

The Effect Given by Various Types of Stabilizers and Fructose Concentration on the Characteristics of Ginger Juice Syrup (*Zingiber officinale Rosc.*)

[Pengaruh Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa Terhadap Karakteristik Sirup Sari Jahe (*Zingiber officinale Rosc.*)]

Dwi Rifita Indira Putri¹⁾, Lukman Hudi²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: lukmanhudi@umsida.ac.id

Abstract. The objective of this study is examine impact of the interaction of stabilizer type and fructose concentration on the characteristics of ginger juice syrup. This study used a factorial Randomized Group Design (RAK). First factor consists three types of stabilizers, CMC, pectin, and carrageenan. Second factor fructose concentration at levels 65%, 75%, and 85%. Data were analyzed using ANOVA. If the results significant, BNJ tested at significance level of 5%. Organoleptic tests analyzed using Friedman test. The best treatment is determined using effectiveness index method. The results showed that interaction of type of stabilizer with concentration of fructose had a significant effect on total dissolved solids, antioxidants activity (IC_{50}), color and texture organoleptics. However, the interaction between type of stabilizer and fructose concentration did not have a significant effect on the color L^* (lightness), aroma and taste organoleptics. Type of stabilizer treatment has a very significant effect ($\alpha = 0.01$) on viscosity. Fructose concentration treatment had a very significant effect ($\alpha = 0.01$) on the reducing sugar content and b^* (yellowness) color and had a significant effect ($\alpha = 0.05$) on a^* (redness) color. Ginger juice syrup that had the best treatment was obtained by the P1F1 treatment (CMC: 65% fructose) which showed a TPT of 57.33°brix; viscosity 477.33 mPas; color L^* (lightness) 38.95; color a^* (redness) 7.17; color b^* (yellowness) 12.51; antioxidant activity (IC_{50}) 44.39 $\mu\text{g/ml}$; reducing sugar 51.50%; organoleptic color 4.03 (like-very like); organoleptic taste 3.80 (neutral-like); aroma organoleptic 3.90 (neutral-like); and organoleptic texture 4.00 (like).

Keywords - stabilizer, fructose, *Zingiber officinale Rosc.*

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh interaksi jenis penstabil dan konsentrasi fruktosa terhadap karakteristik sirup sari jahe. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama terdiri dari tiga jenis zat penstabil, yaitu CMC, pektin, dan karagenan. Faktor kedua konsentrasi fruktosa pada kadar 65%, 75%, dan 85%. Data dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila hasil analisis signifikan, diuji BNJ pada tingkat signifikansi 5%. Analisis uji organoleptik dilakukan menggunakan uji Friedman. Perlakuan terbaik ditentukan dengan metode indeks efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan interaksi jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut, aktifitas antioksidan (IC_{50}), organoleptik warna dan tekstur. Namun, interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna L^* (lightness), organoleptik aroma dan rasa. Perlakuan jenis bahan penstabil berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap viskositas. Perlakuan konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap kadar gula reduksi dan warna b^* (yellowness) serta berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap warna a^* (redness). Perlakuan terbaik diperoleh oleh perlakuan P1F1 (CMC : fruktosa 65%) yang menunjukkan TPT 57,33°brix; viskositas 477,33 mPas; warna L^* (lightness) 38,95; warna a^* (redness) 7,17; warna b^* (yellowness) 12,51; aktivitas antioksidan (IC_{50}) 44,39 $\mu\text{g/ml}$; gula reduksi 51,50%; organoleptik warna 4,03 (suka-sangat suka); organoleptik rasa 3,80 (netral-suka); organoleptik aroma 3,90 (netral-suka); dan organoleptik tekstur 4,00 (suka).

Kata Kunci - bahan penstabil, fruktosa, *Zingiber officinale Rosc.*

I. PENDAHULUAN

Zingiber officinale var officinarum atau yang biasa dikenal dengan jahe gajah merupakan tanaman rimpang yang Sangat populer di masyarakat karena berbagai kegunaannya, terutama sebagai bahan dasar minuman tradisional.

Tanaman jahe gajah mempunyai rimpang yang berukuran cukup besar, bercirikan warna yang putih pucat kekuningan, aroma lebih lembut daripada jahe emprit, dan rasa pedas yang tidak terlalu kuat [1]. Kandungan minyak atsiri-

