

**PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) TERHADAP
KUALITAS SUSU SAPI SEGAR**

SKRIPSI



Oleh:

**Nur Aini Ratnasari
NIM. 202408P002**

**PROGAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM BATIK
SURAKARTA
2026**

**PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) TERHADAP
KUALITAS SUSU SAPI SEGAR**

SKRIPSI



Oleh :

**Nur Aini Ratnasari
NIM. 202408P002**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian
Universitas Islam Batik Surakarta

**PROGAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM BATIK
SURAKARTA
2026**

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK JAHE MERAH (*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) TERHADAP KUALITAS SUSU SAPI SEGAR

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**Nur Aini Ratnasari
NIM. 202408P002**

Telah Disahkan Oleh Tim Pembimbing
Pada Tanggal 14 Juli 2026

Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Persyaratan Yang Diperlukan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan

Surakarta, 14 Juli 2026
Universitas Islam Batik Surakarta
Fakultas Pertanian

Susunan Pembimbing
Dosen Pembimbing Utama

Mengetahui
Dekan

Bagus Andika Fittroh, S.Pt., M.Sc.
NIDN: 0627039301

Dosen Pembimbing Pendamping

Irma Wardani, S.TP., M.Si
NIDN: 0617088503

Ketua Program Studi Peternakan

Putri Awaliya Dughita, S.Pt., M.Sc.
NIDN: 0611049201

Bagus Andika Fittroh, S.Pt., M.Sc.
NIDN: 0627039301

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK JAHE MERAH (*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) TERHADAP KUALITAS SUSU SAPI SEGAR

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**Nur Aini Ratnasari
NIM. 202408P002**

Telah Disahkan Oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 23 Juli 2026

Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Persyaratan Yang Diperlukan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan

Surakarta, 23 Juli 2026
Universitas Islam Batik Surakarta
Fakultas Pertanian

Menyetujui
Dosen Pembimbing Utama

Mengetahui
Dekan

Bagus Andika Fittroh, S.Pt., M.Sc.
NIDN: 0627039301
Tanggal: 23 Juli 2026

Dosen Pembimbing Pendamping

Irma Wardani, S.TP., M.Si
NIDN : 0617088503
Tanggal :23 Juli 2026

Ketua Program Studi Peternakan

Putri Awaliya Dughita, S.Pt., M.Sc.
NIDN: 0611049201
Tanggal : 23 Juli 2026

Dosen Penguji

Bagus Andika Fittroh, S.Pt., M.Sc.
NIDN : 0627039301
Tanggal: 23 Juli 2026

Agung Mugi Widodo S.Pt.,M.Sc
NIDN : 0605067401
Tanggal : 23 Juli 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nur Aini Ratnasari
NIM : 202408P002
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber
Officinale* var. *Rubrum*) Terhadap Kualitas Susu Sapi
Segar

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang diajukan ini adalah hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain, dan sepanjang pengetahuan saya skripsi ini dapat tercapai karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang dikutip dalam naskah ini secara tertulis yang disebut dalam daftar pustaka

Surakarta, 14 Juli 2026

Penulis

(Nur Aini Ratnasari)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Solo pada tanggal 07 Desember 2001 sebagai anak pertama dari Bapak Muhammad Dakah Ilzam dan Ibu Tri Astutiek. Riwayat Pendidikan penulis dimulai saat bersekolah di TK Mardirahayu lulus tahun 2008 lalu lulus dari SD Ta'mirul Islam Surakarta pada tahun 2014, tahun 2017 menyelesaikan Pendidikan menengah pertama di SMPN 9 Surakarta dan tahun 2020 penulis menyelesaikan Pendidikan menengah atas di SMAN 2 Surakarta. Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Islam Batik Surakarta melalui jalur transfer pada tahun 2023.

Penulis cukup aktif dalam berbagai kegiatan ekstrakurikuler, penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa Bussiness Development Assistance (BDA) selain itu penulis aktif dalam beberapa kegiatan Praktek Kerja Lapang (PKL) di beberapa industri.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian beserta skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale* var. *Rubrum*) Terhadap Kualitas Susu Sapi Segar”. Penelitian ini merupakan bagian dari kerjasama hibah penelitian Dinas Pertanian dan Kesehatan Pangan Kota Surakarta dengan UNIBA Surakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Ayah dan Ibu selaku orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, semangat, motivasi tiada henti bagi penulis.
2. Irma Wardani, S.TP., M.Si selaku Dekan Faklutas Pertanian Universitas Islam Batik Surakarta.
3. Bagus Andika Fitroh, S.Pt., M.Sc selaku Ketua Program Studi Peternakan Universitas Islam Batik Surakarta.
4. Andika Fitroh, S.Pt., M.Sc selaku Dosen Pembimbing utama dan Putri awaliya Dughita, S.Pt., M.Sc selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, saran serta motivasi yang membangun dan sangat bermanfaat bagi Penulis.
5. Agung Mugi Widodo S.Pt.,M.Sc_ sebagai penguji yang telah memberi masukan untuk perbaikan penulisan.
6. Dinas Pertanian dan Kesehatan Pangan Kota Surakarta yang telah mengizinkan dan membantu dalam proses penelitian.
7. Teman – teman yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam menyusun laporan hasil penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi pembaca.

Surakarta, 14 Juli 2023

Penulis

THE EFFECT OF RED GINGER EXTRACT (*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) ADDITION ON THE QUALITY OF FRESH COW'S MILK

Nur Aini Ratnasari¹⁾, Bagus Andika Fittroh²⁾, dan Putri Awaliya Dughita³⁾

1) Mahasiswa Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik, Surakarta

2) Dosen Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik, Surakarta

3) Dosen Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik, Surakarta

Email: nurainiratna345@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted at the Laboratory of the Faculty of Agriculture, Batik Islamic University, Surakarta, to evaluate the effect of different concentrations of red ginger extract on the organoleptic quality of fresh cow's milk and to determine the most acceptable formulation. A Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications (16 experimental units) was applied. The treatments consisted of red ginger extract concentrations of 0% (P0), 5% (P1), 10% (P2), and 15% (P3). Organoleptic evaluation was performed using a hedonic test involving 45 untrained panelists aged 30–50 years. The observed variables included color, aroma, taste, and overall preference. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The addition of red ginger extract significantly affected all organoleptic parameters. Color preference decreased as extract concentration increased due to changes in milk color caused by natural ginger pigments. Aroma preference also declined because higher concentrations produced a stronger ginger aroma. Taste showed the greatest decrease, as increased levels of gingerol and shogaol created a pungent and slightly bitter flavor. Overall preference similarly declined with increasing extract concentration. Among all treatments, P1 (5% red ginger extract) was the most acceptable formulation, with the highest overall preference score among the ginger-treated samples (3.333).

Keywords: milk, red ginger, extract, organoleptic.

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK JAHE MERAH (*ZINGIBER OFFICINALE* var. *Rubrum*) TERHADAP KUALITAS SUSU SAPI SEGAR

Nur Aini Ratnasari¹⁾ dan Bagus Andika Fittroh²⁾

1) Mahasiswa Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik,
Surakarta

2) Dosen Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Batik, Surakarta

Email: *nurainiratna345@gmail.com*

RINGKASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Islam Batik Surakarta dengan tujuan menganalisis pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak jahe merah terhadap mutu organoleptik susu sapi segar, menentukan konsentrasi terbaik, serta mengetahui tingkat penerimaan konsumen. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan sehingga diperoleh 16 satuan percobaan. Perlakuan yang diuji meliputi penambahan ekstrak jahe merah sebesar 0% (P0), 5% (P1), 10% (P2), dan 15% (P3). Uji organoleptik dilakukan menggunakan uji hedonik oleh 45 panelis tidak terlatih berusia 30–50 tahun. Parameter yang diamati meliputi warna, aroma, rasa, dan kesukaan keseluruhan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter organoleptik. Peningkatan konsentrasi ekstrak menyebabkan penurunan tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, dan kesukaan keseluruhan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh pigmen alami jahe merah yang mengubah warna susu, aroma jahe yang semakin kuat, serta kandungan gingerol dan shogaol yang menimbulkan rasa pedas dan sedikit pahit pada konsentrasi tinggi. Perlakuan terbaik yang masih dapat diterima panelis adalah P1 (5% ekstrak jahe merah) dengan skor kesukaan keseluruhan sebesar 3,333.

Kata Kunci: susu, jahe merah, ekstrak, organoleptik.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Kegunaan	2
1.5. Hipotesis	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pengertian Susu Segar	3
2.2. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Susu Segar.....	4
2.3. Kualitas Organoleptik Susu Sapi	5
2.4. Jenis Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>Rubrum</i>)	5
2.5. Senyawa Bioaktif Jahe Merah	6
2.6. Enzim Zingibain dan Interaksi dengan Protein Susu	7
2.7. Manfaat Jahe Merah dalam Pangan Fungsional	8
2.8. Metode Ekstraksi	9
2.9. Mekanisme Ekstraksi Komponen Jahe	9

2.10.	Keunggulan Infusa dalam Pengolahan Susu Jahe.....	10
2.11.	Kerangka Pikir	11
BAB III	MATERI DAN METODE.....	13
3.1.	Waktu dan Lokasi Penelitian	13
3.2.	Materi Penelitian.....	13
3.3.	Metode Penelitian	13
3.4.	Variabel Penelitian.....	14
3.5.	Uji Hedonik.....	14
3.6.	Parameter Organoleptik pada Susu Jahe.....	1Error! Bookmark not defined.
3.7.	Responden Penelitian.....	1Error! Bookmark not defined.
3.8.	Prosedur Penelitian	1Error! Bookmark not defined.
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1.	Analisis Pemberian Ektrak Jahe Merah terhadap Warna Susu Segar	17
4.2.	Analisis Pemberian Ektrak Jahe Merah terhadap Aroma Susu Segar.....	19
4.3.	Analisis Pemberian Ektrak Jahe Merah terhadap Rasa Susu Segar.....	22
4.4.	Analisis Pemberian Ektrak Jahe Merah terhadap Kesukaan Susu Segar	24
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1.	Kesimpulan	2Error! Bookmark not defined.
5.2.	Saran	227
DAFTAR PUSTAKA		29
DAFTAR LAMPIRAN		30

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi (g/100 g Tabel 1. Komposisi Kimia Susu Segar	3
Tabel 2. Rata-Rata Nilai Kesukaan Warna Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan	17
Tabel 3. Penentuan Uji DMRT Variabel Warna	18
Tabel 4. Rata-Rata Nilai Kesukaan Aroma Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan	20
Tabel 5. Penentuan Uji DMRT Variabel Aroma	21
Tabel 6. Rata-Rata Nilai Kesukaan Rasa Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan	22
Tabel 7. Penentuan Uji DMRT Variabel Rasa	23
Tabel 8. Rata-Rata Nilai Kesukaan Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan	24
Tabel 9. Penentuan Uji DMRT Variabel Kesukaan	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi Jahe Merah	6
Gambar 2. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian	12
Gambar 3. Flowchart Penelitian	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Warna	30
Lampiran 2. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Aroma	32
Lampiran 3. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Rasa	34
Lampiran 4. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Kesukaan	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kesadaran masyarakat modern akan pentingnya kesehatan telah memicu peningkatan permintaan terhadap pangan fungsional yang memiliki nilai tambah melebihi sekadar pemenuhan nutrisi dasar. Di tengah berbagai tantangan kesehatan global, konsumen cenderung mencari produk pangan yang mampu memberikan efek fisiologis positif, seperti peningkatan sistem imunitas tubuh. Tantangan besar yang dihadapi adalah bagaimana menyediakan sumber pangan fungsional yang praktis namun tetap memiliki daya terima sensoris yang luas di semua kalangan masyarakat.

Susu sapi merupakan salah satu komoditas asal ternak yang diposisikan sebagai sumber protein hewani utama dengan profil asam amino esensial lengkap. Namun, tingkat konsumsi susu nasional di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain di Asia Tenggara. Rendahnya minat ini tidak hanya dipengaruhi oleh faktor ekonomi, tetapi juga dipicu oleh kendala sensoris berupa aroma khas (*prengus*) yang sering kali dianggap kurang menarik bagi sebagian masyarakat dewasa (Sudarwanto dan Sudarnika, 2008).

Pemilihan susu segar sebagai basis produk didasarkan pada kualitas nutrisinya yang masih utuh, namun sifatnya yang mudah rusak dan aroma khasnya memerlukan upaya diversifikasi. Pengolahan susu segar menjadi minuman fungsional berbasis rempah merupakan strategi yang tepat untuk meningkatkan nilai tambah sekaligus memperbaiki profil aromanya. Penambahan komponen nabati diharapkan dapat menciptakan variasi rasa baru yang lebih segar dan hangat, sehingga mampu menjangkau preferensi konsumen yang lebih luas.

Bahan nabati lokal dengan potensi besar adalah jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), yang memiliki kandungan minyak atsiri dan oleoresin lebih tinggi dibandingkan varietas jahe lainnya (Santoso, 2019). Senyawa bioaktif seperti *gingerol* dan *shogaol* di dalamnya berfungsi sebagai antioksidan dan memberikan sensasi hangat. Namun, integrasi jahe ke dalam susu menghadapi kendala teknis akibat adanya enzim protease *zingibain* yang dapat memicu koagulasi protein (Thompson *et al.*, 1973). Oleh karena itu, penggunaan metode infusa dengan suhu 90°C menjadi keunggulan dalam penelitian ini untuk menginaktivasi enzim tersebut sehingga dihasilkan susu jahe yang tetap homogen dan cair.

