

Dekonstruksi Pangan Lokal: Rancang Bangun Susu Tempe Rempah sebagai Produk Gastronomi Berkelanjutan Berbasis Inovasi Pangan Fungsional

Elroy Edgar Waraney Karinda^{1*}, Diane Tangian², Silvana A. Wewengkang³

Program Studi Manajemen Perhotelan, Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia^{1,2,3}

*Email Korespondensi: elroy.karinda@gmail.com; dianetangian99@gmail.com
silvanawewengkang12@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted 06-Juli-2026

Received 07-Juli-2026

Published 13-Juli-2026

Keywords:

Tempeh Milk;
Functional Food;
Sustainable Gastronomy;
Deconstruction;
Spice Infusion;

Kata kunci:

Susu Tempe;
Pangan Fungsional;
Gastronomi Berkelanjutan;
Dekonstruksi;
Infusi Rempah;

ABSTRACT

This research is motivated by the stigma of tempeh as a lower-class food and the dependence on plant-based milk tied to high-carbon-footprint imported products. This study aims to design a tempeh deconstruction method to produce functional plant-based milk free from beany flavor, and to integrate it as a sustainable gastronomy icon in wellness tourism in North Sulawesi. Using a Research and Development method, the processing involves preparation, extraction and homogenization, local spice infusion, dual filtration, and aeration. Three formulations were sensorially tested using a hedonic scale (1-5) by 26 panelists: F1 (1:3 ratio), F2 (1:4 ratio), and F3 (1:5 ratio). The results show that the optimal formulation is F3 with a 1:5 ratio, achieving a 100% preference level in color, aroma, and taste, and 96.15% in texture. Steaming tempeh for 20 minutes with pandan leaves, along with a strategic increase in local spice concentration, successfully inactivated lipoxygenase enzymes and completely masked the beany aroma. Dual filtration and aeration using a hand frother also succeeded in eliminating coarse fibers, producing a very smooth and light emulsion texture. This innovative product has high commercial potential as a local plant-based milk alternative to support sustainable health tourism.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh stigma tempe sebagai makanan kelas bawah serta dominasi susu nabati impor yang memiliki jejak karbon tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang metode dekonstruksi tempe untuk menghasilkan susu nabati fungsional bebas aroma langu sekaligus mengintegrasikannya sebagai ikon gastronomi berkelanjutan dalam pengembangan *wellness tourism* di Sulawesi Utara. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan metode dekonstruksi tempe yang mengombinasikan pengukusan dengan daun pandan, infusi rempah lokal, filtrasi ganda, dan aerasi untuk menghilangkan aroma langu serta menghasilkan tekstur emulsi yang lebih halus, sekaligus menawarkan pendekatan yang menghubungkan inovasi pangan lokal dengan konsep pariwisata kesehatan berkelanjutan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) melalui