jahe gajah berkisar antara 0,82% hingga 1,66%, dengan kandungan pati sebesar 55,10%, kadar abu berkisar antara 6,6% hingga 7,5%, dan kandungan serat sebesar 6,89% [2]. Pemanfaatan rimpang jahe sebagai bahan karminatif (peruntuh kentut), antiinflamasi, dan antimikroba telah banyak digunakan dalam pengobatan tradisional. Rimpang ini telah digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit seperti pilek, sakit tenggorokan, dan influenza, dan lain sebagainya [3]. Sifat aromatik dan rasa jahe disebabkan oleh dua unsur utama: minyak atsiri, yang bertanggung jawab atas wangi wangi, dan oleoresin, yang memberikan rasa pedas dan pahit [4]. Kandungan oleoresin terdiri dari minyak non-volatil (tidak menguap) yaitu zingerol, zingerone, shogaol, gingerol, dan gingerone. Dalam konteks minyak atsiri, terdiri dari minyak volatil (mudah menguap). Secara khusus, zingiberene dan zingiberol telah diidentifikasi sebagai salah satu komponen volatil [5]. Gingerol dan shogaol memberikan berbagai sifat menguntungkan seperti antioksidan, memberi efek antiinflamasi, potensi menjadi penurun berat badan, agen peningkatan sistem kekebalan tubuh, dan pemelihara kesehatan jantung [6]. Sama halnya dengan komoditas pertanian lainnya, jahe merupakan salah satu bahan pangan yang mudah rusak sehingga memerlukan pengolahan tambahan agar menjadi produk olahan yang layak untuk dikonsumsi. Salah satu produk olahannya adalah sirup sari jahe.

Sirup sari jahe adalah salah satu produk hasil olahan jahe berkarakteristik kental karena mengandung gula berkadar tinggi (minimal 65%), memiliki rasa khas jahe, biasanya disajikan sebagai minuman hangat [4]. Pengolahan jahe menjadi sirup dapat meningkatkan nilai ekonomis jahe, mendiversifikasikan produk olahan jahe, dan mempermudah dalam konsumsinya. Dalam pembuatan sirup tentunya menggunakan gula sebagai salah satu bahan dasarnya, namun penggunaan sukrosa dapat menyebabkan kristalisasi dan jika disimpan dalam waktu yang lama akan terjadi pengendapan gula khususnya pada produk sirup [7]. Oleh karena itu substitusi sukrosa menjadi fruktosa merupakan hal yang dianggap tepat, selain mencegah kristalisasi, fruktosa memiliki berbagai kelebihan diantaranya memperbaiki rasa dan penampakan produk, meningkatkan daya awet produk, memperbaiki konsistensi produk, rendah kalori, serta mudah dalam pengaplikasiannya karena bentuknya yang cair [8]. Fruktosa atau yang sering disebut dengan gula buah merupakan gula rantai pendek golongan monosakarida (tersusun dari satu monomer sakarida) yang penyerapannya lebih lambat dan memiliki rasa lebih manis dibandingkan glukosa dan sukrosa atau gula tebu [9]. Fruktosa dapat ditemukan pada madu, buah-buahan, agave, maupun umbi-umbian. Komponen ini juga bisa diperoleh dengan memecah atau meng-invert sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa [10] atau dengan mengolah jagung maupun singkong.

Kekentalan dalam pembuatan sirup tidak hanya disebabkan oleh tingginya kadar gula yang terkandung, namun juga perlu adanya tambahan bahan penstabil agar bahan utama yang digunakan dapat terperangkap dalam struktur gel sehingga kekentalan yang diinginkan diperoleh dan tidak terjadi endapan [11]. Dalam industri makanan dan minuman penggunaan bahan tambahan pangan dari golongan bahan penstabil yang diizinkan oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) antara lain karboksimetil selulosa (CMC), pektin, karagenan, gum arab, xanthan gum, gelatin, dan lain-lain [12]. Penggunaan bahan penstabil ini juga berfungsi sebagai pengental pada minuman. Pada pembuatan sirup dari buah yang memiliki kandungan pektin tinggi dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kekentalan sirup [13]. Viskositas sirup dapat ditentukan dengan adanya senyawa pektin yang berasal dari buah mentah atau melalui penambahan pektin yang bersumber dari luar. Penelitian sebelumnya telah menggunakan CMC sebagai zat penstabil dalam sirup buah tin, bahwa konsentrasi gula stevia dan CMC yang digunakan dalam penelitian ini terbukti memberikan pengaruh terhadap warna, kandungan gula, dan viskositas sirup [11], sedangkan pada penelitian lain menyatakan bahwa bahan penstabil karagenan pada sirup kulit kayu manis dapat meningkatkan nilai viskositas sirup [14]. Namun, belum ada penelitian yang memaparkan jenis penstabil yang paling cocok untuk menghasilkan sirup sari jahe dengan karakteristik yang paling baik dan sesuai menurut SNI jika dikombinasikan dengan penambahan fruktosa dengan berbagai konsentrasi. Untuk itu, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan tiga jenis penstabil dan konsentrasi fruktosa untuk mendapatkan karakteristik sirup sari jahe yang baik.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 sampai dengan bulan Januari 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Analisis Pangan, dan Laboratorium Uji Sensori di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Kampus 2.

B. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan sirup sari jahe antara lain timbangan analitik, pisau, gelas ukur, blender Philips model HR 2115, sendok, baskom, kain saring, saringan stainless 40 mesh, wadah plastik, spatula pengaduk, panci, botol kaca, dan kompor. Alat analisis yang digunakan dalam meliputi berbagai instrumen seperti timbangan analitik, pembaca warna, viskometer, refraktometer tangan, satu set spektrofotometer UV-Vis, pipet ukur 1 mL, pipet ukur 10 mL, bola hisap, tabung reaksi, gelas arloji, spatula besi, pipet volume, vorteks, penjepit tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas kimia, kompor listrik, labu takar, botol aquades, dan pipet tetes.

Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat sirup jus jahe antara lain jahe gajah (*Zingiber officinale* var *officinatum*) yang didapat dari Pasar Induk Larangan Sidoarjo, Jawa Timur. Selain itu juga diperlukan CMC merek Koepoe-Koepoe yang diperoleh dari ToBaKu Sidoarjo, Lemahputro, Sidoarjo, Jawa Timur, pektin, dan karagenan tidak bermerek yang diperoleh dari toko online. Selanjutnya fruktosa tanpa merek yang didapatkan di toko bahan kue Berkis, Sidokare, Sidoarjo, Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis meliputi aquades merk AQUA DM PT. BRATACO, bubuk DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) merk Sigma Aldrich, metanol pro-analisis merk RCI Labscan, reagen DNS (Dinitrosalicylate) merk Sigma Aldrich, larutan NaOH 2 M merk Kanto, K Na Tartrate merk Pudak Scientific, dan glukosa.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan rancangan dasarnya adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yang diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah jenis bahan penstabil (P), P1 = CMC 0,4 % (v/v), P2 = Pektin 0,4 % (v/v), P3 = Karagenan 0,4 % (v/v) dan faktor kedua adalah konsentrasi fruktosa (F), F1 = Fruktosa 65 % (v/v), F2 = Fruktosa 75 % (v/v), F3 = Fruktosa 85 % (v/v). Persentase kadar penstabil dan konsentrasi fruktosa diperoleh dari volume sari jahe. Dari dua faktor tersebut diperoleh 9 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 27 satuan percobaan.

D. Variabel Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis fisik, analisis kimia, serta analisis organoleptik. Analisis fisik mencakup Total Padatan Terlarut (TPT) [15], viskositas [16], warna dengan colour reader [16]. Analisis kimia mencakup antioksidan metode 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil (DPPH) [17] dan gula reduksi metode DNS [18]. Serta analisis organoleptik [19] mencakup warna, rasa, aroma, dan tekstur.

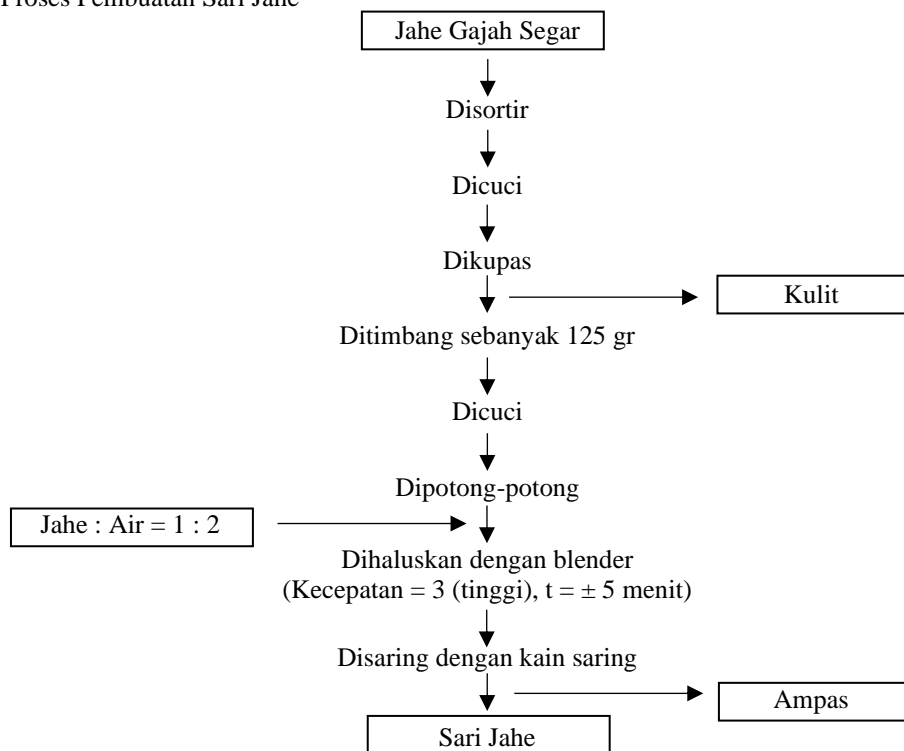
E. Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan metode analisis varian (ANOVA). Apabila hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata maka dilakukan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada tingkat signifikansi 5%. Uji organoleptik dievaluasi menggunakan uji Friedman, dan perlakuan yang paling baik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektivitas oleh DeGarmo [20], yang berlandaskan pada analisis urutan kepentingan (*based on rank orders*).