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan, seperti oleh Lathifah (2016) yang menemukan bahwa konsumsi susu dengan sari jahe rendah (1,5%) lebih disukai secara organoleptik. Selanjutnya, Abeng *et al.* (2019) mengkaji potensi jahe sebagai pengawet alami, namun penambahan ekstrak yang tidak tepat dapat memengaruhi kestabilan susu. Wulandari dan Swasono (2022) juga melaporkan bahwa penambahan jahe merah tanpa perlakuan panas terkontrol justru menghasilkan *curd* (gumpalan). Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*) mengenai optimalisasi penggunaan Metode Infusa untuk menjaga kualitas organoleptik susu agar tetap cair dan menarik. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian

mengenai “Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) terhadap Kualitas Susu Sapi Segar” untuk mendapatkan formulasi terbaik yang dapat diterima oleh konsumen.

1.2. **Rumusan Masalah**

1. Apakah penambahan ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan metode infusa berpengaruh terhadap kualitas organoleptik (warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan) susu sapi segar.
2. Berapa konsentrasi penambahan ekstrak jahe merah yang menghasilkan kualitas organoleptik terbaik pada susu sapi segar.
3. Bagaimana tingkat penerimaan (*acceptability*) konsumen terhadap diversifikasi produk susu sapi segar dengan penambahan ekstrak jahe merah.

1.3. **Tujuan**

1. Menganalisis pengaruh penambahan berbagai tingkat konsentrasi ekstrak jahe merah terhadap kualitas organoleptik susu sapi segar.
2. Menentukan konsentrasi penambahan ekstrak jahe merah yang paling optimal untuk menghasilkan susu jahe dengan daya terima terbaik.
3. Mengetahui potensi daya terima konsumen terhadap produk diversifikasi susu sapi segar sebagai minuman fungsional.

1.4. **Kegunaan**

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai respon sensoris (warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan) susu sapi segar akibat penambahan ekstrak jahe merah.
2. Memberikan rekomendasi formulasi terbaik dalam menghasilkan minuman susu jahe yang memiliki keseimbangan rasa dan aroma yang paling diminati.
3. Memberikan gambaran mengenai peluang pemanfaatan susu sapi segar sebagai minuman fungsional berbasis herbal yang dapat diterima oleh masyarakat luas.

1.5. **Hipotesis**

1. $H_0 > H_1$ tidak memberikan pengaruh nyata
2. $H_1 > H_2$ menunjukkan adanya pengaruh terhadap parameter yang diamati, meskipun nilai parameter tersebut cenderung mengalami penurunan.
3. $H_3 > H_4$ menunjukkan adanya pengaruh terhadap parameter yang diamati, meskipun nilai parameter tersebut cenderung mengalami penurunan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Susu Segar

Susu secara fisiologis didefinisikan sebagai cairan hasil sekresi kelenjar ambing mamalia yang bertujuan sebagai sumber nutrisi bagi anaknya yang baru lahir. Dalam konteks ilmu pangan, susu merupakan emulsi lemak dalam air yang mengandung protein, gula (laktosa), serta mineral dalam bentuk suspensi koloid maupun larutan sejati. Susu dikenal sebagai bahan pangan dengan nilai gizi sempurna karena mengandung komponen nutrisi utama yang dibutuhkan tubuh dalam proporsi yang seimbang (Sudarwanto dan Sudarnika, 2008).

Susu segar, secara lebih spesifik, adalah cairan yang diperoleh dari hasil pemerahan sapi sehat dengan cara yang benar, tanpa dikurangi atau ditambah sesuatu apapun ke dalamnya, serta belum mendapat perlakuan apapun kecuali proses pendinginan tanpa mempengaruhi kemurniannya (Badan Standardisasi Nasional, 2011). Penggunaan susu segar dalam penelitian ini sangat krusial karena susu segar memiliki bioaktivitas protein dan enzim yang masih utuh, sehingga interaksinya dengan ekstrak jahe merah akan menunjukkan hasil yang lebih representatif dibandingkan susu yang telah mengalami pemanasan tinggi seperti UHT.

Kualitas dan sifat fisik susu sangat dipengaruhi oleh komposisi kimianya. Komponen utama susu terdiri dari air sebagai pelarut, lemak, protein, laktosa, dan mineral. Protein susu terdiri dari dua kelompok utama, yaitu kasein (sekitar 80%) dan protein whey (sekitar 20%). Kasein merupakan komponen yang berperan penting dalam stabilitas susu, terutama saat berinteraksi dengan senyawa asam atau enzim protease dari bahan tambahan (Buckle *et al.*, 2010). Komposisi kimia susu sapi segar secara umum disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Susu Sapi Segar

Komponen	Persentase (%)
Air	87,10
Lemak	3,90
Protein	3,40
Laktosa	4,80
Abu (Mineral)	0,70

Sumber: Legowo *et al.* (2009)

Masing-masing komponen di atas memiliki peran spesifik terhadap kualitas organoleptik dan stabilitas susu:

- a. Air: Merupakan komponen terbesar dalam susu yang berfungsi sebagai media pelarut bagi laktosa dan mineral, serta media dispersi bagi butiran lemak dan protein kasein. Kadar air yang tinggi menyebabkan susu menjadi bahan pangan yang sangat mudah rusak (*perishable food*).

- b. Lemak: Berada dalam bentuk emulsi butiran kecil (*globula*). Lemak merupakan komponen yang paling bertanggung jawab terhadap rasa gurih (*richness*) dan aroma khas pada susu. Selain itu, lemak mengandung pigmen karoten yang memberikan aksentuasi warna kekuningan alami pada susu segar.
- c. Protein: Terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu kasein (80%) dan protein whey (20%). Kasein dalam susu segar berada dalam bentuk misel yang stabil. Namun, protein ini sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan seperti penurunan pH atau aktivitas enzim protease seperti *zingibain* yang terdapat pada jahe. Interaksi antara protein susu dan senyawa bioaktif jahe menjadi fokus teknis dalam memastikan produk akhir tidak mengalami koagulasi.
- d. Laktosa: Merupakan karbohidrat utama (gula susu) yang memberikan rasa manis alami yang lembut pada susu. Dalam pengujian organoleptik, laktosa berperan menyeimbangkan rasa pedas dari jahe sehingga menciptakan profil rasa yang lebih harmonis.
- e. Mineral (Abu): Meskipun jumlahnya sedikit, mineral seperti kalsium dan fosfor berperan penting dalam menjaga struktur misel kasein. Keseimbangan mineral sangat menentukan stabilitas koloid susu selama proses pencampuran dengan ekstrak tanaman.

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Susu Segar

Kualitas susu segar merupakan hasil interaksi kompleks dari berbagai faktor yang terjadi sejak proses pembentukan di dalam ambung hingga penanganan pasca-pemerahan. Penggunaan susu segar dalam penelitian ini menuntut pemahaman mendalam terhadap variabel-variabel tersebut guna menjamin konsistensi bahan baku. Secara garis besar, Hadiwiyoto (1994) mengklasifikasikan faktor-faktor tersebut ke dalam dua kategori utama, yakni faktor internal dan faktor eksternal.

Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam tubuh ternak itu sendiri dan umumnya sulit untuk dimodifikasi secara instan. Faktor internal yang berpengaruh diantaranya:

- a. Bangsa Sapi (*Breed*): Setiap bangsa sapi memiliki karakteristik komposisi susu yang berbeda. Sebagai contoh, sapi perah *Frisian Holstein* (FH) cenderung menghasilkan volume susu yang tinggi dengan kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan bangsa sapi lain seperti *Jersey* atau *Guernsey*.
- b. Masa Laktasi: Komposisi susu berubah seiring dengan lamanya masa laktasi. Susu yang dihasilkan pada awal masa laktasi (kolostrum) memiliki komposisi yang sangat berbeda dengan susu normal, terutama pada kadar protein dan antibodi.
- c. Kesehatan Ambung: Penyakit seperti mastitis dapat secara drastis mengubah komposisi kimia susu, meningkatkan jumlah sel somatik, serta menurunkan kadar laktosa dan kasein, yang pada akhirnya merusak kualitas organoleptik susu (Sudarwanto dan Sudarnika, 2008).

Faktor eksternal berkaitan erat dengan manajemen pemeliharaan dan lingkungan yang dapat dikendalikan oleh peternak, yaitu:

- a. Pakan: Kualitas dan kuantitas pakan, terutama imbang antara hijauan dan konsentrat, sangat mempengaruhi kadar lemak dan protein susu. Pakan yang kaya serat kasar sangat penting untuk pembentukan asetat sebagai prekursor lemak susu.
- b. Frekuensi dan Teknik Pemerahan: Pemerahan yang dilakukan secara rutin dan tuntas akan menjaga produktivitas dan kualitas susu. Teknik pemerahan yang salah dapat menyebabkan stres pada ternak yang berdampak pada penurunan kualitas sekresi susu.
- c. Sanitasi dan Lingkungan: Mengingat susu segar merupakan media pertumbuhan mikroorganisme yang sangat baik (*high perishable food*), kebersihan kandang, kebersihan tubuh sapi, serta sterilitas peralatan perah menjadi kunci dalam menekan angka kuman (Legowo *et al.*, 2009).

Penanganan setelah susu diperah sangat menentukan masa simpan. Kontaminasi bakteri setelah pemerahan harus ditekan melalui pendinginan segera. Pendinginan susu di bawah suhu 4°C sangat diperlukan untuk menghambat fase logaritma pertumbuhan mikroba perusak tanpa merusak komponen nutrisi di dalamnya. Tanpa pendinginan yang tepat, aktivitas enzimatis dan mikrobial akan segera menurunkan kualitas organoleptik susu, seperti timbulnya rasa asam atau penggumpalan dini sebelum diproses lebih lanjut (Hadiwiyoto, 1994).

2.3. **Kualitas Organoleptik Susu Sapi**

Uji organoleptik atau uji sensori merupakan metode penilaian kualitas suatu produk menggunakan indra manusia sebagai alat ukur utama, yang meliputi penglihatan (mata), penciuman (hidung), pencicip (lidah), dan peraba (kulit). Penilaian organoleptik sangat penting dalam pengembangan produk pangan fungsional karena sangat menentukan daya terima konsumen di luar nilai gizi produk tersebut (Setyaningsih *et al.*, 2010).

Secara spesifik, karakteristik organoleptik pada susu sapi segar meliputi:

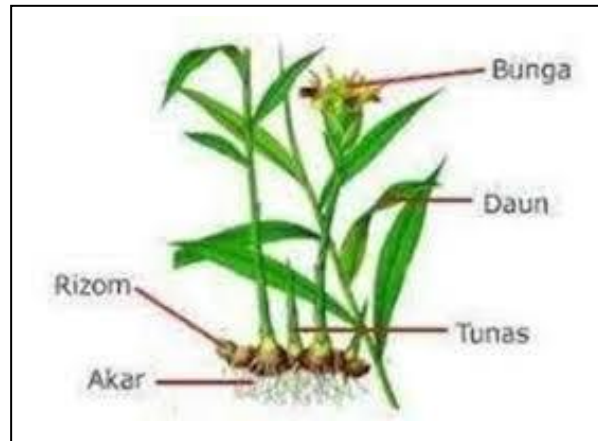
- a. Warna: Susu sapi segar berwarna putih kekuningan hingga putih susu. Warna putih tersebut disebabkan oleh dispersi butiran lemak, kalsium kaseinat, dan fosfat, sedangkan warna kekuningan berasal dari pigmen karoten yang larut dalam lemak (Legowo *et al.*, 2009).
- b. Aroma: Memiliki aroma khas yang lembut (*milky*). Namun, susu segar sangat peka terhadap penyerapan bau dari lingkungan sekitarnya (*tainted*) serta mudah mengalami perubahan aroma menjadi asam atau amis jika terjadi kontaminasi bakteri (Hadiwiyoto, 1994).

Rasa: Rasa susu segar ditentukan oleh keseimbangan antara manisnya laktosa dan asinnya klorida. Penambahan bahan lain seperti ekstrak jahe merah akan mengubah profil rasa ini secara signifikan melalui interaksi senyawa volatil (Buckle *et al.*, 2010).

2.4. **Jenis Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)**

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan salah satu varietas jahe unggulan yang memiliki nilai ekonomis dan fungsional tinggi di Indonesia. Dalam sistematika tumbuhan (taksonomi), jahe merah diklasifikasikan ke dalam keluarga *Zingiberaceae*. Tanaman ini termasuk dalam kategori tumbuhan terna

monokotil perenial yang batangnya berupa batang semu dan tumbuh tegak. Klasifikasi botani jahe merah yaitu Kingdom: *Plantae*; Divisi: *Spermatophyta*; Subdivisi: *Angiospermae*; Kelas: *Monocotyledoneae*; Ordo: *Zingiberales*; Famili: *Zingiberaceae*; Genus: *Zingiber*; Spesies: *Zingiber officinale*; Varietas: *Rubrum*.



Sumber: Endyah, 2017.

Gambar 1. Morfologi Jahe Merah.

Secara morfologi, jahe merah memiliki karakteristik yang sangat distingtif dibandingkan dengan varietas jahe lainnya. Rimpangnya memiliki ukuran yang cenderung lebih kecil dengan struktur serat yang jauh lebih padat dan tinggi. Warna kulit rimpangnya berwarna merah muda hingga jingga kemerahan, sementara bagian dalamnya berwarna putih kekuningan (Santoso, 2019). Tanaman ini tumbuh optimal pada ketinggian 0–2.000 meter di atas permukaan laut, namun kandungan senyawa aktifnya seringkali dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuhnya.

Perbedaan utama yang menonjol pada jahe merah dibandingkan dengan jahe gajah atau jahe emprit terletak pada profil kimia dan sensorisnya. Jahe merah memiliki aroma yang jauh lebih tajam dan rasa pedas yang sangat kuat. Hal ini disebabkan oleh akumulasi kandungan minyak atsiri (sekitar 2,58%–3,90%) dan oleoresin yang lebih tinggi (Paimin dan Syukur, 2008). Karakteristik pedas dan aroma yang kuat inilah yang diharapkan mampu menutupi aroma khas (*prengus*) pada susu sapi segar serta memberikan efek hangat bagi konsumen, sehingga meningkatkan daya terima produk secara keseluruhan dalam uji organoleptik.