tahapan persiapan bahan, ekstraksi dan homogenisasi, infusi rempah lokal, filtrasi ganda, serta aerasi. Tiga formulasi diuji secara sensorik menggunakan skala hedonik (1-5) oleh 26 panelis, yaitu F1 (rasio 1:3), F2 (rasio 1:4), dan F3 (rasio 1:5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi terbaik adalah F3 (rasio 1:5) dengan tingkat kesukaan mencapai 100% pada aspek warna, aroma, dan rasa, serta 96,15% pada tekstur. Pengukusan tempe selama 20 menit dengan daun pandan dan peningkatan konsentrasi rempah lokal berhasil menekan aktivitas enzim lipoksigenase sehingga aroma langu dapat dihilangkan secara efektif, sedangkan filtrasi ganda dan aerasi menggunakan *hand frother* menghasilkan tekstur emulsi yang lebih halus dan ringan. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa model pengolahan susu tempe yang meningkatkan penerimaan sensorik sekaligus memperluas pemanfaatan tempe sebagai produk gastronomi inovatif yang mendukung pengembangan *wellness tourism* dan diversifikasi pangan lokal berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Tidak diragukan lagi bahwa Indonesia memiliki keanekaragaman yang kaya, terutama karena itu mengklaim status sebagai pusat pangan fungsional dunia yang berpengaruh. Di tengah dinamika krisis pangan global dan meningkatnya kesadaran akan sistem pangan yang tangguh, kearifan lokal yang telah diwariskan dari generasi ke generasi telah muncul dalam bentuk khasnya, yaitu tempe. Sebuah produk fermentasi kedelai murni khas nusantara, tempe sebenarnya lahir dari kecerdasan purbakala yang membentuk inovasi leluhur yang hati-hati dalam membudidayakan sumber daya alam ini. Semakin menuanya peradaban manusia, tempe telah berkembang bersama dengan tingkat legitimasi luar biasa di panggung dunia, baik sebagai sumber gizi yang bergengsi secara internasional maupun sebagai *superfood* yang merepresentasikan kedaulatan pangan nasional, terutama karena kualitas nutrisinya yang tinggi. Ini termasuk protein tinggi, senyawa bioaktif untuk sistem pencernaan, dan aktivitas antioksidan yang tinggi, sehingga menjadi pilihan yang ideal untuk memenuhi asupan nutrisi berkualitas tinggi yang sesuai dengan gaya hidup sehat. Secara ontologis, tempe bukan sekadar komoditas biologis, melainkan representasi khazanah budaya bangsa yang memancarkan nilai historis dan identitas kolektif Indonesia dalam panggung peradaban dunia (Tamam, 2022). Bahkan, pengakuan tempe sebagai Warisan Budaya Takbenda oleh UNESCO semakin mempertegas posisinya sebagai elemen vital dalam diplomasi kuliner Indonesia. Namun, sebuah ironi gastronomi terjadi di tengah gemerlapnya potensi tersebut; eksistensi tempe dalam konsumsi domestik masih terjebak dalam stigma kesederhanaan, di mana dominasi olahan tradisional yang monoton seolah mereduksi kemegahan nilai filosofis dan fungsionalnya menjadi sekadar hidangan kelas dua.

Realitas empiris menunjukkan adanya disonansi antara potensi intrinsik tempe dengan persepsi pasar modern. Di satu sisi, upaya transformasi produk berbasis tempe terus diupayakan guna memecah stagnasi tersebut. Inovasi melalui integrasi pewarna alami dan rempah-rempah telah terbukti secara ilmiah mampu mengamplifikasi kapasitas antioksidan sekaligus memperkaya estetika visual produk (Sulistyo *et al.*, 2024). Di sisi lain, jaminan kualitas melalui penerapan Cara Produksi Pangan yang Baik (CPPB) serta literasi konsumen menjadi pilar utama yang menentukan akseptabilitas dan keberlanjutan produk di pasar pariwisata yang kian selektif (Komala *et al.*, 2024). Gerakan pemberdayaan masyarakat pun kian masif dilakukan untuk mentransformasi tempe menjadi pangan fungsional yang mampu memicu kreativitas kolektif dan kesadaran hidup sehat (Indrasari *et al.*, 2022; Inderawati *et al.*, 2025). Namun, terlepas dari segala kemajuan tersebut, sebuah kesenjangan kritis (*critical research gap*) masih menyelimuti literatur saat ini: fokus penelitian masih terfragmentasi pada aspek gizi dasar, standar keamanan operasional, dan pengembangan produk dalam format padat (*solid food*). Belum banyak eksplorasi yang menyentuh ranah perubahan matriks pangan (*food matrix*) dari bentuk padat ke bentuk cair (*liquid*) yang tetap mempertahankan karakteristik sensoris dan fungsional tempe secara optimal.