F. Prosedur Penelitian

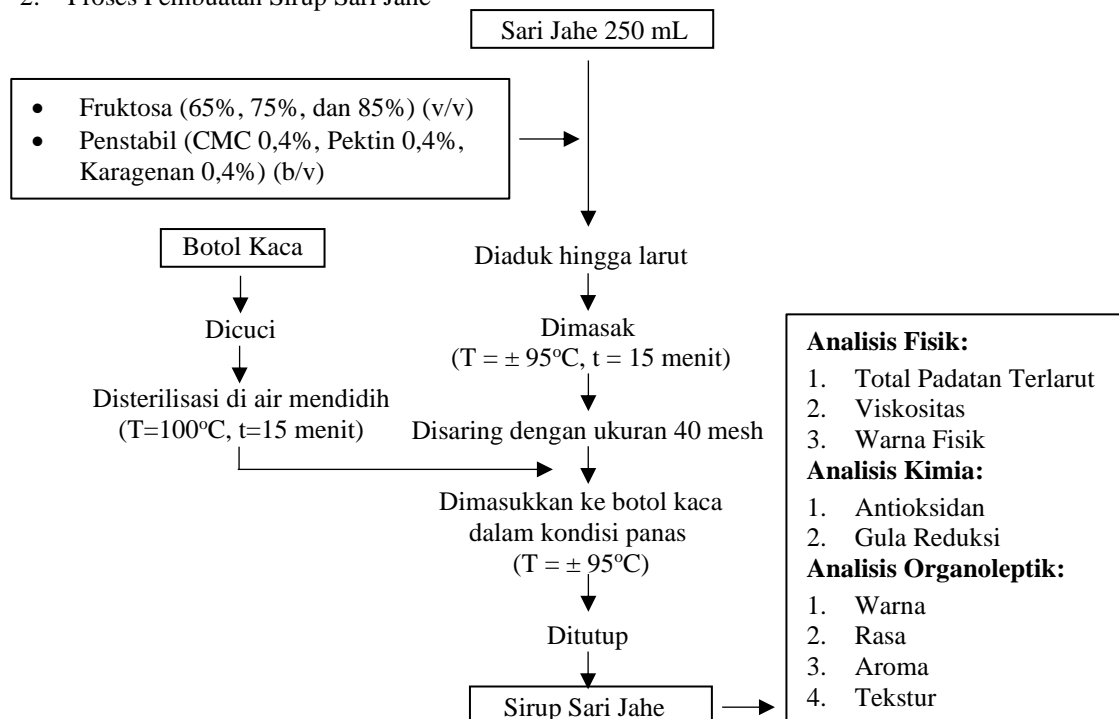
Proses pembuatan sirup jus jahe dapat dipisahkan menjadi dua tahap berbeda: tahap awal yakni pembuatan sari jahe, sedangkan tahap selanjutnya berfokus pada pembuatan sirup. Langkah awal dalam produksi sari jahe adalah jahe gajah dipilih atau disortir yang berkualitas baik. Selanjutnya jahe dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran atau partikel tanah yang menempel. Selanjutnya jahe dikupas dengan cara dikerok menggunakan sendok atau pisau, lalu ditimbang sebanyak 250 gr dan dicuci untuk yang kedua kalinya menggunakan air hingga bersih. Setelah dicuci, jahe ditiriskan kemudian dipotong kecil-kecil untuk mempermudah pada tahap selanjutnya. Berikutnya jahe dihaluskan menggunakan blender kecepatan 3 selama 5 menit dengan ditambahkan air sebanyak 500 mL (perbandingan jahe dan air sebanyak 1:2). Setelah jahe dirasa halus kemudian jus jahe disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan antara sari dan ampas jahe. Pada tahap kedua yakni pembuatan sirup sari jahe, yang diawali dengan mengukur sari jahe sebanyak 500 mL, kemudian dicampurkan fruktosa dengan konsentrasi 65%, 75%, 85% (v/v) dari volume sari jahe dan penstabil CMC, pektin, karagenan yang masing-masing sebanyak 0,4% (b/v) dari volume sari jahe. Campuran ketiga bahan tersebut diaduk hingga homogen lalu dimasak dengan suhu kurang lebih 95°C selama 15 menit. Sirup yang sudah matang selanjutnya disaring dengan ukuran 40 mesh dan dimasukkan ke dalam botol kaca dalam kondisi masih panas ($\pm 95^{\circ}\text{C}$), setelah itu botol ditutup. Tahap terakhir yakni sirup sari jahe dianalisis fisik, kimia, dan organoleptik. Diagram alir proses pembuatan sari jahe dapat dilihat pada **Gambar 1** dan diagram alir proses pembuatan sirup sari jahe dapat dilihat pada **Gambar 2**.