2.5. Senyawa Bioaktif Jahe Merah

Potensi jahe merah sebagai bahan pangan fungsional ditentukan oleh keberadaan senyawa bioaktif kompleks di dalamnya. Senyawa-senyawa ini secara garis besar diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu kelompok volatil (*volatile oil*) dan kelompok non-volatil (*fixed oil*).

a. Senyawa Volatil (Minyak Atsiri)

Senyawa volatil pada jahe merah didominasi oleh minyak atsiri yang memberikan aroma aromatik yang khas dan tajam. Kandungan minyak atsiri pada

jahe merah berkisar antara 2,5% hingga 3,9%, lebih tinggi dibandingkan varietas jahe lainnya. Komponen utama dalam minyak atsiri ini meliputi senyawa golongan terpenoid seperti *zingiberene*, *curcumene*, *farnesene*, serta sejumlah kecil *cineol* dan *borneol*. Senyawa-senyawa volatil inilah yang berperan penting dalam memperbaiki profil aroma susu sapi segar dengan cara menyamarkan aroma khas ternak (*prengus*) melalui mekanisme penutupan aroma (*odor masking*) (Paimin dan Syukur, 2008).

b. Senyawa Non-Volatil (Oleoresin)

Senyawa non-volatil pada jahe merah dikenal sebagai oleoresin, yang merupakan komponen pemberi rasa pedas (*pungent properties*). Oleoresin mengandung senyawa-senyawa fenolik penting seperti *gingerol*, *shogaol*, dan *zingeron* (Wadikar dan Patki, 2016).

Gingerol merupakan komponen utama dalam jahe segar yang tidak hanya memberikan sensasi pedas, tetapi juga memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan, anti-inflamasi, dan antimikroba yang kuat.

Shogaol merupakan senyawa yang terbentuk melalui proses dehidrasi *gingerol*. Transformasi ini umumnya dipicu oleh proses pemanasan atau penyimpanan jangka panjang. Menurut Supriadi *et al.* (2011), pemanasan pada suhu tertentu dapat mengubah *gingerol* menjadi *shogaol* yang memiliki tingkat kepedasan dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan *gingerol* aslinya. Hal ini menjelaskan mengapa metode ekstraksi dengan pemanasan (seperti infusa) cenderung menghasilkan rasa yang lebih intens.

Zingeron terbentuk melalui proses degradasi lebih lanjut dari *gingerol* akibat panas yang berkepanjangan. Meskipun tingkat kepedasannya lebih rendah, *zingeron* memberikan kontribusi pada pembentukan aroma manis dan hangat pada produk olahan jahe.

Selain senyawa fenolik, jahe merah juga mengandung enzim protease yang dikenal sebagai *zingibain*. Enzim ini memiliki kemampuan untuk memecah ikatan peptida pada protein, termasuk kasein dalam susu. Keberadaan enzim ini menjadi tantangan teknis dalam pencampuran ekstrak jahe dengan susu segar, karena aktivitasnya dapat menyebabkan protein susu menggumpal (koagulasi). Oleh karena itu, pemahaman mengenai stabilitas termal senyawa bioaktif dan inaktivasi enzim *protease* melalui pengaturan suhu ekstraksi menjadi kunci dalam mempertahankan kualitas organoleptik susu jahe merah (Thompson *et al.*, 1973).

2.6. Enzim Zingibain dan Interaksi dengan Protein Susu

Aspek teknis paling krusial dalam formulasi pencampuran jahe dengan susu segar adalah keberadaan enzim *zingibain*. *Zingibain* merupakan enzim protease kistein yang secara alami terkandung dalam konsentrasi tinggi pada rimpang jahe, terutama pada varietas jahe merah. Enzim ini memiliki aktivitas biologis yang sangat kuat dalam mendegradasi molekul protein melalui pemutusan ikatan peptida (Thompson *et al.*, 1973).

Mekanisme interaksi antara jahe dan susu terjadi ketika enzim *zingibain* bertemu dengan kasein, yaitu protein utama dalam susu. *Zingibain* bekerja mirip

dengan enzim rennet dalam proses pembuatan keju, di mana ia menyerang ikatan spesifik pada kapa-kasein yang berfungsi menjaga stabilitas misel kasein. Ketika kapa-kasein terhidrolisis, stabilitas koloid susu akan terganggu, menyebabkan misel-misel kasein saling berikatan dan membentuk agregat besar yang terlihat secara visual sebagai gumpalan atau "susu pecah" (koagulasi). Proses proteolisis ini tidak hanya merusak struktur fisik susu tetapi juga dapat mengubah profil rasa menjadi cenderung pahit akibat terbentuknya peptida rantai pendek hasil pemecahan protein.

Oleh karena itu, dalam pembuatan minuman susu jahe, aktivitas enzim ini harus dikontrol atau dinonaktifkan secara total guna mempertahankan kualitas organoleptik produk. Efektivitas inaktivasi *zingibain* sangat bergantung pada perlakuan panas. Enzim ini bersifat termolabil, artinya strukturnya akan mengalami denaturasi permanen jika terpapar suhu tinggi. Menurut Nurtiana (2019), pemanasan ekstrak jahe di atas suhu 70°C hingga 90°C sangat efektif untuk menginaktivasi enzim protease ini sebelum dicampurkan ke dalam susu segar. Penggunaan suhu 90°C dalam metode infusa pada penelitian ini bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh aktivitas enzimatis telah berhenti, sehingga produk akhir tetap memiliki tekstur cair yang homogen, konsisten, dan menarik secara visual saat dinilai oleh panelis.

2.7. Manfaat Jahe Merah dalam Pangan Fungsional

Integrasi jahe merah ke dalam produk berbasis susu sapi segar merupakan upaya strategis untuk menciptakan produk pangan fungsional yang menggabungkan keunggulan nutrisi hewani dan bioaktivitas nabati. Pangan fungsional sendiri didefinisikan sebagai pangan yang karena kandungan komponen aktifnya dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, di luar zat gizi dasarnya. Jahe merah dipilih karena memiliki spektrum manfaat yang luas, baik dari sisi fisiologis maupun sensoris.

Penggunaan jahe merah bertujuan untuk meningkatkan nilai fungsional susu, terutama dalam memperkuat sistem imunitas tubuh. Kandungan *gingerol* dan *shogaol* berperan sebagai agen antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas serta memiliki sifat anti-inflamasi. Selain itu, konsumsi jahe merah memberikan sensasi hangat pada tubuh yang berasal dari stimulasi aliran darah, sehingga sering digunakan untuk memberikan efek relaksasi, meredakan gejala masuk angin, dan memperbaiki sistem pencernaan (Santoso, 2019).

Selain manfaat kesehatan, jahe merah berfungsi sebagai *natural flavoring agent* yang sangat efektif dalam industri pengolahan susu. Salah satu kendala utama konsumsi susu sapi segar adalah adanya aroma khas ternak (*prengus*) yang terkadang kurang disukai oleh konsumen dewasa. Senyawa volatil dalam minyak atsiri jahe merah memiliki aroma tajam yang mampu bekerja sebagai *masking flavor* (penutup aroma). Mekanisme ini terjadi melalui dominasi molekul aroma jahe yang menutupi bau amis atau *prengus* susu, sehingga menghasilkan profil aroma yang lebih segar, aromatik, dan dapat diterima oleh selera masyarakat luas.

Secara organoleptik, penambahan ekstrak jahe merah juga memberikan kontribusi terhadap parameter warna. Pigmen alami yang terkandung dalam kulit dan daging rimpang jahe merah memberikan rona warna kemerahan hingga jingga kecokelatan yang lembut pada susu. Perubahan warna dari putih susu menjadi sedikit

kemerahan atau krem hangat ini secara psikologis dapat meningkatkan daya tarik visual produk, memberikan kesan produk yang kaya akan rempah dan menyehatkan dibandingkan susu sapi segar polos (Santoso, 2019).

2.8. Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi merupakan langkah krusial untuk menarik komponen bioaktif dari rimpang jahe merah agar dapat bercampur secara homogen dengan susu sapi segar. Dalam penelitian ini, metode yang dipilih adalah infusa. Infusa adalah sediaan cair yang dibuat dengan mengekstraksi simplisia nabati dengan pelarut air pada suhu 90°C selama waktu tertentu. Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2000), proses ekstraksi ini dilakukan selama 15 menit, yang dihitung sejak suhu di dalam panci mencapai 90°C, dengan sesekali dilakukan pengadukan untuk meratakan panas dan mempercepat proses pelarutan senyawa aktif.

Prinsip dasar dari metode infusa adalah perpindahan massa (*mass transfer*) komponen aktif dari dalam sel tanaman ke dalam pelarut air yang dipicu oleh energi termal (pemanasan). Secara teknis, proses ini melibatkan beberapa tahapan kinetika ekstraksi:

- a. Penetrasi Pelarut: Air sebagai pelarut akan membasahi permukaan simplisia jahe dan masuk ke dalam jaringan sel tumbuhan melalui proses difusi.
- b. Pelarutan Senyawa: Energi panas pada suhu 90°C akan melunakkan dinding sel dan merusak membran sel tanaman, sehingga senyawa bioaktif seperti minyak atsiri dan oleoresin yang terikat di dalam vakuola dapat terlepas dan larut ke dalam air.
- c. Difusi Keluar: Senyawa yang telah larut kemudian berdifusi keluar dari sel menuju pelarut karena adanya perbedaan konsentrasi yang tajam antara bagian dalam sel dan medium pelarut di luar sel.

Penggunaan pelarut air dalam metode ini memiliki keunggulan dari sisi keamanan pangan (*food grade*), karena tidak meninggalkan residu kimia berbahaya seperti pada penggunaan pelarut organik (heksana atau alkohol). Selain itu, suhu 90°C dipilih secara strategis tidak hanya untuk memaksimalkan hasil ekstrak, tetapi juga untuk memastikan inaktivasi enzim protease *zingibain* yang ada pada jahe, sehingga ketika ekstrak dicampurkan ke dalam susu sapi segar, tidak terjadi kerusakan struktur protein yang dapat merusak kualitas organoleptik produk akhir (Nurtiana, 2019).

2.9. Mekanisme Ekstraksi Komponen Jahe

Mekanisme ekstraksi pada metode infusa merupakan proses yang melibatkan fenomena termodinamika dan perubahan struktur seluler rimpang jahe. Pemanasan menjadi katalisator utama yang meningkatkan efisiensi penarikan senyawa bioaktif. Secara mikroskopis, sel-sel jahe merah dikelilingi oleh dinding sel yang kaku. Paparan energi panas dari air pada suhu 90°C menyebabkan terjadinya ekspansi termal pada cairan di dalam sel, yang kemudian memberikan tekanan pada dinding sel hingga terjadi pelunakan dan kerusakan struktur membran (*cell wall rupture*). Rusaknya penghambat fisik ini memudahkan pelarut air untuk berpenetrasi ke dalam

jaringan dan melarutkan komponen kimia yang ada di dalamnya (Setyaningsih *et al.*, 2010).

Kelarutan senyawa bioaktif jahe, baik minyak atsiri yang bersifat volatil maupun oleoresin yang non-volatil, meningkat secara signifikan seiring dengan kenaikan suhu. Suhu yang tinggi menurunkan viskositas pelarut dan meningkatkan kinetika molekuler, sehingga mempermudah pelepasan senyawa fenolik dari matriks tanaman ke media air. Selain itu, suhu tinggi pada metode infusa memicu reaksi kimia yang menguntungkan bagi kualitas fungsional ekstrak. Salah satu reaksi yang paling krusial adalah proses dehidrasi *gingerol* menjadi *shogaol*. Menurut Supriadi *et al.* (2011), transformasi ini tidak hanya meningkatkan intensitas rasa pedas, tetapi juga menghasilkan senyawa *shogaol* yang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih stabil dan kuat dibandingkan bentuk aslinya.

Lebih lanjut, mekanisme pemanasan dalam infusa juga berperan dalam menstabilkan ekstrak. Pemanasan pada suhu 90°C berfungsi sebagai proses pasteurisasi parsial yang mampu menonaktifkan enzim-enzim oksidase yang dapat menyebabkan degradasi senyawa fenolik (*browning enzimatis*). Dengan demikian, ekstrak jahe yang dihasilkan melalui mekanisme infusa memiliki profil warna yang lebih cerah dan konsisten serta kandungan senyawa aktif yang terjaga kualitasnya untuk kemudian diaplikasikan ke dalam susu sapi segar.

2.10. Keunggulan Infusa dalam Pengolahan Susu Jahe

Dalam konteks pembuatan minuman berbasis susu, pemilihan metode infusa memberikan keunggulan teknis dan sensoris yang signifikan dibandingkan dengan metode ekstraksi dingin (*maceration*) maupun penggunaan serbuk jahe secara langsung. Keunggulan utama metode ini terletak pada integrasi antara proses ekstraksi senyawa bioaktif dengan pengendalian stabilitas protein susu.

Suhu 90°C pada proses infusa berfungsi sebagai perlakuan termal yang krusial untuk inaktivasi enzim *zingibain* secara total dan efektif. Sebagai enzim protease kistein, *zingibain* memiliki aktivitas optimal pada suhu hangat, namun akan mengalami denaturasi permanen jika terpapar suhu di atas 70°C. Menurut Nurtiana (2019), tanpa proses pemanasan ini, enzim protease dalam jahe akan tetap aktif dan secara agresif memutus ikatan peptida pada kasein susu. Hal tersebut mengakibatkan susu mengalami koagulasi (pecah) seketika saat dicampurkan dengan ekstrak jahe. Dengan metode infusa, stabilitas emulsi susu tetap terjaga sehingga produk akhir tetap homogen.

