil sebagaimana pada penelitian ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh penggunaan *buttermilk* berbasis *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap sifat fisik dan mutu sensoris *mud cake*. Parameter yang diuji meliputi aspek *baking loss* dan daya kembang untuk uji fisik dan aspek warna bagian dalam, aroma *buttermilk*, kelembutan, kelembaban, rasa coklat, rasa *buttermilk*, dan ukuran pori/rongga untuk uji sensoris.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat pengaruh pada uji fisik menggunakan uji Anova pada aspek *baking loss*, yang kemudian dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Duncan. Melalui uji Duncan, dapat dilihat bahwa perlakuan dengan perbedaan nyata adalah perlakuan dengan *buttermilk* berbasis *soy milk* yang memiliki nilai *baking loss* paling rendah sebesar 10%, menandakan

kehilangan air yang paling sedikit selama proses pemanggangan. Hal ini dikarenakan adanya kandungan protein dan lemak pada *soy milk* yang mampu membentuk jaringan emulsi stabil, meningkatkan retensi air, serta menurunkan kehilangan massa selama pemanasan.

Sementara itu, pada uji sensoris menggunakan uji Kruskal-Wallis, dapat terlihat bahwa tidak terdapat pengaruh penggunaan *buttermilk* dari *almond milk*, *oat milk*, dan *soy milk* terhadap aspek warna bagian dalam, aroma *buttermilk*, kelembaban, rasa coklat, rasa *buttermilk*, dan ukuran pori/rongga, namun terdapat perbedaan nyata pada aspek kelembutan. Setelah data kembali diuji menggunakan uji Tukey's, dapat terlihat bahwa kualitas kelembutan oleh seluruh sampel memiliki perbedaan nyata. Perbedaan nyata pada parameter kelembutan antar sampel disebabkan oleh perbedaan karakteristik kimia dan fungsional masing-masing *buttermilk* modifikasi nabati yang digunakan. Faktor seperti kemampuan retensi udara, viskositas adonan, kandungan protein, dan sifat bahan cair terbukti memengaruhi pembentukan struktur internal *mud cake* sehingga menghasilkan persepsi kelembutan yang berbeda secara signifikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *buttermilk* modifikasi *soy milk* merupakan alternatif terbaik untuk menggantikan *buttermilk fresh milk* dalam pembuatan *mud cake* nabati, karena menghasilkan tekstur paling lembut dan empuk, dan unggul dalam mempertahankan kelembaban dan menurunkan kehilangan air selama pemanggangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840–857. <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>
- Ali, A. H. (2018). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *International Journal of Dairy Technology*. <https://doi.org/10.1111/14710307.12572>
- Sen, M. (2019). Role of Probiotics in Health and Disease—A Review. *International Journal of Advancement in Life Sciences Research*. 2(2). 1–11.
- Sentana, A., Trisnawati, C. Y., Jati, I. R. A. P. (2017). Identifikasi Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Susu Nabati Yang Diformulasikan Dengan Linear Programming. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 17(2). 1693–9115.
- Sumarno, D., Muryanto, T., Sumindar, S. (2017). Hubungan Total Padatan Terlarut dan Konduktivitas Perairan di Danau Limboto, Provinsi Gorontalo. *BULETIN TEKNIK LITKAYASA Sumber Daya dan Penangkapan*. 15(2). 109-113. <https://doi.org/10.15578/btl.15.2.2017>.
- Susanti, R., Hidayat, E. (2016). Profil Protein Susu dan Produk Olahannya. *Jurnal MIPA*. 39(2). 98–106.
- Tarwendah P. I. (2017). Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2). 66–73.
- Taspinar, T., Yazici, G. N., & Güven, M. (2023). Evaluating the Potential of Using Plant-Based Milk Substitutes in Ice Cream Production. *Biology and Life Sciences Forum*, 26(1), 21. <https://doi.org/10.3390/Foods2023-15011>

- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How Well Do Plant-Based Alternatives Fare Nutritionally Compared to Cow's Milk? *Journal of Food Science and Technology*. 55(1):10–20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>.
- Wahyuningtias, D. (2010). Uji Organoleptik Hasil Jadi Kue Menggunakan Bahan Non-Instant dan Instant. *BINUS BUSINESS REVIEW*. 1(1). 116–125. <https://doi.org/10.21512/bbr.v1i1.1060>.
- Wandini, R. R., Wahyuni, A. T., Ramadhani, W., Yunita, I., Nafira, T. (2022). Eksperimen Perubahan Wujud Benda Menggunakan Cuka, Soda Kue dan Susu. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 4(3). 2028–2031. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i3.5010>.
- Wibowo, R. S., Ali, M. (2019). Alat Pengukur Warna dari Tabel Indikator Universal pH yang Diperbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Edukasi Elektro*. 3(2). 99–109.
- Widyawati, P. S., Ristiarini, S., Werdani, Y. D. W., Kuswardani, I., Herwina, I. N. (2019). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 18(2). 98–111.
- Winans, K. S., Macadam-Somer I., Kendall, A., Geyer, R., Marvinney, E. (2020). Life Cycle Assessment of California Unsweetened Almond Milk. LCA FOR ENERGY SYSTEMS AND FOOD PRODUCTS. 25. 577–587. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01716-5>.
- Winarno F. G. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: Embrio Press
- Yazıcı, G. N., Taspınar, T., Ozer, M. S. (2024). Evaluating The Potential of Using Plant-Based Milk Alternatives in Cake Production: A Review. *Proceedings of the 5th International Electronic Conference on Foods*. MDPI: Basel, Switzerland.
- Ye, J. H., Thomas, E., Sanguansri, L., Liang, Y. R., Augustin, M. A. (2013). Interaction Between Whole Buttermilk and Resveratrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(29), 7096–7101. <https://doi.org/10.1021/jf401784z>.
- Yu, Y., Li, X., Zhang, J., Li, X., Wang, J., & Sun, B. (2023). Oat Milk Analogue Versus Traditional Milk: Comprehensive Evaluation of Scientific Evidence for Processing Techniques and Health Effects. *Food chemistry: X*, 19, 100859. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100859>.