1. Proses Pembuatan Sari Jahe



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Jahe modifikasi [7]

2. Proses Pembuatan Sirup Sari Jahe



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Sirup Sari Jahe modifikasi [7]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Total Padatan Terlarut

Total Padatan Terlarut (TPT) menunjukkan banyaknya kandungan bahan-bahan yang terlarut pada suatu sampel. Pada dasarnya total padatan terlarut suatu bahan meliputi karbohidrat, protein atau asam-asam organik, lemak, dan serat [21]. TPT dapat diukur menggunakan alat yang bernama *hand refractometer* yang dinyatakan sebagai °brix [22]. Pada produk minuman ringan sebagian besar total padatan terlarutnya berupa gula [23], sekitar 85% [21]. Sehingga secara tidak langsung *hand refractometer* dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemanisan suatu produk, hal ini berdasar pada penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tingkat kemanisan sirup glukosa dapat diukur menggunakan *hand refractometer* dengan mengukur jumlah padatan terlarut dalam bahan tersebut [24]. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap total padatan terlarut sirup sari jahe. Rerata nilai total padatan terlarut sirup sari jahe disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rerata Nilai Total Padatan Terlarut Sirup Sari Jahe Akibat Interaksi Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa

Perlakuan	TPT (°brix)
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	57,33 bcd
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	58,00 bcd
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	59,00 cd
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	54,67 abc
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	56,33 bcd
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	61,00 d
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	50,67 a
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	54,00 ab
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	59,67 d
BNJ 5%	4,94

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Dari **Tabel 1** dapat diperoleh bahwa nilai TPT sirup sari jahe berkisar antara 50,67°brix hingga 61,00°brix. Nilai TPT tertinggi diperoleh pada perlakuan P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%) sebesar 61,00°brix, sedangkan nilai TPT terendah diperoleh pada perlakuan P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%) sebesar 50,67°brix. Dari tabel tersebut diketahui pula bahwa semakin banyak konsentrasi fruktosa yang ditambahkan maka total padatan terlarut yang terkandung dalam sirup sari jahe juga cenderung meningkat. Hal ini disebabkan oleh sifat fruktosa yang larut air, sehingga penambahan konsentrasi fruktosa menyebabkan kandungan total padatan terlarutnya meningkat [7]. Diperkuat oleh pernyataan pada penelitian terdahulu bahwa semakin banyak kandungan fruktosa dalam bahan makan semakin banyak pula TPT dalam produk tersebut [25].

Perlakuan P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%) menjadi perlakuan dengan nilai TPT tertinggi karena pektin paling mudah larut dan memiliki kemampuan paling baik dalam mengikat partikel-partikel dalam sebuah larutan daripada jenis bahan penstabil lainnya [26]. Tingginya kelarutan suatu bahan penstabil dapat menyebabkan meningkatnya total padatan terlarut suatu produk, hal terjadi karena banyak partikel yang terikat oleh pektin. Sedangkan, perlakuan P3F1 (karagenan : fruktosa 65%) menjadi perlakuan dengan nilai TPT terendah karena karagenan membentuk gel yang mudah mengalami sineresis [27] sehingga saat diuji nilai total padatan terlarutnya menggunakan *hand refractometer* sampel yang digunakan bukan merupakan larutan yang homogen, sehingga yang terukur berupa cairan yang keluar dari gel hasil sineresis yang hanya mengandung fruktosa 65%, dimana konsentrasi tersebut adalah konsentrasi penambahan paling rendah. Berbeda dengan sirup yang menggunakan bahan penstabil CMC dan Pektin yang menghasilkan sirupsari jahe yang stabil dan homogen. Alasan lain yang dapat menyebabkan penambahan bahan penstabil karagenan menjadi perlakuan yang memiliki nilai TPT terendah karena karagenan memiliki gugus ester sulfat pada unit galaktosanya, bahwa semakin tinggi ester sulfat yang terkandung maka kekuatan gel yang dihasilkan semakin rendah atau pembentukan gel terhambat sehingga nilai TPT lebih rendah [28]. Hal ini tidak sejalan dengan literatur terdahulu yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan maka total padatan terlarut semakin meningkat. Terjadinya peningkatan total padatan terlarut dikarenakan karagenan yang dapat menstabilkan bahan dalam bentuk suspensi yang dapat mengikat gula-gula dan karagenan merupakan jenis polisakarida yang dapat terurai menjadi gula pereduksi, sehingga meningkatkan total padatan terlarut bahan [29].