Metode infusa menghasilkan ekstrak cair yang lebih jernih dan bebas dari partikel padat kasar jika dibandingkan dengan penggunaan serbuk jahe secara langsung. Serbuk jahe seringkali meninggalkan residu serat dan pati yang dapat mengendap di dasar gelas, yang secara visual menurunkan nilai estetika produk. Dengan menggunakan ekstrak hasil infusa, komponen rasa dan aroma telah berpindah ke fase air, sehingga saat dicampurkan dengan susu, tidak akan mengubah viskositas secara drastis dan tidak meninggalkan sensasi "berpasir" di lidah (Wadikar dan Patki, 2016).

Secara organoleptik, metode infusa mendukung pembentukan *mouthfeel* yang lembut dan konsisten. Pemanasan selama 15 menit pada suhu 90°C memastikan pelepasan oleoresin dan minyak atsiri terjadi secara maksimal namun terkendali, sehingga aroma pedas yang dihasilkan tidak terlalu kasar (*harsh*) melainkan lebih menyatu dengan rasa gurih susu. Hal ini sangat mendukung tingkat kesukaan panelis terhadap parameter rasa dan aroma, karena tercipta harmoni antara sensasi hangat jahe dengan kelembutan protein susu (Setyaningsih *et al.*, 2010).

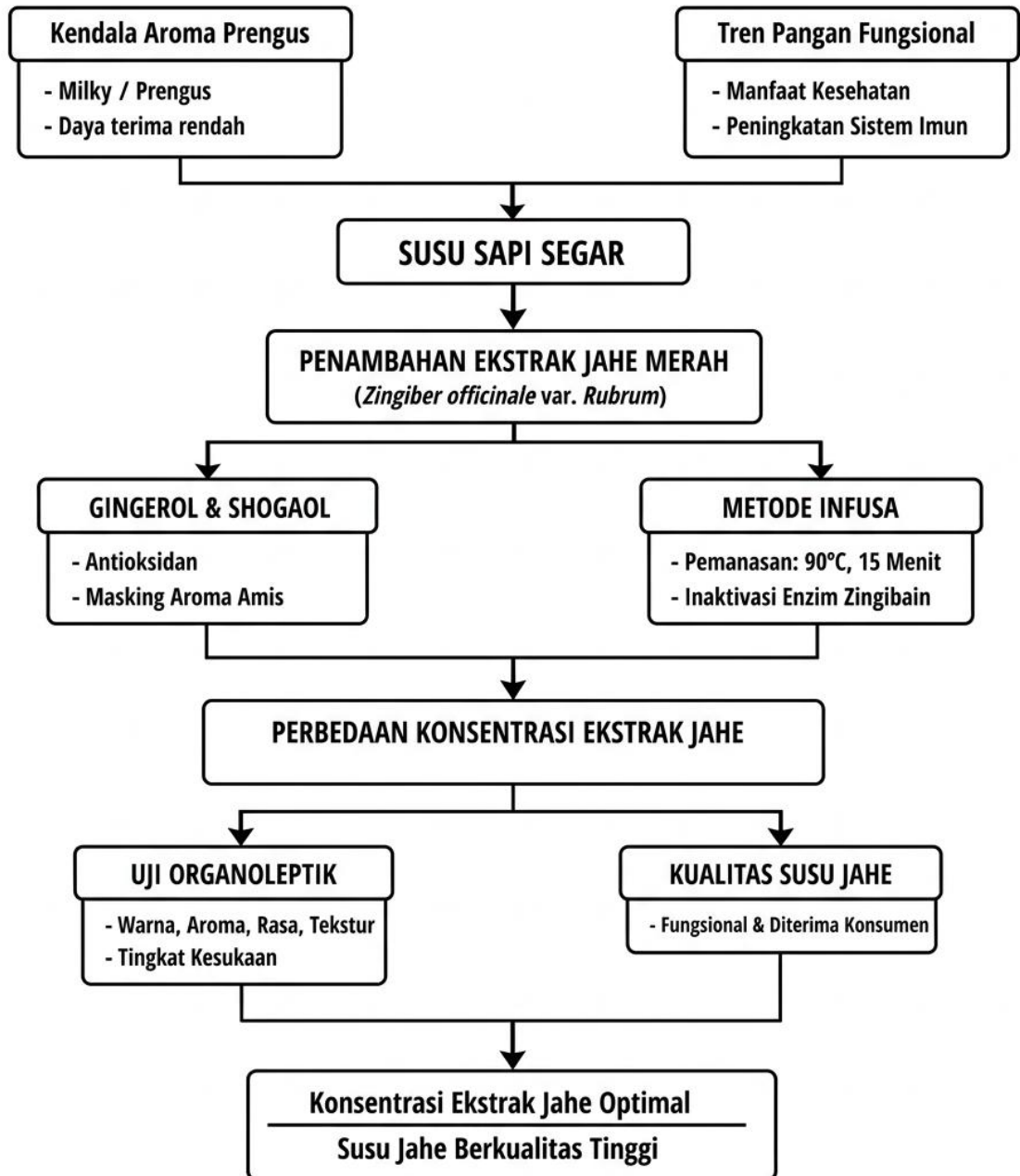
2.11. Kerangka Berpikir

Susu sapi merupakan sumber protein hewani yang sangat penting bagi kesehatan manusia, namun tingkat konsumsinya masih perlu ditingkatkan melalui diversifikasi produk. Kendala utama dalam konsumsi susu sapi segar adalah adanya aroma khas (*milky/prengus*) yang kurang disukai oleh sebagian konsumen dewasa. Di sisi lain, tren gaya hidup sehat meningkatkan minat masyarakat terhadap pangan fungsional yang memiliki efek fisiologis tambahan, seperti peningkatan sistem imun.

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dipilih sebagai bahan tambahan karena memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa *gingerol* dan *shogaol* yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Selain manfaat kesehatan, aroma tajam dan rasa pedas hangat dari jahe merah diharapkan dapat berfungsi sebagai *masking flavor* untuk menutupi aroma amis susu, sehingga dapat meningkatkan daya terima sensoris produk.

Permasalahan teknis yang muncul dalam pencampuran jahe ke dalam susu adalah keberadaan enzim *zingibain* (protease) yang dapat menyebabkan koagulasi atau pecahnya protein kasein susu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan Metode Infusa dengan suhu pemanasan 90°C selama 15 menit. Suhu tinggi tersebut bertujuan untuk menginaktivasi enzim *zingibain* sehingga susu tetap dalam fase cair (homogen) dan stabil.

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi ekstrak jahe merah yang paling optimal untuk menghasilkan susu jahe yang fungsional sekaligus memiliki daya terima yang tinggi di masyarakat.



Gambar 2. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2026. Lokasi penelitian untuk proses ekstraksi jahe dan pembuatan produk dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Islam Batik Surakarta. Uji organoleptik dilakukan di lokasi yang sama dengan melibatkan panelis dari masyarakat.

3.2. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Susu Sapi Segar: Menggunakan susu sapi segar yang didapatkan dari peternak.
- b. Jahe Merah: jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) segar berumur 8-10 bulan yang diperoleh dari Pasar Gede Surakarta.
- c. Air Distilasi (Aquades): Digunakan sebagai pelarut dalam metode infusa.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan digital, panci infusa stainless steel, termometer laboratorium (0-100°C), gelas ukur (Pyrex), pengaduk kaca, kain flanel penyaring, cup plastik, dan lembar kuesioner uji hedonik.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah sesuai dengan prinsip dasar percobaan laboratorium (Steel dan Torrie, 1993).

Data dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila terdapat pengaruh yang sangat nyata ($F_{\text{Hitung}} > 0,01$), maka dilanjutkan menggunakan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan standar $P < 0,01$.

Perlakuan terdiri dari 4 level konsentrasi penambahan ekstrak jahe merah:

- a. P0: Susu sapi segar + 0% Ekstrak Jahe Merah (Kontrol)
- b. P1: Susu sapi segar + 5% Ekstrak Jahe Merah
- c. P2: Susu sapi segar + 10% Ekstrak Jahe Merah
- d. P3: Susu sapi segar + 15% Ekstrak Jahe Merah

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga total terdapat 16 unit percobaan.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur adalah kualitas organoleptik berdasarkan tingkat kesukaan (uji hedonik) terhadap parameter berikut (Meilgaard *et al.*, 2016):

1. Warna: Penilaian visual terhadap gradasi warna produk.
2. Aroma: Penilaian terhadap kekuatan aroma jahe merah dan penutupan aroma amis susu.
3. Rasa: Penilaian terhadap sensasi gurih susu dan pedas hangat jahe.
4. Tekstur: Penilaian terhadap homogenitas cairan dan ketiadaan gumpalan.
5. Tingkat Kesukaan: Penilaian umum terhadap produk.

3.5. Uji Hedonik

Uji hedonik merupakan jenis pengujian organoleptik yang paling sering digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk. Panelis diminta untuk memberikan penilaian subjektif berdasarkan skala hedonik, yang berkisar dari sangat tidak suka hingga sangat suka (Lawless dan Heymann, 2010). Skala ini biasanya dikonversikan ke dalam angka (skor) untuk kemudian dianalisis secara statistik guna mengetahui pengaruh perlakuan terhadap daya terima produk (Tarwendah, 2017).

Uji organoleptik atau uji sensoris adalah suatu metode pengujian kualitas produk yang menggunakan indera manusia sebagai alat ukur utama untuk menilai tekstur, warna, aroma, dan rasa. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan (*acceptability*) dan kesukaan (*preference*) konsumen terhadap suatu produk pangan (Setyaningsih *et al.*, 2010). Dalam industri pangan, uji organoleptik sangat penting karena meskipun suatu produk memiliki nilai gizi tinggi, produk tersebut tidak akan bermanfaat jika tidak dapat diterima secara sensoris oleh konsumen (Kartika *et al.*, 1988). Pengujian organoleptic ini mmenggunakan cara Permata & Kusuma, (2016) dengan sedikit modifikasi. Untuk skala penilaian dari uji hedonik dan uji mutu hedonic dapat dilihat pada tabel berikut :

Skor	Penerimaan Keseluruhan
5	Sangat suka
4	Suka
3	Agak Suka
2	Tidak Suka
1	Sangat Tidak Suka

3.6. Parameter Organoleptik pada Susu Jahe

Menurut Meilgaard *et al.* (2016), terdapat beberapa parameter utama dalam penilaian sensoris produk pangan cair seperti susu jahe, yaitu:

1. Warna: Penilaian visual yang dipengaruhi oleh sebaran cahaya dan pigmen rimpang jahe merah (antosianin) yang bercampur dengan warna putih kasein susu.
2. Aroma: Respon dari saraf olfaktorik terhadap senyawa volatil (minyak atsiri) jahe merah yang diharapkan mampu menutupi aroma *prengus* susu.
3. Rasa: Stimulus yang diterima lidah, meliputi rasa gurih dari lemak susu dan rasa pedas hangat dari senyawa *gingerol* serta *shogaol*.
4. Tekstur (*Mouthfeel*): Penilaian terhadap konsistensi cairan di dalam mulut. Dalam penelitian ini, tekstur diamati untuk memastikan tidak adanya gumpalan akibat kegagalan inaktivasi enzim protease.

3.7. Responden Penelitian

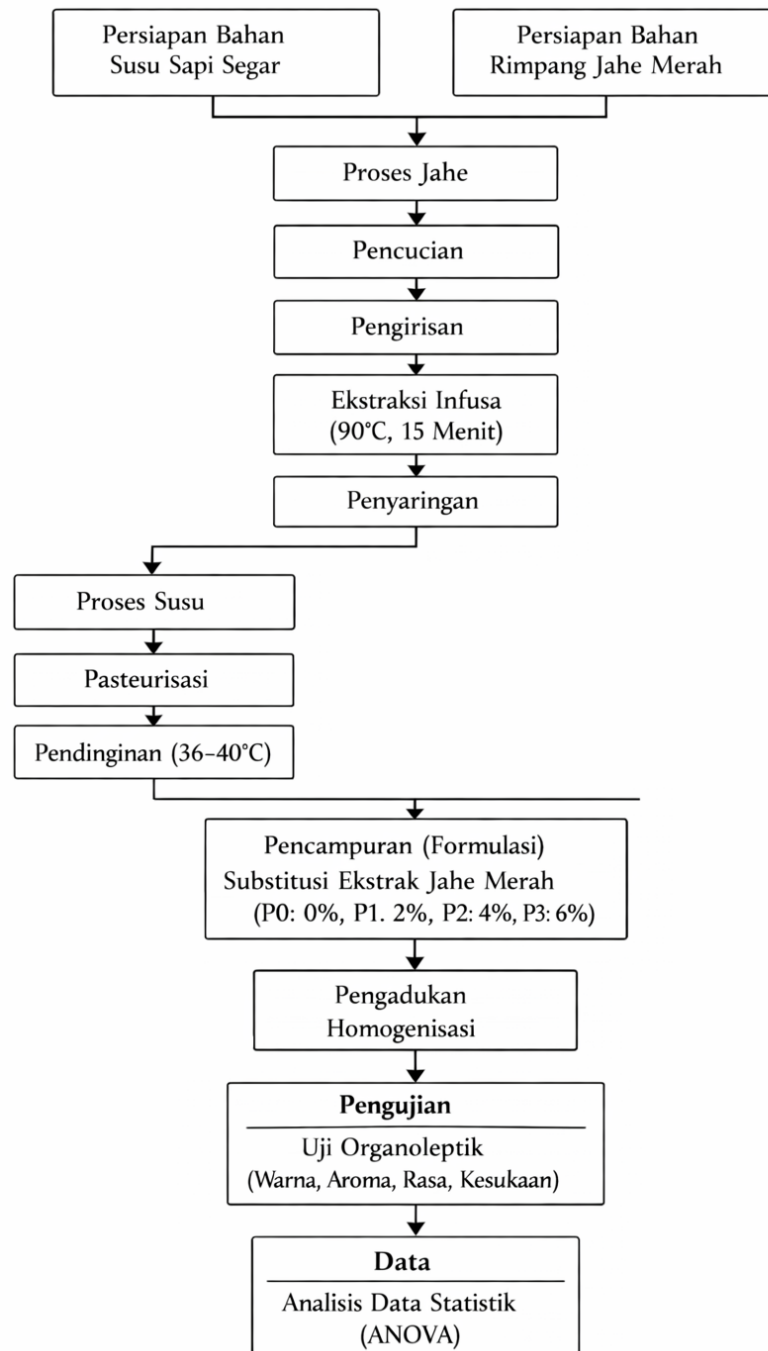
Responden penelitian adalah anggota tim pengujian yang bertugas memberikan respon sensoris terhadap sampel yang disajikan. Untuk uji hedonik atau uji daya terima, biasanya digunakan responden atau panelis Tidak Terlatih dalam jumlah yang cukup besar (minimal 45 orang), yang diambil dari calon konsumen potensial atau mahasiswa untuk mewakili populasi umum (Setyaningsih *et al.*, 2010). Dalam penelitian ini akan menggunakan 45 responden dengan rentan usia 20-35 tahun.