Dalam cakrawala pariwisata global, kini tengah terjadi pergeseran paradigma menuju *Sustainable Gastronomy* yang dipacu oleh lonjakan permintaan *plant-based milk* (susu nabati). Tren ini bukan sekadar preferensi diet, melainkan sebuah pernyataan etis atas kesadaran kesehatan dan pelestarian lingkungan. Di sinilah urgensi dekonstruksi pangan lokal muncul sebagai strategi radikal untuk mereposisi tempe dari sekadar bahan masakan menjadi sebuah karya seni gastronomi yang elegan. Dekonstruksi memungkinkan kita untuk mengekstraksi esensi tempe, menghancurkan batasan bentuk konvensional, dan menyajikannya kembali dalam wujud minuman fungsional yang mampu berdialog dengan selera global tanpa kehilangan akar budayanya. Pendekatan dekonstruksi ini bukan sekadar mengubah bentuk, melainkan proses intelektual untuk membongkar elemen sensoris tempe dan merakitnya kembali dengan teknik modern guna menciptakan pengalaman bersantap yang transformatif.

Rancang bangun susu tempe rempah yang diusulkan dalam penelitian ini membawa *novelty* (kebaruan) yang signifikan melalui integrasi tiga pilar utama: nilai gizi fungsional, estetika gastronomi modern, dan prinsip keberlanjutan. Secara teoritis, produk ini menerapkan konsep ekonomi sirkular dalam pariwisata dengan memanfaatkan bahan baku lokal untuk meminimalkan jejak karbon (*carbon footprint*) transportasi yang biasanya menjadi beban ekologis pada produk susu nabati impor seperti almond atau oat. Penambahan rempah-rempah nusantara bukan hanya berfungsi sebagai agen pengawet alami dan peningkat nilai fungsional, tetapi juga sebagai narasi budaya yang memperkuat profil rasa unik Indonesia. Dengan memadukan tempe dan rempah-rempah eksotis nusantara, penelitian ini berupaya menciptakan harmoni sensoris yang dramatis, sebuah perlawanan terhadap dominasi global melalui inovasi lokal. Oleh karena itu, penelitian mengenai karakteristik dan rancang bangun susu tempe rempah ini menjadi mendesak untuk dilakukan, guna mengisi ruang hampa dalam inovasi

pangan fungsional yang selama ini belum mampu mengintegrasikan pendekatan gastronomi berkelanjutan sebagai wajah baru pariwisata kuliner Indonesia yang berdaya saing internasional.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun (*research and development*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan produk minuman berbasis tempe dan rempah-rempah nusantara (jahe, cengkeh, dan kayu manis) yang dimodifikasi menjadi susu tempe rempah. Pendekatan ini dipilih untuk menghasilkan produk inovasi baru juga untuk menguji karakteristiknya baik dari segi aroma, rasa, tekstur, warna, dan kemasan (uji organoleptik). Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan, dimulai dari bulan April hingga Juni 2026. Proses rancang bangun produk dilakukan di Laboratorium Kitchen/Pastry jurusan pariwisata Politeknik Negeri Manado.

Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini dipilih untuk memastikan objektivitas dan akurasi penilaian sensoris produk. Jumlah partisipan dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Partisipan Penelitian

Partisipan	Jumlah	Kriteria
Panelis Ahli	1 Orang	Chef, CDP
Panelis Terlatih	10 Orang	Mahasiswa, dosen
Panelis Tidak Terlatih	15 Orang	Konsumen umum
Total	26 Orang	

Sumber: Data primer diolah, 2026

Instrumen yang digunakan untuk memudahkan pengukuran data dalam penelitian rancang bangun susu tempe rempah ini meliputi eksperimen dan uji organoleptik. Peneliti melakukan eksperimen dengan melakukan uji coba berulang terhadap pengelolaan susu tempe rempah sehingga menjadi minuman. Ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi produk susu tempe rempah sehingga menghasilkan produk yang berkualitas terbaik. Uji organoleptik menjadi alat utama dalam menilai kualitas produk olahan tempe dan rempah yang nantinya dihasilkan menjadi susu tempe rempah, sehingga dapat diketahui sejauh mana produk tersebut dapat diterima oleh responden. Hasil dari uji organoleptik ini akan menjadi dasar penting dalam penelitian kelayakan produk yang nantinya akan dipasarkan sebagai alternatif minuman sehat dalam *market plant-based milk*. Pada uji organoleptik ini penulis menggunakan skala hedonik 1-5 di mana angka 1 = Sangat Tidak Suka, 2 = Tidak Suka, 3 = Netral, 4 = Baik, dan 5 = Sangat Suka.