Adanya penambahan bahan penstabil pada sirup sari jahe juga dapat meningkatkan TPT, karena bahan penstabil dapat mengikat air bebas dan mensuspensi atau mengikat partikel-partikel seperti gula, air, asam-asam organik, dan komponen lainnya ke dalam sistem [30], sehingga kadar air pada sirup berkurang, konsentrasi bahan meningkat, bahan

menjadi lebih stabil, serta endapan pada produk juga dapat dikurangi [31]. Semakin banyak partikel yang terikat oleh bahan penstabil maka total padatan yang terlarut juga akan semakin meningkat. Meningkatnya total padatan terlarut berpengaruh terhadap viskositas sirup, total padatan terlarut berbanding lurus dengan viskositas [32]. Nilai TPT juga menentukan tingkat kelarutan suatu produk apabila produk tersebut diseduh dengan air. Semakin tinggi nilai TPT semakin baik kelarutan produk tersebut karena tidak ada endapan atau ampas yang tersisa [33]. Menurut literatur bahwa semakin tinggi nilai total padatan terlarut suatu bahan maka hal tersebut dapat menunjukkan bahwa bahan tersebut mudah untuk terlarut.

Jadi antara bahan penstabil dan fruktosa terdapat interaksi karena sifat fruktosa yang larut air dan dengan bantuan bahan penstabil yang dapat mensuspensi partikel-partikel serta menstabilkan larutan maka terbentuk produk yang memiliki kandungan TPT yang tinggi.

B. Viskositas

Viskositas mengindikasikan tingkat kekentalan suatu produk [34] dan tingkat kekentalan merupakan salah satu parameter untuk produk yang berbentuk cair [7]. Viskositas dapat diukur menggunakan alat yang bernama viskometer. Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas sirup sari jahe, namun pada perlakuan jenis penstabil berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) sedangkan perlakuan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas sirup sari jahe. Rerata nilai viskositas sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rerata Nilai Viskositas Sirup Sari Jahe Akibat Perlakuan Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa.

Perlakuan	Viskositas (mPas)
P1 (CMC)	371,06 b
P2 (Pektin)	331,06 b
P3 (Karagenan)	74,39 a
BNJ 5%	106,43
F1 (Fruktosa 65%)	275,22
F2 (Fruktosa 75%)	198,33
F3 (Fruktosa 85%)	302,94
BNJ 5%	tn

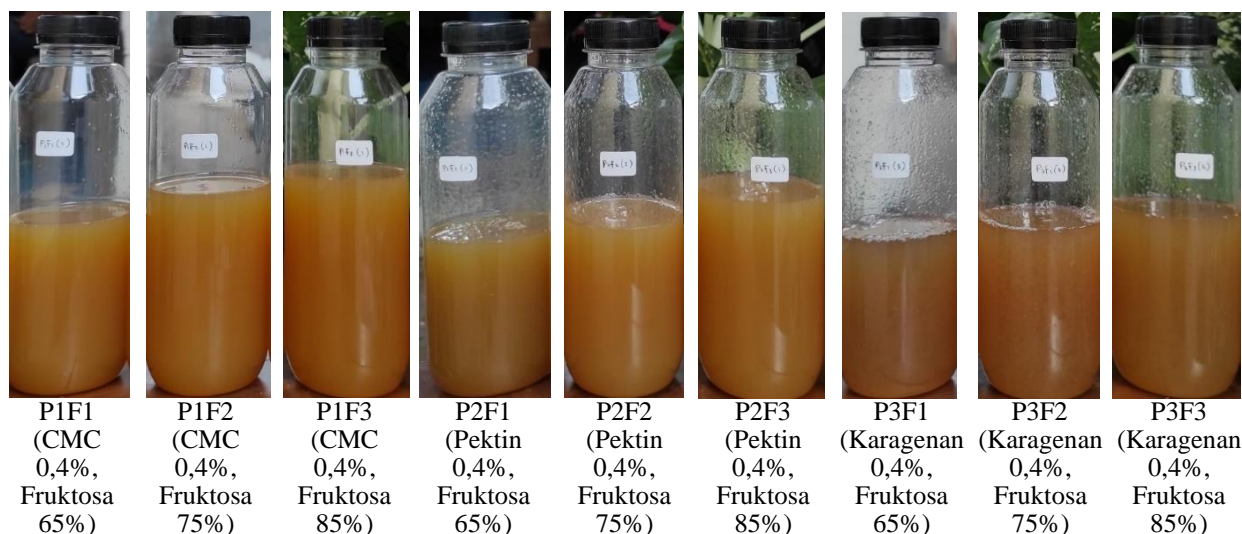
Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%.
- tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 2** diperoleh bahwa viskositas sirup sari jahe akibat pengaruh bahan penstabil berkisar antara 74,39 mPas hingga 371,06 mPas. Viskositas dengan nilai tertinggi diperoleh oleh P1 (CMC) sebesar 371,06 mPas sedangkan viskositas dengan nilai terendah diperoleh oleh perlakuan P3 (karagenan) sebesar 74,39 mPas. Penggunaan bahan penstabil CMC (P1) dan pektin (P2) menghasilkan viskositas sirup sari jahe yang berbeda nyata dari sirup sari jahe yang menggunakan bahan penstabil karagenan (P3), dapat dilihat dari huruf yang mengikuti nilai rerata viskositas pada perlakuan CMC (P1) dan pektin (P2) berbeda dari perlakuan karagenan (P3). Nilai viskositas sirup sari jahe dengan penambahan penstabil karagenan (P3) menjadi yang paling rendah dan berbeda karena karagenan tidak lebih baik dalam mengikat air bebas pada proses pembentukan gel [35], sehingga sirup sari jahe yang dihasilkan tidak menjadi larutan kental yang stabil dan homogen (terjadi sineresis). Perbedaan nilai viskositas sirup sari jahe ini disebabkan oleh perbedaan sifat masing-masing zat penstabil yang digunakan [34]. Sesuai dengan pernyataan pada penelitian terdahulu bahwa setiap jenis bahan penstabil memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam mengikat molekul air untuk membentuk struktur gel, sehingga kekentalan atau viskositas yang dihasilkan juga berbeda-beda [36]. Penambahan gula dalam bentuk fruktosa juga dapat menambah viskositas serta nilai total padatan terlarut sirup sari jahe, karena fruktosa memiliki sifat yang larut air [21]. Namun, perlakuan penambahan fruktosa dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas sirup sari jahe.