3.8. Prosedur Penelitian

Berikut ini merupakan prosedur penelitian:

1. Jahe merah dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir.
2. Jahe merah kemudian diparut hingga halus.
3. Hasil parutan dicampurkan dengan aquades sesuai perbandingan yang telah ditetapkan dalam standar laboratorium.
4. Campuran dipanaskan menggunakan panci tim hingga mencapai suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$ dan dipertahankan selama 15 menit.
5. Campuran didinginkan hingga mencapai suhu ruang.
6. Ekstrak disaring menggunakan kain saring atau saringan halus sehingga diperoleh ekstrak jahe merah yang siap digunakan.
7. Susu sapi segar disiapkan sesuai jumlah yang dibutuhkan.
8. Susu dipanaskan menggunakan metode pasteurisasi hingga mencapai suhu 72°C tidak sampai mendidih, untuk menjaga kualitas protein susu.
9. Susu didinginkan hingga mencapai suhu $36\text{--}40^{\circ}\text{C}$ (hangat kuku).
10. Ekstrak jahe merah ditambahkan ke dalam susu sesuai perlakuan, yaitu:
 - a. P0 = 0% ekstrak jahe merah (kontrol)
 - b. P1 = 5% ekstrak jahe merah
 - c. P2 = 10% ekstrak jahe merah
 - d. P3 = 15% ekstrak jahe merah
11. Campuran diaduk hingga homogen tanpa dilakukan pemanasan lanjutan.

12. Sampel disimpan dalam wadah steril sebelum dilakukan pengujian.



Gambar 3. Flowchart Penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Rata-rata Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Warna Susu Segar

Warna merupakan salah satu parameter sensoris yang memegang peranan krusial karena menjadi indikator visual pertama yang dinilai langsung oleh konsumen sebelum mengonsumsi suatu produk minuman. Penampilan warna yang menarik atau sesuai dengan karakteristik standar produk cenderung membangkitkan persepsi kualitas dan kesegaran. Pada produk susu sapi segar, warna dasar putih susu dibentuk oleh refleksi dan dispersi cahaya yang mengenai butiran lemak serta koloid protein (kasein). Penambahan ekstrak bahan alami seperti jahe merah diduga kuat dapat menggeser karakteristik visual alami tersebut melalui komponen pigmen yang dibawanya. Hasil penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan variable warna susu sapi segar jahe merah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Warna Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan $\pm$ SD
	U1	U2	U3	U4		
P0	4,130	4,110	4,110	4,070	16,420	4,105 $\pm$ 0,025 ^d
P1	3,420	3,440	3,420	3,440	13,720	3,430 $\pm$ 0,012 ^c
P2	3,380	3,310	3,380	3,400	13,470	3,368 $\pm$ 0,040 ^b
P3	3,240	3,180	3,160	3,180	12,760	3,190 $\pm$ 0,035 ^a
Jumlah	14,170	14,040	14,070	14,090	56,370	

Ket : Penambahan ekstrak jahe merah dalam pengolahan susu pasteurisasi, memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata terhadap warna susu pasteurisasi ($F_{hitung} > F_{0,01}$).

Berdasarkan hasil analisis ragam, diperoleh nilai F_{Hitung} sebesar 729,94, yang nilainya jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai F_{Tabel} baik pada taraf signifikansi 5% (3,49) maupun pada taraf 1% (5,95). Fakta statistik ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat kesukaan variabel warna susu sapi segar.

Ditinjau dari nilai rata-rata pada Tabel 2, tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol atau tanpa penambahan jahe merah (P0) yaitu sebesar 4,105 yang berada pada kategori suka. Sebaliknya, seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak jahe merah yang ditambahkan (dari 5% pada P1 hingga mencapai 15% pada P3), terjadi penurunan skor penilaian hedonik secara linier dari 3,430 hingga menyentuh nilai terendah sebesar 3,190 pada perlakuan P3, hal tersebut sesuai dengan pendapat Tetelepta (2024), bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak jahe merah yang ditambahkan maka larutan akan berwarna sangat coklat atau keruh dengan tingkat kesukaan panelis yang rendah dibandingkan perlakuan sebelumnya dengan konsentrasi yang lebih rendah.

Warna apada bahan pangan dapat berasal dari berbagai hal diantaranya yaitu pigmen alami bahan pangan tersebut, seperti adanya reaksi anatara senyawa organik

dan udara, serta adanya penggunaan zat warna baik yang alami maupun sintetik. Warna menjadi komponen terpenting dalam menentukan kualitas atau daya terima suatu bahan pangan (Chasparinda *et al.*, 2014). Penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap warna susu ini secara ilmiah berkorelasi erat dengan karakteristik pigmen alami yang terdapat di dalam jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). Berbeda dengan jenis jahe lainnya, jahe merah mengandung senyawa flavonoid spesifik golongan antosianin serta senyawa fenolik yang memberikan warna merah keunguan atau jingga kecokelatan pada filtrat ekstraknya. Metode ekstraksi infusa yang diaplikasikan pada penelitian ini mampu menyari pigmen tersebut secara optimal.

Ketika ekstrak cair jahe merah yang berwarna pekat dihomogenisasikan ke dalam matriks emulsi susu segar yang berwarna putih bersih, terjadi interaksi fisik pencampuran warna. Efeknya, warna putih susu yang semula bersih bergeser menjadi sedikit gelap, kusam, atau kecokelatan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Tetelepta (2024), bahwa akan terjadi perubahan warna akibat dari reaksi pencampuran sehingga susu kehilangan warna aslinya setelah mengalami pencampuran dengan ekstrak jahe merah. Hasil skor hedonik mengindikasikan bahwa para panelis cenderung mempertahankan ekspektasi visual konvensional mereka terhadap produk susu murni, di mana penampilan susu yang putih bersih alami (P0) dinilai lebih higienis dan menarik dibandingkan penampilan visual susu fungsional yang telah mengalami pemekatan warna akibat penambahan ekstrak jahe merah.

Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan hasil bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik warna susu sapi segar. Untuk mengetahui perbedaan di antara masing-masing perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 1% yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Uji DMRT Variabel Warna

Perlakuan	DMRT	Notasi
P0	4,11	d
P1	3,661	c
P2	3,595	b
P3	3,406	a

Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 3. menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki notasi huruf yang berbeda secara keseluruhan, yaitu berturut-turut dari perlakuan P3 (a), P2 (b), P1 (c), hingga P0 (d). Hal ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan konsentrasi ekstrak jahe merah mulai dari tingkat 5%, 10%, hingga 15% memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dalam menurunkan rata-rata nilai organoleptik warna susu segar.

Skor rata-rata warna tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol P0 (0%) dengan nilai sebesar 4,110 (kategori Suka). Warna susu pada P0 merupakan warna putih susu asli yang bersih dan cerah yang umumnya disukai oleh konsumen. Seiring

dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak jahe merah, terjadi penurunan nilai secara linier, di mana perlakuan P1 menjadi 3,661 (Suka), P2 menjadi 3,595 (Suka), dan skor terendah terdapat pada perlakuan P3 yaitu sebesar 3,406 (kategori Agak Suka).

Penurunan nilai ini disebabkan oleh karakteristik fisik dari ekstrak jahe merah itu sendiri. Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) memiliki pigmen alami berupa antosianin pada kulitnya serta komponen gingerol yang memberikan warna cenderung jingga, cokelat muda, hingga kemerahan. Ketika ekstrak jahe merah dicampurkan ke dalam susu sapi segar yang berwarna putih keruh (akibat dispersi globula lemak dan refleksi cahaya oleh protein kasein), warna putih alami susu mengalami degradasi warna. Hasil organoleptis ekstrak jahe merah dilakukan secara manual dengan kasat mata. Untuk warna coklat dengan bauk has aromatik, rasa pedas khas jahe dan konsistensi cair karena ekstrak yang diambil yaitu perasan jahe yang sudah dihancurkan dengan parutan (Aji *et al.*, 2021) Campuran tersebut mengubah warna susu menjadi agak kusam, kecokelatan, atau putih kekuningan.

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan (seperti pada P2 10% dan P3 15%), warna susu fungsional tersebut menjadi semakin pekat dan menyimpang dari warna susu segar pada umumnya. Hal inilah yang menyebabkan penilaian subjektif panelis cenderung menurun karena secara visual, masyarakat lebih familier dengan susu yang berwarna putih bersih atau putih kekuningan cerah. Meskipun terjadi penurunan skor, seluruh perlakuan penambahan ekstrak jahe merah (P1, P2, dan P3) secara statistik masih dinilai pada rentang skor suka oleh para panelis, yang menandakan bahwa visualisasi warna produk ini masih dapat diterima dengan baik oleh konsumen.

4.2. Analisis Rata-rata Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Aroma Susu Segar

Aroma merupakan variabel sensoris yang tidak kalah penting dalam menentukan mutu organoleptik suatu produk minuman fungsional. Senyawa volatil yang menguap dari produk akan ditangkap oleh sel-sel reseptor olfaktori pada rongga hidung, sehingga secara langsung menstimulasi persepsi kesegaran, kelezatan, atau justru penolakan sebelum produk tersebut dicicipi. Susu sapi segar memiliki aroma khas yang cenderung lembut (*milky*) yang berasal dari perpaduan asam lemak volatil, lakton, serta senyawa turunan protein. Adapun cara lain untuk menghilangkan aroma milky susu yaitu dengan menambahkan ekstrak jahe. Penambahan jahe dalam pembuatan produk diversifikasi sudah pernah dilakukan. Ekstrak jahe dapat memberikan flavor karena mengandung senyawa aktif antara lain zingiberin, zingiberol, dan shogaol, yang menghasilkan rasa pedas dan aroma khas serta memberikan efek menyegarkan jika ditambahkan ke dalam minuman (Rizal *et al.*, 2020). Penambahan ekstrak jahe merah yang kaya akan komponen minyak atsiri dipastikan akan mengubah profil aroma alami tersebut. Hasil penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan variabel aroma susu sapi segar jahe merah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Nilai Aroma Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
P0	3,620	3,670	3,620	3,600	14,510	3,628 ± 0,041 ^d
P1	3,380	3,440	3,380	3,400	13,600	3,400 ± 0,016 ^c
P2	3,240	3,220	3,270	3,270	13,000	3,250 ± 0,022 ^b
P3	3,200	3,110	3,220	3,240	12,770	3,193 ± 0,019 ^a
Jumlah	13,440	13,440	13,490	13,510	53,880	

Ket : Penambahan ekstrak jahe merah dalam pengolahan susu pasteurisasi, memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata terhadap aroma susu pasteurisasi ($F_{hitung} > F_{0,01}$).

Berdasarkan hasil analisis ragam, diperoleh nilai F_{Hitung} untuk variabel aroma sebesar 108,02. Nilai ini jauh melampaui nilai kritis pada tabel distribusi F , baik pada taraf kemaknaan 5% (3,49) maupun taraf kemaknaan 1% (5,95). Dengan demikian, keputusan statistik menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat kesukaan aroma susu sapi segar.

Melihat kecenderungan data pada Tabel 4, nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis mengalami penurunan yang konstan seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak jahe merah yang dihomogenisasikan. Nilai rata-rata tertinggi dicapai oleh perlakuan kontrol (P0) tanpa jahe merah yaitu sebesar 3,628 yang menduduki kategori suka. Nilai kesukaan ini perlahan menurun menjadi 3,400 pada P1 (5%), dilanjutkan menjadi 3,250 pada P2 (10%), hingga menyentuh titik terendah sebesar 3,193 pada perlakuan P3 (15%) yang berada pada rentang kategori agak suka.

Secara biofisikokimia, fenomena penurunan skor hedonik aroma ini dikendalikan oleh intensitas penetrasi senyawa volatil bawaan dari jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). Jahe mengandung minyak atsiri dan oleoresin yang bersifat khas jahe yang memberikan aroma harum dan oleorisinnya menyebabkan rasa pedas (Apriani *et al.*, 2023). Komponen utama yang menyusun aroma khas jahe merah adalah kelompok minyak atsiri yang didominasi oleh senyawa *zingiberene*, *curcumene*, *farnesene*, serta senyawa turunan fenol berantai non-volatil seperti *zingerone* yang ikut tersari selama metode infusa. Selain menghasilkan aroma dan rasa pedas, jahe merah dapat merelaksasi dan memberikan rasa hangat pada sistem pernafasan, selain itu mengkonsumsi jahe merah secara rutin dapat mengobati dan meningkatkan kesehatan pada sistem pernafasan sehingga dapat membantu meningkatkan sistem imun tubuh (Hakim *et al.*, 2021).