Tabel 2. Bahan Pembuatan Susu Tempe Rempah

No	Nama Bahan	Spesifikasi
1	Tempe Kedelai	Tempe segar kemasan daun pisang, kematangan 48 jam
2	Air Mineral	Air murni standar galon
3	Jahe Merah	Segar, dibersihkan, dan diiris tipis
4	Kayu Manis	Batang kayu manis kering berkualitas tinggi
5	Cengkeh	Cengkeh kering utuh

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 3. Alat Pembuatan Susu Tempe Rempah

No	Produk	Alat yang Digunakan	Spesifikasi
1	Alat Persiapan	Timbangan digital, pisau, talenan, wadah stainless steel	
2	Alat Pengolahan	Blender, panci stainless steel, termometer digital, kain saring (cheesecloth)	
3	Alat Penyajian/Uji	Gelas, botol/kemasan	

Sumber: Data primer diolah, 2026

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian pembuatan tempe rempah ini berfokus pada penilaian profil organoleptik dan karakteristik fisik-kimia produk. Data dianalisis untuk melihat apakah desain produk berhasil memenuhi standar yang diinginkan untuk warna, aroma, dan kualitas.

Analisis Karakteristik Sensorik

Data utama berasal dari uji kesukaan (hedonik) untuk menilai keberhasilan konstruksi produk dari sisi pengguna (panelis). Analisis profil aroma menekankan pada efektivitas inaktivasi enzim. Analisis dilakukan untuk melihat bagaimana aroma langu (rasa kacang) memudar dan digantikan dengan aroma rempah yang kuat dan bersih. Analisis profil rasa dilakukan untuk menilai harmoni antara khas tempe dan rempah Nusantara.

Analisis Karakteristik Fisik-Kimia Produk

Analisis digunakan sebagai studi objektif terhadap karakteristik produk yang sedang diperiksa, meliputi karakteristik nutrisi utama produk dan karakteristik fungsional produk. Hasil penelitian digunakan untuk menunjukkan bahwa meskipun wujudnya telah diubah, produk tetap mempertahankan protein dan menunjukkan peningkatan kualitas produk jika dibandingkan dengan susu tempe tanpa rempah.

Penentuan Formulasi Akhir

Evaluasi produk akhir dilakukan dengan menggunakan metode Indeks Efektivitas untuk menganalisis seluruh hasil analisis karakterisasi (rasa, aroma, tekstur, dan gizi). Formula dengan nilai tertinggi dianggap sebagai hasil pembangunan yang paling sukses, sehingga meningkatkan kualitas produk pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempe merupakan produk bioteknologi pangan asli Indonesia yang memiliki keunggulan biologis jauh di atas kacang kedelai utuh maupun susu kedelai konvensional. Selama proses fermentasi oleh kapang *Rhizopus oligosporus*, terjadi sekresi enzim ekstraseluler seperti protease, lipase, dan amilase. Enzim protease memecah protein kompleks kedelai (glisinin dan beta-konglisinin) menjadi peptida rantai pendek dan asam amino bebas yang bersifat larut air. Hal ini meningkatkan ketercernaan protein (*protein digestibility*) secara signifikan di dalam saluran pencernaan manusia. Secara filosofis, tempe telah diakui sebagai Warisan Budaya Takbenda oleh UNESCO. Namun, penerimaan domestik terhadap tempe masih sering kali terhambat oleh stigma bahwa tempe merupakan komoditas pangan kelas bawah dengan metode

pengolahan tradisional yang monoton. Memilih tempe sebagai objek rekonstruksi gastronomi molekuler merupakan langkah radikal untuk menaikkan kelas (*premiumization*) pangan lokal ini ke ranah kuliner modern (*modernist cuisine*).

Kegiatan penelitian rancang bangun (*Research and Development*) produk "Susu Tempe Rempah" ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2026 di Laboratorium Kitchen dan Pastry, Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Manado. Pengujian mutu sensorik (uji organoleptik) diselenggarakan di Restoran Praktik Politeknik Negeri Manado dengan mengatur tata cahaya, sirkulasi udara, dan tingkat kebisingan guna meminimalkan distorsi penilaian subjektif dari para panelis.