C. Warna

Warna merupakan salah satu aspek yang penting bagi konsumen dalam menerima suatu produk pangan [37]. Warna fisik produk pangan secara objektif (L^* , a^* , b^*) dapat diketahui dengan uji yang menggunakan alat yang bernama *colour reader* [38]. Koordinat L^* (*lightness*) untuk mengindikasikan perbedaan antara cerah ($+L^*$ atau 100) dan gelap ($-L^*$ atau 0), a^* (*redness*) untuk mengindikasikan perbedaan antara merah ($+a^*$) dan hijau ($-a^*$), dan b^* (*yellowness*) untuk mengindikasikan perbedaan antara kuning ($+b^*$) dan biru ($-b^*$). Warna fisik sirup sari jahe dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Warna Fisik Sirup Sari Jahe

Warna L*

Berdasarkan hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna L* (*lightness*) sirup sari jahe. Pada perlakuan jenis bahan penstabil serta perlakuan konsentrasi fruktosa juga tidak berpengaruh nyata terhadap warna L* (*lightness*). Rerata nilai warna L* (*lightness*) sirup sari jahe disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rerata Nilai Warna L* (*Lightness*) Sirup Sari Jahe Akibat Interaksi Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa

Perlakuan	Warna L* (<i>lightness</i>)
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	38,95
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	33,17
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	35,98
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	35,30
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	33,81
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	36,37
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	34,71
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	33,78
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	33,65
BNJ 5%	tn

Keterangan: tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 3** dapat diketahui rerata nilai L* sirup sari jahe berkisar antara 33,17 hingga 38,95. Sirup sari jahe yang memiliki nilai warna L* tertinggi diperoleh oleh perlakuan P1F1 (CMC : Fruktosa 65%) yaitu 38,95, sedangkan sirup sari jahe yang memiliki nilai warna L* terendah diperoleh oleh perlakuan P1F2 (CMC : Fruktosa 75%) yaitu 33,17. Interaksi jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna L* sirup sari jahe karena ketiga jenis bahan penstabil (CMC, pektin, dan karagenan) yang digunakan berbentuk serbuk berwarna putih dengan konsentrasi yang sama yakni 0,4%, yang jika dicampurkan dengan air maka akan larut dan menjadi larutan yang homogen serta warna atau kecerahannya tidak berubah [39]. Selanjutnya, perbedaan konsentrasi fruktosa yang ditambahkan juga tidak berpengaruh nyata terhadap warna L* (*lightness*) sirup sari jahe, hal ini dapat dilihat dari sirup sari jahe yang dihasilkan memiliki warna L* (*lightness*) yang serupa. Namun, rata-rata nilai *lightness* sirup sari jahe cenderung rendah karena adanya reaksi non enzimatis (karamelisasi) yang menyebabkan warna sirup sari jahe menjadi kecoklatan [31] dan kandungan oleoresin pada jahe yang berwarna coklat tua [4]. Pada penelitian ini perlakuan yang memiliki nilai L* (*lightness*) terendah adalah perlakuan P1F2 (CMC : Fruktosa 75%) dengan nilai 33,17.

Warna a* dan b*

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa terhadap warna a* (*redness*) dan warna b* (*yellowness*) sirup sari jahe, namun pada perlakuan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap warna a* (*redness*) dan perlakuan

konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap warna a^* (*redness*) sirup sari jahe. Rerata nilai warna a^* (*redness*) dan warna b^* (*yellowness*) sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rerata Nilai Warna a^* (*Redness*) dan Warna b^* (*Yellowness*) Sirup Sari Jahe Akibat Perlakuan Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa.