Pada konsentrasi rendah (5%), aroma rempah yang dihasilkan dinilai masih mampu berkompromi dan berharmonisasi dengan aroma amis susu alami, sehingga menciptakan efek penyamaran (*masking effect*) yang menyegarkan bagi sebagian panelis. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Pebiningrum (2017), bahwa menghilangkan aroma prengus susu yaitu dengan menambahkan ekstrak jahe, dalam pembuatan produk diversifikasi. Namun, ketika konsentrasi ekstrak jahe merah dinaikkan hingga menyentuh kadar 10% dan 15% (P2 dan P3), pelepasan senyawa

aromatik *zingiberene* menjadi terlalu pekat dan dominan di udara ruang pengujian. Akibatnya, karakteristik aroma asli susu sapi segar menjadi tenggelam dan berganti menjadi aroma herbal yang sangat tajam menyengat. Respon panelis awam yang semula mengharapkan impresi aroma minuman susu yang *soft* cenderung memberikan penilaian kesukaan yang lebih rendah terhadap aroma rempah yang terlalu pekat tersebut.

Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik rasa susu sapi segar. Untuk mengetahui perbedaan di antara masing-masing perlakuan, pengujian dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 1% yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penentuan Uji DMRT Variabel Aroma

Perlakuan	DMRT	Notasi
P0	3,63	D
P1	3,473	C
P2	3,322	B
P3	3,259	A

Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 5. menunjukkan bahwa setiap perlakuan menghasilkan notasi huruf yang berbeda secara keseluruhan, yaitu P3 (a), P2 (b), P1 (c), dan P0 (d). Hal ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan konsentrasi ekstrak jahe merah (mulai dari 5%, 10%, hingga 15%) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dalam menurunkan rata-rata nilai organoleptik aroma susu sapi segar secara bertahap dan signifikan.

Skor rata-rata kesukaan aroma tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol P0 (0%) yaitu sebesar 3,630 yang termasuk dalam kategori suka. Aroma pada perlakuan P0 merupakan aroma asli susu sapi segar yang khas. Seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak jahe merah yang ditambahkan, terjadi penurunan nilai secara linier, di mana perlakuan P1 menjadi 3,473, P2 menjadi 3,322, dan skor terendah terdapat pada perlakuan P3 yaitu sebesar 3,259. Meskipun terjadi penurunan skor, perlakuan modifikasi ini (P1, P2, dan P3) secara statistik masih berada dalam rentang kategori agak suka.

Penurunan nilai kesukaan aroma ini berkaitan erat dengan komponen senyawa volatil yang terkandung di dalam jahe merah. Jahe merah memiliki kandungan minyak atsiri (*essential oils*) yang cukup tinggi, dengan komponen utama berupa *zingiberene*, *curcumene*, *farnesene*, serta senyawa pemberi aroma segar seperti *cineole* dan *citral*. Senyawa-senyawa volatil ini mudah menguap dan memberikan aroma khas jahe yang sangat tajam, pedas, dan menyengat.

Pada konsentrasi rendah (P1 5%), aroma jahe merah yang dihasilkan dari metode infusa dinilai mampu berpadu dengan baik dan efektif menyamarkan aroma

khas ternak (*prengus*) dari susu sapi segar tanpa mendominasi secara berlebihan. Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu P2 (10%) dan P3 (15%), volume senyawa volatil yang terlepas ke udara menjadi semakin pekat dan tajam. Aroma jahe yang terlalu kuat dan menusuk hidung ini menyebabkan penyimpangan dari karakteristik aroma susu fungsional yang ideal menurut persepsi konsumen, sehingga menurunkan preferensi dan penilaian dari para panelis.

4.3. Analisis Rata-rata Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Rasa Susu Segar

Rasa merupakan komponen sensoris yang paling menentukan daya terima akhir dan keputusan konsumen untuk kembali membeli suatu produk pangan (*repeat order*). Interaksi antara senyawa kimia yang terkandung di dalam bahan pangan dengan kuncup pengecap (*taste buds*) pada lidah manusia akan menghasilkan rangsangan rasa seperti manis, asin, asam, pahit, atau gurih. Susu sapi segar murni secara alami memiliki karakteristik rasa yang gurih khas emulsi lemak (*milky*) dan sedikit manis karena adanya kandungan laktosa. Rimpang jahe merah berukuran kecil dan memiliki rasa yang lebih pedas dibandingkan jahe lainnya karena terdapat perbedaan kandungan senyawa kimia lainnya (Sarmoko *et al.*, 2020). Penambahan ekstrak jahe merah membawa senyawa non-volatil yang tajam dan dipastikan akan mengubah peta rasa asli susu tersebut. Hasil penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan variabel rasa susu sapi segar jahe merah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Nilai Rasa Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
P0	3,800	3,780	3,800	3,820	15,200	3,800 ± 0,038 ^d
P1	3,310	3,360	3,290	3,310	13,270	3,318 ± 0,021 ^c
P2	2,730	2,710	2,760	2,800	11,000	2,750 ± 0,018 ^b
P3	2,110	2,090	2,220	2,240	8,660	2,165 ± 0,017 ^a
Jumlah	11,950	11,940	12,070	12,170	48,130	

Ket : Penambahan ekstrak jahe merah dalam pengolahan susu pasteurisasi, memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata terhadap rasa susu pasteurisasi ($F_{hitung} > F_{0,01}$).

Berdasarkan hasil analisis ragam, diperoleh nilai F_{Hitung} untuk variabel rasa sebesar 315,33. Nilai tersebut jauh melampaui nilai kritis F tabel pada taraf signifikansi 5% (3,49) dan taraf 1% (5,95). Hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi konsentrasi ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap preferensi rasa susu sapi segar.

Dilihat dari persebaran nilai rata-rata pada Tabel 6, tren skor hedonik rasa menunjukkan arah penurunan yang sangat curam seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak jahe merah yang dituangkan. Skor kesukaan tertinggi berada pada perlakuan tanpa penambahan ekstrak jahe (P0) dengan nilai rata-rata 3,80 kategori suka. Nilai ini mulai bergeser turun pada penambahan kadar 5% (P1) menjadi 3,318 kategori agak suka, lalu merosot drastis pada konsentrasi 10% (P2) menjadi 2,750 kategori kurang suka, dan mencapai titik terendah pada konsentrasi 15% (P3) dengan skor rata-rata sebesar 2,165 yang mengindikasikan kategori perlakuan tidak suka.

Secara kimiawi, penyebab utama penurunan drastis tingkat kesukaan rasa ini bersumber dari akumulasi senyawa bioaktif golongan fenolik non-volatil yang menjadi ciri khas utama jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). Senyawa-senyawa penentu sifat pedas tersebut meliputi *gingerol*, *shogaol*, dan *paradol*. Selama proses pemanasan atau ekstraksi infusa, sebagian senyawa *gingerol* akan mengalami dehidrasi menjadi *shogaol* yang memiliki intensitas rasa pedas dan agak getir yang jauh lebih kuat di lidah.

Ketika kadar ekstrak jahe merah ditambahkan sebanyak 5% (P1), senyawa *gingerol* dan *shogaol* yang terlarut dinilai masih proporsional karena diimbangi oleh sifat penawar alami dari globul lemak dan protein susu yang menyelimuti reseptor lidah, sehingga memberikan sensasi hangat-gurih yang masih dapat dinikmati panelis. Namun, pada konsentrasi 10% dan 15% (P2 dan P3), pepatah keseimbangan rasa tersebut runtuh. Akumulasi senyawa pedas fenolik menjadi terlalu pekat sehingga mendominasi seluruh profil rasa cairan susu sapi segar. Dominasi rasa pedas yang menyengat disertai timbulnya rasa getir (*aftertaste* pahit) dan sesuai dengan pendapat Diantari *et al* (2023) jahe merah mempunyai rasa pedas dan pahit yang lebih tinggi. Jika konsentrasi yang diberikan lebih besar menimbulkan *aftertaste* yang lebih pahit dan setelah ditelan memicu penolakan yang nyata dari panelis yang umumnya mengharapkan cita rasa susu yang lembut dan manis-gurih seimbang.

Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai organoleptik rasa susu sapi segar. Untuk mengetahui perbedaan di antara masing-masing perlakuan, dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 1% yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Penentuan Uji DMRT Variabel Rasa

Perlakuan	DMRT	Notasi
P0	3,800	d
P1	3,421	c
P2	2,849	b
P3	2,265	a

Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 7 menunjukkan bahwa setiap perlakuan menghasilkan notasi huruf yang berbeda secara keseluruhan, yaitu P3 (a), P2 (b), P1 (c), dan P0 (d). Hal ini mengindikasikan bahwa setiap tingkat konsentrasi penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rata-rata nilai organoleptik rasa susu sapi segar.

Skor rata-rata rasa tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol P0 (0%) yaitu sebesar 3,800 yang termasuk dalam kategori suka. Rasa susu pada perlakuan P0 merupakan rasa asli susu sapi segar yang cenderung gurih dan manis alami dari

laktosa. Pada perlakuan P1 (5%), nilai kesukaan menurun menjadi 3,421 namun masih dalam kategori agak suka. Penurunan paling tajam terjadi pada perlakuan P2 (10%) dengan nilai 2,849 yang masuk dalam kategori netral (biasa saja). Menariknya, pada perlakuan P3 (15%), nilai rata-rata DMRT kembali meningkat menjadi 3,265 kategori agak suka dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Penurunan nilai kesukaan rasa pada P1 dan P2 berkaitan erat dengan munculnya stimulasi rasa pedas yang kuat di lidah akibat akumulasi senyawa metabolit sekunder non-volatil di dalam jahe merah, seperti *gingerol*, *shogaol*, dan *zingeron*. Karakteristik jahe merah yang memiliki intensitas rasa pedas dan ketajaman lebih tinggi dibandingkan jenis jahe lainnya membuat penambahan ekstrak hingga 10% (P2) memberikan kesan rasa pedas yang berlebihan dan meninggalkan *aftertaste* agak getir yang kurang familier bagi panelis dalam produk susu segar.

Namun, peningkatan nilai yang terjadi pada perlakuan P3 (15%) menunjukkan fenomena unik pada preferensi panelis. Pada konsentrasi tertinggi ini, rasa pedas dan kehangatan yang dihasilkan dari metode infusa jahe merah menjadi sangat dominan dan tegas. Rasa gurih lemak susu justru memperkuat *body* atau ketebalan rasa dari minuman fungsional ini, mirip dengan karakteristik minuman tradisional STMJ (Susu Telur Madu Jahe) atau wedang susu yang sudah dikenal luas oleh masyarakat.

4.4. Analisis Rataan Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Kesukaan Susu Segar

Variabel kesukaan (*overall*) merupakan cerminan akumulatif dari seluruh sensasi sensoris yang ditangkap oleh panelis, meliputi dimensi visual (warna), olfaktori (aroma), dan gustatori (rasa) secara terintegrasi. Penilaian kesukaan memegang peranan paling vital dalam pengembangan produk pangan baru karena parameter ini merepresentasikan impresi akhir konsumen yang berkorelasi linier dengan potensi daya terima dan keberhasilan produk di pasar luas. Uji kesukaan juga merupakan salah satu uji penerimaan, dalam uji ini panelis diminta mengungkapkan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau sebaliknya ketidaksukaan, disamping itu mereka juga mengemukakan tingkat kesukaan/ ketidaksukaan (Sinaga, 2019). Skor kesukaan yang tinggi mengindikasikan adanya harmonisasi estetika visual dan kelezatan cita rasa produk. Hasil penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan susu sapi segar jahe merah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-Rata Nilai Kesukaan Susu Sapi Segar pada Berbagai Perlakuan.

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
P0	3,840	3,890	3,870	3,890	15,490	3,873 ± 0,013 ^d
P1	3,330	3,360	3,310	3,330	13,330	3,333 ± 0,019 ^c
P2	2,890	2,870	2,930	2,980	11,670	2,918 ± 0,022 ^b
P3	2,270	2,290	2,440	2,470	9,470	2,368 ± 0,031 ^a
Jumlah	12,330	12,410	12,550	12,670	49,960	

Ket : Penambahan ekstrak jahe merah dalam pengolahan susu pasteurisasi, memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata terhadap kesukaan susu pasteurisasi ($F_{hitung} > F_{0,01}$).

Berdasarkan kompilasi data, nilai F Hitung untuk variabel kesukaan mencapai angka 239,94. Nilai hitung ini terbukti jauh melampaui nilai teoretis F tabel pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) sebesar 3,49 maupun tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) sebesar 5,95. Fakta statistik ini mengonfirmasi secara mutlak bahwa variasi formula penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap penilaian kesukaan keseluruhan susu sapi segar di mata panelis.

Merujuk pada Tabel 8, sebaran nilai rata-rata mencerminkan pola penurunan kepuasan konsumen yang linier seiring dengan semakin pekatnya konsentrasi ekstrak jahe merah yang diinjeksikan. Tingkat kesukaan tertinggi secara konsisten dipegang oleh perlakuan kontrol (P0) tanpa jahe dengan nilai rata-rata 3,873 kategori suka. Akseptabilitas panelis mulai bergeser turun pada sampel P1 (5%) dengan nilai rata-rata 3,333 kategori agak suka, berlanjut turun ke angka 2,918 pada sampel P2 (10%) kategori netral/kurang suka, dan menembus titik terendah pada formulasi P3 (15%) dengan skor rata-rata 2,368 yang masuk ke dalam rentang skala tidak suka.

Secara komprehensif, dinamika penurunan nilai *overall* ini dikendalikan kuat oleh interaksi negatif yang dirasakan panelis pada variabel rasa dan warna, meskipun variabel aroma cenderung stabil. Susu sapi segar membawa karakteristik dasar emulsi yang gurih dari kandungan lemak serta warna putih opak yang bersih. Ketika ekstrak jahe merah dimasukkan, senyawa flavonoid jenis antosianin mengubah kenampakan visual susu menjadi agak keruh kecokelatan, sementara akumulasi senyawa fenolik pedas seperti *gingerol* dan *shogaol* memberikan stimulasi rasa panas-getir yang tajam di rongga mulut.