Tabel 4. Bahan Pembuatan Susu Tempe Rempah

No	Nama Bahan	Spesifikasi
1	Tempe Kedelai	Segar kemasan daun pisang, kematangan 48 jam
2	Air Mineral	Air murni standar galon
3	Jahe Merah	Segar, dibersihkan, diiris tipis
4	Kayu Manis	Batang kayu manis kering berkualitas tinggi
5	Cengkeh	Cengkeh kering utuh
6	Gula Aren	Gula aren cair sebagai pemanis alami

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 5. Alat Pembuatan Susu Tempe Rempah

No	Produk	Alat yang Digunakan
1	Alat Persiapan	Timbangan digital, pisau, talenan, wadah stainless steel
2	Alat Pengolahan	Blender, panci stainless steel, termometer digital, kain saring (cheesecloth)
3	Alat Penyajian/Uji	Gelas, botol/kemasan

Sumber: Data primer diolah, 2026

Proses rancang bangun menghasilkan tiga kali uji formulasi susu tempe rempah dengan perbedaan pada konsentrasi rasio tempe-air serta persentase infusi rempah. Ketiga formula ini dinotasikan sebagai F1 (Rasio Tempe-Air 1:3), F2 (Rasio Tempe-Air 1:4), dan F3 (Rasio Tempe-Air 1:5).

Hasil Uji Coba 1 (F1)

Pada uji coba pertama penulis menggunakan konsentrasi rasio tempe-air 1:3 dengan air 1.000 ml dan tempe 333,33 g.

Tabel 6. Bahan Uji Coba 1 (F1) Susu Tempe Rempah

Komponen Bahan	Spesifikasi Teknis	Takaran
Tempe Kedelai	Segar, fermentasi 48 jam	333,33 g
Air Mineral	Ekstraksi pelarut	1.000 ml
Jahe Merah	Dimemarkan, diiris tipis	1% (10 g)
Kayu Manis	Batang kering utuh	1% (10 g)
Cengkeh	Kering utuh	0.5% (5 g)
Gula Aren	Gula aren bubuk	2% (20 g)

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 7. Rekapitan Responden Uji Coba 1 (F1)

No	Indikator Penilaian	1	2	3	4	5
1	Warna	-	-	-	61,54%	38,46%
2	Aroma	-	-	23,08%	38,46%	38,46%
3	Rasa	-	-	42,31%	38,46%	19,23%
4	Tekstur	-	-	30,77%	26,92%	42,31%

Sumber: Data primer diolah, 2026

Berdasarkan uji coba pertama, aspek warna menunjukkan tingkat penerimaan positif (100%). Aspek aroma masih menyisakan sedikit aroma langu (23,08% netral). Aspek rasa menjadi yang terendah (42,31% netral) karena rasa kedelai terlalu dominan. Aspek tekstur menunjukkan 42,31% sangat suka namun masih ada sensasi "berpasir" akibat rasio padatan yang tinggi.

Hasil Uji Coba 2 (F2)

Pada uji coba 2, penulis menggunakan rasio tempe-air 1:4 dengan tempe 250 g dan air 1.000 ml serta peningkatan konsentrasi rempah.

Tabel 8. Bahan Uji Coba 2 (F2) Susu Tempe Rempah

Komponen Bahan	Spesifikasi Teknis	Takaran
Tempe Kedelai	Segar, fermentasi 48 jam	250 g
Air Mineral	Ekstraksi pelarut	1.000 ml
Jahe Merah	Dimemarkan, diiris tipis	3% (30 g)
Kayu Manis	Batang kering utuh	1.5% (30 g)
Cengkeh	Kering utuh	1% (10 g)
Gula Aren	Gula aren bubuk	2% (20 g)

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 9. Rekapitan Responden Uji Coba 2 (F2)

No	Indikator Penilaian	1	2	3	4	5
1	Warna	-	-	-	23,08%	76,92%
2	Aroma	-	-	-	38,46%	61,54%
3	Rasa	-	-	30,77%	30,77%	38,46%
4	Tekstur	-	-	-	30,77%	69,23%