Pada konsentrasi minimal 5% (P1), perpaduan sifat sensoris tersebut dinilai masih berimbang dan memberikan sensasi minuman kebugaran yang hangat sehingga masih dapat diterima dengan baik oleh konsumen skor 3,333 agak suka. Namun, ketika kadar jahe merah ditingkatkan menjadi 10% hingga 15% (P2 dan P3), dominasi rasa pedas yang berlebihan serta warna visual yang semakin kusam menutupi seluruh identitas asli susu murni. Penurunan nilai kesukaan ini berkaitan erat dengan komponen senyawa volatil yang terkandung di dalam jahe merah. Jahe merah memiliki kandungan minyak atsiri (*essential oils*) yang cukup tinggi dengan komponen utama berupa zingiberene, curcumene, farnesene, serta senyawa pemberi aroma (Lusiana *et al.*, 2022). Ketidakseimbangan sensoris yang ekstrem ini menurunkan kenyamanan panelis saat mengonsumsi produk, sehingga memicu penilaian kesukaan keseluruhan yang rendah pada konsentrasi jahe merah tingkat tinggi.

Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa penambahan ekstrak jahe merah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai kesukaan keseluruhan (*overall*) susu sapi segar. Untuk mengetahui perbedaan di antara masing-masing perlakuan, pengujian dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 1% yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Penentuan Uji DMRT Variabel Kesukaan

Perlakuan	DMRT	Notasi
P0	3,870	d
P1	3,727	c
P2	3,367	b
P3	2,741	a

Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 9 menunjukkan bahwa setiap perlakuan menghasilkan notasi huruf yang berbeda secara keseluruhan, yaitu P3 (a), P2 (b), P1 (c), dan P0 (d). Hal ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan konsentrasi ekstrak jahe merah (mulai dari 5%, 10%, hingga 15%) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dalam menurunkan rata-rata nilai kesukaan keseluruhan produk secara linier dan signifikan.

Skor rata-rata akseptabilitas atau kesukaan keseluruhan tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol P0 (0%) yaitu sebesar 3,870 yang termasuk dalam kategori suka. Hal ini wajar mengingat panelis sangat familiar dengan karakteristik asli susu sapi segar tanpa campuran. Pada perlakuan P1 (5%), nilai kesukaan keseluruhan sedikit menurun menjadi 3,727 namun secara organoleptik masih bertahan di kategori "Suka". Penurunan tingkat kesukaan mulai terlihat jelas pada perlakuan P2 (10%) dengan nilai 3,367 kategori agak suka, dan mencapai titik terendah pada perlakuan P3 (15%) dengan nilai 2,741 yang termasuk dalam kategori tidak suka.

Penilaian kesukaan keseluruhan (*overall*) ini merupakan cerminan akumulatif dari parameter sensori yang diuji sebelumnya, yang meliputi warna, aroma, dan rasa. Penurunan nilai *overall* seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak jahe merah sangat dipengaruhi oleh perubahan tajam pada parameter rasa dan aroma. Kandungan minyak atsiri yang membawa senyawa volatil (seperti *zingiberene*) serta senyawa non-volatil pembawa sifat pedas (seperti *gingerol* dan *shogaol*) pada jahe merah terbukti mendominasi sifat asli susu segar pada konsentrasi tinggi.

Pada perlakuan P1 (5%), kombinasi warna putih kekuningan yang pas, aroma jahe yang sukses menyamarkan bau *prengus* ternak, serta rasa hangat yang tidak berlebihan membuat perlakuan ini dinilai paling harmonis dan sangat diterima oleh panelis di antara semua perlakuan modifikasi. Sebaliknya, pada perlakuan P2 (10%) dan P3 (15%), akumulasi rasa pedas yang menyengat serta munculnya *aftertaste* getir/pahit membuat tingkat penerimaan panelis menurun secara signifikan hingga menyentuh level tidak suka pada P3. Secara statistik, perlakuan P1 (5%) merupakan konsentrasi penambahan ekstrak jahe merah yang paling optimal karena mampu menghasilkan susu fungsional berbasis rempah dengan daya terima konsumen (*consumer acceptability*) yang paling tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik non-parametrik terhadap kualitas organoleptik susu sapi segar dengan penambahan ekstrak jahe merah, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan ekstrak jahe merah dengan metode infusa berpengaruh terhadap kualitas organoleptik susu sapi segar, yaitu pada atribut warna, rasa, dan tingkat kesukaan keseluruhan (*overall*), sedangkan pada atribut aroma tidak memberikan pengaruh yang nyata. Perubahan warna susu menjadi lebih kecokelatan seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak jahe merah menyebabkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna cenderung menurun.
2. Konsentrasi ekstrak jahe merah 5% (P1) merupakan konsentrasi terbaik dalam penelitian ini karena menghasilkan karakteristik organoleptik yang paling dapat diterima panelis. Pada konsentrasi tersebut, cita rasa jahe masih seimbang dengan rasa susu sehingga tingkat kesukaan panelis tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan peningkatan konsentrasi menjadi 10% (P2) dan 15% (P3) menurunkan tingkat penerimaan akibat rasa pedas dan getir jahe yang semakin dominan.
3. Tingkat penerimaan (*acceptability*) konsumen terhadap diversifikasi produk susu sapi segar dengan penambahan ekstrak jahe merah tergolong masih dapat diterima, terutama pada perlakuan P1 (5%) yang memperoleh nilai kesukaan keseluruhan dalam kategori agak suka. Dengan demikian, penambahan ekstrak jahe merah sebanyak 5% berpotensi dikembangkan sebagai formulasi susu sapi segar dengan nilai penerimaan konsumen yang baik.

Penambahan ekstrak jahe merah berpengaruh nyata terhadap parameter kesukaan keseluruhan (*overall*) ($p < 0,001$). Formula P1 (konsentrasi ekstrak jahe merah 5%) ditetapkan sebagai perlakuan terbaik dengan tingkat penerimaan panelis yang masih berada pada kategori baik (skor rata-rata *overall* 3,33 / agak suka).

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat direkomendasikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu dilakukan optimasi atau modifikasi formulasi pada pembuatan produk susu jahe merah, misalnya dengan penambahan bahan pemanis alami (seperti madu atau gula aren) guna menyeimbangkan intensitas rasa pedas-getir jahe pada konsentrasi tinggi sehingga daya terima panelis terhadap parameter rasa dapat ditingkatkan.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai karakteristik fisik (seperti viskositas dan stabilitas emulsi) serta karakteristik kimia dan mikrobiologi susu sapi segar selama masa penyimpanan, mengingat penambahan ekstrak jahe merah berpotensi memengaruhi pH, aktivitas antioksidan, dan masa simpan produk.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antimikroba ekstrak jahe merah pada susu sapi segar, sehingga dapat diketahui efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan pangan serta potensinya dalam memperpanjang masa simpan produk.
4. Perlu dilakukan penelitian mengenai segmentasi pasar dan preferensi konsumen terhadap produk susu sapi segar dengan penambahan ekstrak, sehingga dapat diketahui target pasar yang sesuai serta peluang pengembangan produk sebagai minuman fungsional yang memiliki nilai ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeng, D., Ramadhani, L., Endrakasih, E., dan Robiah. (2019). Ekstrak jahe (*Zingiber officinale*) dan madu (Mel) sebagai pengawet alami susu pasteurisasi. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 5(1), 1-10.
- Aji, N. P., Herlina, Dela R. D. (2021). Pembuatan Permen Jekky dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* R.) dengan Penambahan Gelatin. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 8(2).
- Apriani, S., Yudi A. M., Putri D. (2023). Aromaterapi Jahe Merah (*Zingiber officinale* R.) Meningkatkan Kualitas Tidur Lansia. *Jurnal Masker Medika*, 11(1).
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 3141.1:2011 Syarat Mutu Susu Segar - Bagian 1: Sapi. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., dan Wooton, M. (2010). Ilmu Pangan (H. Purnomo & Adiono, Terj.). UI-Press.
- Chasparinda, M. E., Andriani, M. A. M., & Kawiji. (2014). Pengaruh penambahan jahe (*Zingiber officinale* R.) terhadap karakteristik fisiokimia dan organoleptik sari buah bit (*Beta vulgaris* L.). *Teknosains*, 3(2), 20-27.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2000). Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Diantari, N. K. dan Ketut. W. A. (2023). Potensi Ekstrak Rimpang Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Rose Var. *Rubrum*) Sebagai Nutraceutical. *Jurnal Farmasi*. 2(1).
- Hadiwiyoto, S. (1994). Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya. Liberty.
- Hakim, G. L., Angela N. N., dan Zakaria H. A. (2022). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var. *Rubrum*) terhadap Kualitas Organoleptik dan pH kefir Susu Kambing. *Journal Tropical Animal Science*. 3(1), 19-25.
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. (1988). Pedoman Uji Indrawi Bahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Lathifah, U. (2016). Pengaruh konsentrasi sari jahe emprit (*Zingiber officinale* var *Amarum*) dan lama penyimpanan terhadap jumlah mikrobial pada susu sapi [Publikasi Ilmiah]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lawless, H. T., dan Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2nd ed.). Springer Science & Business Media.
- Legowo, A. M., Kusrahayu, dan Mulyani, S. (2009). Ilmu dan Teknologi Susu. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Lusiana, S. A., Dhea I. S., Ratih N. S., dan Budi K. (2022). Analisis Uji Organoleptik terhadap Jahe (*Zingiber Officinale*) Sebagai Minuman Fungsional. *Journal Health and Nutrition*. 8(2), 33-39.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., dan Carr, B. T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Nurtiana, W. (2019). Pengembangan minuman susu jahe: Tinjauan aspek stabilitas dan sensori. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 18(2), 85-92.

- Paimin, F. B., dan Syukur, C. (2008). Budidaya Magelang Jahe. Penebar Swadaya.
- Pebiningrum A, Kusnadi J, (2017). Pengaruh Varietas Jahe dan Penambahan Madu terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi. Jurnal Peternakan. 3(2).
- Permata, D. A. & Kusuma, S. (2016) Pembuatan Minuman Serbuk Instan dari Berbagai Tanaman Meniram (*Phyllanthus niruri*). Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, 20 (1), 45-49.
- Rizal, S., Suharyono, F. Nurainy, & Kawiji. (2014). Pengaruh penambahan jahe (*Zingiber officinale* R.) terhadap karakteristik fisiokimia dan organoleptik sari buah bit (*Beta vulgaris* L.). Teknosains, 3(2), 20-27.
- Santoso, B. (2019). Jahe Merah: Budidaya dan Pemanfaatan untuk Kesehatan. Penebar Swadaya.
- Sarmoko, Solihati, I., Setyono, J., Ekowati, H., & Fadlan, A. (2020). *Zingiber officinale* Var. *rubrum* extract ncreases the cytotoxic activity of 5-fluorouracil in colon adenocarcinoma widr cells. Indonesian Journal of Pharmacy, 31(4), 266-272.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2010). Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press.
- Sinaga H. 2019. Daya Terima Bakso dengan Variasi Formulasi Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) dan Tepung Kacang Merah terhadap Konsumen. Jurnal Gizi. 1-37.
- Steel, R. G. D., dan Torrie, J. H. (1993). Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik (B. Sumantri, Terj.). Gramedia Pustaka Utama.
- Sudarwanto, M., dan Sudarnika, E. (2008). Produksi Susu Aman, Sehat, Utuh, dan Halal. Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, FKH IPB.
- Supriadi, S., Yuliani, S., dan Christina, W. (2011). Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap kandungan gingerol dan shogaol pada jahe merah. Jurnal Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 22(1), 53-61.
- Tarwendah, I. P. (2017). Jurnal review: Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 5(2), 66-73.
- Tetelepta, G. (2024). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* R.) terhadap Mutu Sirup Air Kelapa. Jurnal Edufortech, 9(1), 59-65.
- Thompson, E. H., Wolf, I. D., dan Allen, C. E. (1973). Ginger rhizome: A new source of proteolytic enzyme. Journal of Food Science, 38(4), 652-655.
- Wadikar, D. D., dan Patki, P. E. (2016). Ginger: A potential ingredient for functional foods. International Journal of Food Science and Technology, 51(12), 2521-2530.
- Wulandari, I., dan Swasono, M. A. H. (2022). Pengaruh penambahan ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale*) pada susu terhadap uji fisikokimia dan organoleptik ginger milk curd. Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian, 13(2), 264-270.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Warna

Data Kuesioner Panelis Variabel Warna

Perla kuan	Ulangan				Perla kuan	Ulangan				Perla kuan	Ulangan				Perla kuan	Ulangan			
	U 1	U 2	U 3	U 4		U 1	U 2	U 3	U 4		U 1	U 2	U 3	U 4		U 1	U 2	U 3	U 4
P0	5	4	5	4	P1	4	4	4	4	P2	3	3	3	3	P3	2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
	5	5	5	5		1	1	1	1		2	2	2	2		4	4	4	4
	5	5	5	5		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	4	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	4	5	5		5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4
	5	5	5	5		3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	5	5	4		2	3	2	2		2	2	2	2		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		2	2	2	2
	3	4	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	2	2
	5	5	5	5		3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	2	3
	5	5	5	5		1	1	1	1		1	1	1	2		1	1	1	1
	5	5	5	5		4	4	4	4		4	3	4	4		3	3	3	3
	5	5	4	4		2	2	2	2		1	1	1	1		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	4	4		2	2	2	2		3	3	3	3
	4	4	4	4		2	2	2	2		3	3	3	3		3	3	3	3
	5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	3	4	4		4	4	4	4
	3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
	1	1	1	1		1	1	1	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4		4	3	4	4
	4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3
	5	5	5	5		5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4
	5	5	5	5		5	5	5	5		5	5	5	5		5	4	5	5
	4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4		4	3	4	4
	4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4
	4	4	4	4		2	2	2	2		3	3	3	3		3	3	3	3
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4
	2	3	2	2		4	4	4	4		3	3	3	3		1	1	1	1
	3	3	3	3		2	2	2	2		3	3	3	3		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3