Sumber: Data primer diolah, 2026

Pada uji coba kedua, terjadi peningkatan signifikan pada semua aspek. Aroma berhasil mengeliminasi respon netral menjadi 0% berkat perpanjangan waktu pengukusan menjadi 20 menit dan peningkatan konsentrasi rempah. Tekstur juga meningkat signifikan (100% positif) karena penurunan rasio padatan tempe. Namun, rasa masih menyisakan 30,77% netral karena sebagian panelis masih mengharapkan sensasi rempah yang lebih dominan.

Hasil Uji Coba 3 (F3)

Pada uji coba 3, penulis menggunakan rasio tempe-air 1:5 dengan tempe 200 g dan air 1.000 ml serta peningkatan konsentrasi rempah secara intensif.

Tabel 10. Bahan Uji Coba 3 (F3) Susu Tempe Rempah

Komponen Bahan	Spesifikasi Teknis	Takaran
Tempe Kedelai	Segar, fermentasi 48 jam	200 g
Air Mineral	Ekstraksi pelarut	1.000 ml
Jahe Merah	Dimemarkan, diiris tipis	5% (50 g)
Kayu Manis	Batang kering utuh	5% (50 g)
Cengkeh	Kering utuh	2.5% (25 g)
Gula Aren	Gula aren bubuk	2% (20 g)

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 11. Rekapitan Responden Uji Coba 3 (F3)

No	Indikator Penilaian	1	2	3	4	5
1	Warna	-	-	-	11,54%	88,46%
2	Aroma	-	-	-	7,69%	92,31%
3	Rasa	-	-	-	15,38%	84,62%
4	Tekstur	-	-	-	3,85%	96,15%

Sumber: Data primer diolah, 2026

Pada uji coba ketiga, seluruh indikator mencapai tingkat penerimaan 100% positif. Warna mencapai 88,46% sangat suka dengan warna yang bersih dan homogen. Aroma mencapai 92,31% sangat suka karena konsentrasi tinggi rempah berhasil menutup total aroma langu. Rasa mencapai 84,62% sangat suka dengan harmoni sempurna antara gurih tempe dan hangat rempah. Tekstur mencapai 96,15% sangat suka dengan cairan yang ringan namun creamy.

Rekapitulasi Formulasi

Tabel 12. Rekapitan Formulasi Rancang Bangun Susu Tempe Rempah

Komponen Bahan	Spesifikasi Teknis	F1	F2	F3
Tempe Kedelai	Segar, fermentasi 48 jam	333,33 g	250 g	200 g
Air Mineral	Ekstraksi pelarut	1.000 ml	1.000 ml	1.000 ml
Jahe Merah	Dimemarkan, diiris tipis	1% (10 g)	3% (30 g)	5% (50 g)
Kayu Manis	Batang kering utuh	1% (10 g)	1.5% (30 g)	5% (50 g)
Cengkeh	Kering utuh	0.5% (5 g)	1% (10 g)	2.5% (25 g)
Gula Aren	Gula aren bubuk	2% (20 g)	2% (20 g)	2% (20 g)

Sumber: Data primer diolah, 2026

Tabel 13. Rangkuman Hasil Responden Uji Coba 1-3

No	Indikator Organoleptik	F1	F2	F3	Interpretasi Tren Data
1	Warna	100%	100%	100%	Stabil sempurna pada seluruh formula
2	Aroma	76,92%	100%	100%	Meningkat seiring inaktivasi enzim lipoksigenase
3	Rasa	57,69%	69,23%	100%	Meningkat tajam akibat interaksi sinergis minyak atsiri dan rasio air yang pas
4	Tekstur	69,23%	100%	100%	Meningkat linear berkat penurunan serat kasar dan peningkatan fasa kontinu air

Sumber: Data primer diolah, 2026

Pembahasan

Analisis Fisiokimia Matriks Tempe dan Kestabilan Koloid

Kegagalan tekstur pada uji coba pertama (F1) dengan rasio 1:3 terjadi karena ketidakstabilan koloid akibat tingginya konsentrasi padatan serat kasar kedelai tidak terlarut. Serat makro ini membentuk suspensi kasar yang mendominasi fasa kontinu. Akhirnya pada saat ditelan, serat kasar bergeseran langsung di dinding tenggorokan sehingga memicu sensasi berpasir dan gatal. Pada uji coba ketiga (F3) dengan rasio 1:5, volume fasa kontinu air ditingkatkan, secara mekanis menurunkan kerapatan pada golongan serat kasar tak larut. Melalui teknik filtrasi ganda menggunakan *cheesecloth*, serat kasar tersebut disaring secara total. Sinergi penambahan *soya lecithin* dan *xanthan gum* bekerja secara bersamaan. Lesitin menurunkan tegangan antara minyak dan air dengan membungkus droplet lemak kedelai, sementara *xanthan gum* meningkatkan viskositas guna menghambat pergerakan bebas droplet. Proses pengocokan menggunakan *hand-frother* selama 30 detik memberikan gaya geser mekanis (*shear force*) tinggi yang memecah droplet minyak menjadi ukuran mikron, sekaligus menginduksi fasa gas udara ke dalam matriks viskos emulsi. Hal ini menghasilkan busa mikro stabil (*stable microfoam*) yang memberikan sensasi *creamy* yang tebal namun sangat lembut saat melewati rongga mulut (*velvety mouthfeel*).

Mekanisme Flavor Masking Tempe dan Sinergi Rempah Nusantara

Aroma langu (*beany flavor*) merupakan kendala yang mengurangi nilai sensoris produk susu tempe. Aroma ini terbentuk ketika lipid tak jenuh kedelai seperti asam linoleat dioksidasi oleh enzim lipoksigenase secara cepat. Dalam rancang bangun susu tempe rempah pada uji coba ketiga (F3), bau langu dan bau fermentasi kapang tempe berhasil ditekan secara mutlak melalui dua mekanisme. Pertama, proses penanganan awal (*pre-treatment*) berupa pengukusan tempe kedelai basah selama 20 menit bersama dengan daun pandan pada suhu konstan $>80^{\circ}\text{C}$ berhasil menaturalisasi struktur protein tersier dari enzim lipoksigenase sebelum proses pelumatan mekanis di blender dilakukan. Kedua, peningkatan infusi rempah lokal pada uji coba ketiga (F3), yaitu jahe merah (5%), kayu manis (5%), dan cengkeh (2,5%) selama perebusan dengan metode *double boiler*. Senyawa aktif seperti *gingerol* dan *shogaol*, *cinnamaldehyde*, serta *eugenol* memiliki tekanan uap jenuh yang lebih tinggi dibanding sisa residu senyawa volatil dari tempe. Akhirnya, molekul volatil rempah mendominasi fasa gas di atas permukaan produk sehingga menyamarkan bau khas kedelai fermentasi secara total. Sensasi pedas hangat dari jahe merah dan manis alami dari kayu manis dan gula aren memberikan stimulasi yang harmonis di lidah sehingga rasa pahit dari kedelai utuh tersamarkan. Karakteristik gurih alami dari tempe justru menyatukan karakter pedas dan manis dari rempah sehingga menciptakan profil rasa minuman fungsional yang premium khas Sulawesi Utara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian rancang bangun susu tempe rempah yang telah dilakukan melalui tiga tahap uji formulasi (F1, F2, dan F3), dapat disimpulkan bahwa dekonstruksi tempe menjadi minuman susu nabati fungsional berbasis rempah nusantara berhasil dilakukan dengan optimal pada formulasi F3. Formulasi terbaik diperoleh pada rasio tempe-air 1:5 dengan konsentrasi jahe merah 5%, kayu manis 5%, dan cengkeh 2,5%. Formulasi ini menghasilkan tingkat penerimaan panelis sebesar 100% pada aspek warna, aroma, dan rasa, serta 96,15% pada aspek tekstur.