	4	4	4	4		3	3	3	3		5	5	5	5		5	5	5	5
	5	5	5	5		3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4
	4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
	4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	5	5	5	5		5	5	5	5		5	4	5	5		5	4	5	5
	5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3		2	3	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4
TOT AL	1 8 6	1 8 5	1 8 5	1 8 3	TOT AL	1 5 4	1 5 5	1 5 4	1 5 5	TOT AL	1 5 2	1 4 9	1 5 2	1 5 3	TOT AL	1 4 6	1 4 3	1 4 2	1 4 3

Hasil Perhitungan Variabel Warna

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{t \cdot r} \\
 &= \frac{(56,370)^2}{16} \\
 &= 198,599 \\
 \text{JK Total} &= \sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (4,130^2) + (4,110^2) + \\
 &\quad (4,110^2) + \dots + (3,180^2) \\
 &\quad - 198,599 \\
 &= 200,539 - 198,599 \\
 &= 1,941 \\
 \text{JK Perlakuan} &= \sum t \cdot \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{802,113}{4} - 198,599 \\
 &= 200,528 - 198,599 \\
 &= 1,929 \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 1,941 - 1,929 \\
 &= 0,012 \\
 \text{KT Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / \text{db Galat} \\
 &= 1,929 / 3 \\
 &= 0,643 \\
 \text{KT Galat} &= \text{JK Galat} / \text{db Galat} \\
 &= 0,012 / 12 \\
 &= 0,001 \\
 \text{F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\
 &= 0,643 / 0,001 \\
 &= 729,936
 \end{aligned}$$

ANOVA Variabel Warna

SK	db	JK	KT	f-hitung	f 0.05	f 0.01
Perlakuan	3	1,930	0,643	729,936	3,49	5,95
Galat	12	0,011	0,001			
Total	15	1,941				

Keterangan: F hitung > F 0.05, dari tabel analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah ke susu segar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter warna susu segar

Uji DMRT Variabel Warna

Tabel Duncan 1 %	2	3	4
DMRT	4,320	4,504	4,622
	0,216	0,225	0,231

Perlakuan			Notasi
P3	3,19 + 0,216	3,406	a
P2	3,37 + 0,225	3,595	b
P1	3,43 + 0,231	3,661	c
PO	4,11	4,11	d

Lampiran 2. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Aroma

Data Kuesioner Panelis Variabel Aroma

Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan			
	U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4
P0	5	5	5	4	P1	1	2	3	3	P2	1	1	2	2	P3	1	1	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4
	5	4	5	5		1	1	1	1		3	3	3	3		4	4	4	4
	4	4	4	4		5	5	5	5		5	5	5	5		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		5	5	5	5		5	4	5	5
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		5	4	5	5
	3	3	3	3		3	3	3	3		2	2	2	2		3	3	3	3
	5	5	5	4		2	3	2	2		2	2	2	2		3	3	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		2	2	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3		2	2	2	2

	5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		2	2	2	2		3	3	3	3		3	3	3	3
	5	5	4	4		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	3	4	4		4	4	4	4
	5	5	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		5	5	5	5
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		1	1	1	1
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		2	2	2	2		3	3	3	3		4	4	4	4
	3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4
	2	2	2	2		4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4
	1	1	1	2		1	1	1	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	2	2	2	2		2	2	2	2		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		4	3	4	4
	3	3	3	3		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		4	3	4	4
	5	5	5	5		5	5	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3
	2	3	2	2		4	4	4	4		3	3	3	3		1	1	1	1
	2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	5	5	5		4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4
	5	5	5	5		3	3	3	3		5	5	5	5		5	5	5	5
	3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4
	4	4	4	4		4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5
	1	2	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5
	2	3	2	2		2	3	2	2		4	4	4	4		5	5	5	5
TOT AL	1 6 3	1 6 5	1 6 3	1 6 2	TOT AL	1 5 2	1 5 5	1 5 2	1 5 3	TOT AL	1 4 6	1 4 5	1 4 4	1 4 7	TOT AL	1 4 4	1 4 0	1 4 5	1 4 6

Hasil Perhitungan Data Variabel Aroma

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{t \cdot r} \\
 &= \frac{(53,880)^2}{16} \\
 &= 181,441
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= \sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (3,620^2) + (3,670^2) + \dots + (3,240^2) \\
 &\quad - 181,441
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 181,910 - 181,441 \\
&= 0,469 \\
\text{JK Perlakuan} &= \sum t \cdot \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{r} - \text{FK} \\
&= \frac{727,573}{4} - 181,441 \\
&= 181,893 - 181,441 \\
&= 0,452 \\
\text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
&= 0,469 - 0,452 \\
&= 0,017 \\
\text{KT Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / \text{db Galat} \\
&= 0,452 / 3 \\
&= 0,151 \\
\text{KT Galat} &= \text{JK Galat} / \text{db Galat} \\
&= 0,017 / 12 \\
&= 0,001 \\
\text{F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\
&= 0,151 / 0,001 \\
&= 108,024
\end{aligned}$$

ANOVA Variabel Aroma						
SK	db	JK	KT	f-hitung	f 0.05	f 0.01
Perlakuan	3	0,452	0,151	108,024	3,49	5,95
Galat	12	0,017	0,001			
Total	15	0,469				

Keterangan: F hitung > F 0.05, dari tabel analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah ke susu segar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter aroma susu segar

Uji DMRT Variabel Aroma			
Tabel Duncan 1 %	2	3	4
DMRT	4,320	4,504	4,622
	0,069	0,072	0,073

Perlakuan	Notasi		
P3	3,19 + 0,069	3,259	a
P2	3,25 + 0,072	3,322	b
P1	3,4 + 0,073	3,473	c
PO	3,63	3,63	d

Lampiran 3. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Rasa

Data Kuesioner Panelis Variabel Rasa

Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan			
	U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4
P0	5	4	4	4	P1	5	5	5	5	P2	1	1	2	2	P3	1	1	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		2	2	2	2		1	1	1	1
	5	5	5	5		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	2	2
	5	4	5	5		5	5	5	5		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2		1	1	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		1	1	2	2
	4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		1	2	1	1		2	2	2	2		1	1	1	1
	5	5	5	5		2	2	2	2		1	1	1	2		1	1	2	3
	5	4	5	5		1	1	1	1		1	1	1	2		1	1	1	1
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		1	1	1	1		1	1	1	1
	4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2		1	1	1	1
	5	5	5	5		2	3	2	2		1	1	1	1		1	1	1	1
	4	4	4	4		1	1	1	1		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		1	1	1	1		1	1	1	1
	1	1	1	1		4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4
	1	1	1	2		1	1	1	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		4	3	4	4
	3	3	3	3		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		2	3	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		5	5	5	5		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		2	2	2	2
	5	5	5	5		5	5	4	4		2	2	2	2		1	1	1	1
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		5	4	5	5		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	2	3	2	2		4	4	4	4		3	3	3	3		1	1	1	1
	3	3	3	3		2	2	2	2		1	1	1	1		1	1	1	1
	3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2
	3	3	3	3		5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4

	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3
	4	4	4	4		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4		5	4	5	5
	2	2	3	3		4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5
	2	3	2	2		2	2	2	2		4	4	4	4		5	5	5	5
TOTAL	17	17	17	17	TOTAL	14	15	14	14	TOTAL	12	12	12	12	TOTAL	95	94	100	101

Hasil Perhitungan Variabel Rasa

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{t \cdot r} \\
 &= \frac{(48,130)^2}{16} \\
 &= 144,781 \\
 JK \text{ Total} &= \sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (3,800^2) + (3,780^2) + \dots + (2,240^2) \\
 &\quad - 144,781 \\
 &= 150,808 - 144,781 \\
 &= 6,026 \\
 JK \text{ Perlakuan} &= \sum t \cdot \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{603,129}{4} - 144,781 \\
 &= 150,782 - 144,781 \\
 &= 6,001 \\
 JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\
 &= 6,026 - 6,001 \\
 &= 0,025 \\
 KT \text{ Perlakuan} &= JK \text{ Perlakuan} / db \text{ Galat} \\
 &= 6,001 / 3 \\
 &= 2,000 \\
 KT \text{ Galat} &= JK \text{ Galat} / db \text{ Galat} \\
 &= 0,025 / 12 \\
 &= 0,002 \\
 F \text{ Hitung} &= KT \text{ Perlakuan} / KT \text{ Galat} \\
 &= 2,000 / 0,002 \\
 &= 945,981
 \end{aligned}$$

ANOVA Variabel Rasa

SK	db	JK	KT	f-hitung	f 0.05	f 0.01
Perlakuan	3	6,001	2,000	945,981	3,49	5,95
Galat	12	0,025	0,002			
Total	15	6,026				

Keterangan: F hitung > F 0.05, dari tabel analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah ke susu segar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter rasa susu segar

Uji DMRT Variabel Rasa				
Tabel Duncan 1 %		2	3	4
DMRT		4,320	4,504	4,622
		0,095	0,099	0,101
Perlakuan		Notasi		
P3		2,17 + 0,095	3,265	a
P2		2,75 + 0,099	2,849	b
P1		3,32 + 0,101	3,421	c
PO		3,8	3,8	d

Lampiran 4. Analisis Data dan Perhitungan Variabel Kesukaan

Data Kuesioner Panelis Variabel Kesukaan																			
Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan				Perlakuan	Ulangan			
	U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4		U1	U2	U3	U4
P0	5	5	5	4	P1	5	5	5	5	P2	1	1	2	2	P3	1	1	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		1	1	2	2		1	1	3	3
	5	5	5	5		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		3	3	3	3
	5	4	5	5		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	5	4	5	5		2	2	2	2		2	2	2	2		1	1	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		1	1	2	2
	4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		2	3	2	2		1	1	1	1		1	1	1	1
	5	5	5	5		2	2	2	2		2	2	2	3		1	1	2	3
	5	5	5	5		1	1	1	1		1	1	1	2		1	1	1	1
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	5	5	5	5		3	3	3	3		1	1	1	1		2	2	2	2
	4	4	4	4		2	2	2	2		1	1	1	1		1	1	1	1
	5	5	5	5		2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2

	4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		2	2	2	2
	1	1	1	1		4	4	4	4		5	5	5	5		4	4	4	4
	1	1	1	2		1	1	1	2		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5		4	3	4	4
	3	3	3	3		5	5	5	5		4	4	4	4		3	3	3	3
	4	4	4	4		5	5	5	5		3	3	3	3		2	3	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		5	5	5	5		2	3	2	2
	3	4	4	4		3	3	3	3		5	5	5	5		2	2	2	2
	5	5	5	5		5	5	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2		2	2	2	2
	3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2
	4	4	4	4		4	4	4	4		2	2	2	2		2	2	2	2
	2	3	2	2		4	4	4	4		3	3	3	3		1	1	1	1
	3	3	3	3		2	2	2	2		1	1	1	1		1	1	1	1
	3	3	3	3		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	3	3	3	3		5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4
	5	5	5	5		3	3	3	3		4	4	4	4		2	2	2	2
	4	4	4	4		3	3	3	3		3	3	3	3		3	3	3	3
	4	4	4	4		3	3	3	3		4	4	4	4		3	3	3	3
	5	5	4	5		4	4	4	4		3	3	3	3		2	2	2	2
	5	5	5	5		4	4	4	4		4	4	4	4		5	5	5	5
	2	3	3	3		5	4	5	5		5	4	5	5		5	5	5	5
	2	3	2	2		2	3	2	2		4	4	4	4		5	5	5	5
TOT AL	1 7 3	1 7 5	1 7 4	1 7 5	TOT AL	1 5 0	1 5 1	1 4 9	1 5 0	TOT AL	1 3 0	1 2 9	1 3 2	1 3 4	TOT AL	1 0 2	1 0 3	1 1 0	1 1 1

Hasil Perhitungan Variabel Kesukaan

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{t \cdot r} \\
 &= \frac{(49,960)^2}{16} \\
 &= 156,000 \\
 JK \text{ Total} &= \sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (3,840^2) + (3,890^2) + (3,870^2) + \dots + (2,470^2) \\
 &\quad - 156,000 \\
 &= 160,916 - 156,000 \\
 &= 4,916 \\
 JK \text{ Perlakuan} &= \sum t \cdot \frac{(\sum i \cdot \sum j \cdot Y_{ij})^2}{r} - FK \\
 &= \frac{643,499}{4} - 156,000 \\
 &= 160,875 - 156,000 \\
 &= 4,875 \\
 JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\
 &= 4,916 - 4,875
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,041 \\
 \text{KT Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / \text{db Galat} \\
 &= 4,875 / 3 \\
 &= 1,625 \\
 \text{KT Galat} &= \text{JK Galat} / \text{db Galat} \\
 &= 0,041 / 12 \\
 &= 0,003 \\
 \text{F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\
 &= 1,625 / 0,003 \\
 &= 472,116
 \end{aligned}$$

ANOVA Variabel Kesukaan

SK	db	JK	KT	f-hitung	f 0.05	f 0.01
Perlakuan	3	4,875	1,625	472,116	3,49	5,95
Galat	12	0,041	0,003			
Total	15	4,916				

Keterangan: F hitung > F 0.05, dari tabel analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah ke susu segar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter kesukaan (overall) susu segar

Uji DMRT Variabel Kesukaan

Tabel Duncan 1 %	2	3	4
DMRT	4,320	4,504	4,622
	0,371	0,387	0,397

Perlakuan			Notasi
P3	2,37 + 0,371	2,741	A
P2	2,97 + 0,387	3,367	B
P1	3,33 + 0,397	3,727	C
PO	3,87	3,87	D