Keberhasilan formulasi F3 ditopang oleh dua mekanisme utama. Pertama, pengukusan tempe selama 20 menit dengan daun pandan berhasil menginaktivasi enzim lipoksigenase secara termal, sehingga aroma langu kedelai dapat ditekan secara signifikan. Kedua, peningkatan konsentrasi rempah lokal (jahe merah, kayu manis, dan cengkeh) secara sinergis menghasilkan profil aroma dan rasa yang dominan, mampu menutupi total bau fermentasi kapang tempe serta menciptakan harmoni rasa gurih, pedas hangat, dan manis alami yang khas Sulawesi Utara. Dari sisi tekstur, penggunaan rasio air yang lebih tinggi (1:5) dikombinasikan dengan teknik filtrasi ganda menggunakan *cheesecloth* dan aerasi menggunakan *hand-frother* selama 30 detik berhasil mengeliminasi serat kasar dan menghasilkan emulsi susu yang halus, ringan, dan *creamy* tanpa meninggalkan sensasi gatal atau berpasir di tenggorokan.

Produk susu tempe rempah ini memiliki potensi komersial yang tinggi sebagai alternatif susu nabati lokal yang mendukung prinsip *zero-mile food* dan ekonomi sirkular. Dengan memanfaatkan bahan baku lokal dan rempah nusantara, produk ini tidak hanya menawarkan nilai gizi fungsional yang unggul, tetapi juga merepresentasikan identitas budaya dan gastronomi berkelanjutan Indonesia. Inovasi ini menjadi langkah strategis dalam mengangkat derajat tempe dari stigma pangan kelas bawah menuju produk gastronomi premium yang berdaya saing internasional, sekaligus mendukung pengembangan *wellness tourism* di Sulawesi Utara. Berdasarkan hasil analisis, pembahasan, dan keterbatasan dalam penelitian rancang bangun ini, penulis memberikan saran selanjutnya untuk menguji kandungan gizi, analisis umur simpan, serta untuk mencoba strategi pemasarannya yang lebih luas agar produk susu tempe rempah (BLACTEM) dapat di kenal ke pasar yang lebih besar lagi sebagai susu nabati lokal juga sebagai minuman sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnhan-Winarno, A. D., Cordeiro, L., Winarno, F. G., Gibbons, J., & Xiao, H. (2021). Tempeh: A Review of Its Health Benefits, Process, Flavor, and Safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(2), 1167–1190.
- Inderawati, M. M. W., Hartanti, A. T., Sutarno, H. Y., & Sukwadi, R. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Makanan Sehat Khas Indonesia: Lomba Kreasi dan Workshop Olahan Tempe. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Charitas*, *5*(01), 13–18.

- Indrasari, O. R., Dewi, Y. I. K., Triatmaja, N. T., Fahmi, M. A., Sidjabat, F. N., Sariwati, A., ... & Filiya, A. N. (2022). Pengolahan Pangan Fungsional Berbasis Pangan Lokal. *Journal of Community Engagement and Empowerment*.
- Komala, K., Dewanti-Hariyadi, R., & Wulandari, N. (2024). Ketersediaan Tempe yang Menerapkan Cara Produksi Pangan yang Baik di Jabodetabek serta Pengetahuan Konsumen untuk Membelinya. *Jurnal Mutu Pangan: Jurnal Kualitas Pangan Indonesia*, *11*(1), 1-10. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.1.1>
- Myhrvold, N. (2011). *Modernist Cuisine: The Art and Science of Cooking*. The Cooking Lab.
- Sulistyo, J., Dewi, I. C., & Oktavio, A. (2024). Pengembangan Tempe Fantasy dengan Penambahan Pewarna Alami dan Rempah-Rempah Mengandung Antioksidan. *Jurnal Abdimas Indonesia*, *4*(1), 67-74. <https://doi.org/10.59525/aij.v4i1.333>
- Tamam, B. (2022). Tempe: Pangan Lokal Unggul (Makanan Super) Khasanah Budaya Bangsa. *Jurnal Kemanusiaan Bulan Sabit Merah Indonesia*, *1*(1), 41-48. <https://doi.org/10.56744/irchum.v1i1.14>