Perlakuan	Warna	
	a^* (<i>redness</i>)	b^* (<i>yellowness</i>)
P1 (CMC)	6,44	10,36
P2 (Pektin)	5,73	9,23
P3 (Karagenan)	6,20	7,75
BNJ 5%	tn	tn
F1 (Fruktosa 65%)	6,33 a	9,42 ab
F2 (Fruktosa 75%)	5,19 ab	6,36 a
F3 (Fruktosa 85%)	6,86 b	11,56 b
BNJ 5%	1,55	3,79

Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%.
- tn (tidak nyata)

Dari **Tabel 4** diperoleh nilai warna a^* (*redness*) sirup sari jahe akibat pengaruh perlakuan konsentrasi fruktosa berkisar antara 5,19 hingga 6,86, dan untuk nilai warna b^* (*yellowness*) sirup sari jahe akibat pengaruh perlakuan konsentrasi fruktosa berkisar antara 6,36 hingga 11,56. Nilai warna a^* (*redness*) dan warna b^* (*yellowness*) sirup sari jahe paling tinggi diperoleh oleh perlakuan fruktosa 85% (F3). Penambahan fruktosa dengan konsentrasi paling tinggi ini memiliki lebih banyak kemungkinan untuk mengalami reaksi browning non enzimatis (karamelisasi), sehingga terbentuk pigmen melanoidin (pigmen warna coklat) [31]. Produk yang mengalami reaksi karamelisasi ini cenderung memiliki warna ke arah coklat, jika dibaca oleh alat akan condong ke arah positif (*redness* atau *yellowness*) [7].

Nilai a^* dan b^* bernilai positif, semakin tinggi nilai a^* dan b^* maka semakin tinggi pula warna kemerahan dan kekuningan sirup sari jahe. Warna a^* (*redness*) dan warna b^* (*yellowness*) sirup sari jahe juga dipengaruhi oleh senyawa oleoresin yang terkandung pada jahe. Oleoresin jahe berwarna kuning cerah, kuning sampai coklat gelap [32]. Coklat mengandung warna kemerahan dan kekuningan didalamnya [4].

D. Aktivitas Antioksidan (IC_{50})

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menangkal radikal bebas yang dapat merusak sel dan berakhir menjadi penyakit degeneratif seperti halnya kanker [40]. Berdasarkan hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan sirup sari jahe. Rerata nilai aktivitas antioksidan sirup sari jahe disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rerata Nilai Aktivitas Antioksidan (IC_{50}) Sirup Sari Jahe Akibat Interaksi Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa

Perlakuan	Antioksidan ($\mu\text{g/ml}$)
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	44.39 a
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	141.26 ab
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	196.03 b
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	65.65 a
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	66.56 a
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	69.89 a
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	58.93 a
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	62.12 a
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	63.05 a
BNJ 5%	122,58

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%.

Suatu senyawa dengan nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}) $< 10 \mu\text{g/ml}$ dianggap sangat kuat, apabila nilai IC_{50} antara 10-50 $\mu\text{g/ml}$ dianggap kuat, apabila nilai IC_{50} berkisar antara 50-100 $\mu\text{g/ml}$ dianggap sedang, apabila nilai IC_{50} berkisar antara 100-250 $\mu\text{g/ml}$ dianggap lemah, dan apabila nilai IC_{50} berkisar antara 100-250 $\mu\text{g/ml}$ dianggap tidak aktif [41]. Dari **Tabel 5** diperoleh nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}) sirup sari jahe berkisar antara 44,39 $\mu\text{g/ml}$ hingga 196,03 $\mu\text{g/ml}$ dan diperoleh perlakuan terbaik dengan aktivitas antioksidan tertinggi yakni pada perlakuan penstabil

CMC (P1) dan konsentrasi fruktosa 65% (F1) dengan nilai rerata aktivitas antioksidan 44,39 $\mu\text{g/ml}$. Kandungan antioksidan pada sirup sari jahe diperoleh dari senyawa fenolik gingerol yang merupakan antioksidan sangat kuat pada jahe [42], serta senyawa shogaol yang dianggap dapat memperbaiki sistem kekebalan tubuh [6].

Selanjutnya, seiring dengan bertambahnya konsentrasi fruktosa yang ditambahkan maka aktivitas antioksidan yang terkandung semakin rendah. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar gula, nilai aktivitas antioksidan sari buah buni semakin rendah [43]. Peristiwa ini dapat terjadi karena dengan adanya gugus metilasi pada gula yang dapat menggantikan atom hidrogen pada antioksidan, maka atom hidrogen pada antioksidan berkurang, sehingga aktivitas antioksidan untuk mendonorkan hidrogen pada radikal bebas menjadi menurun atau berkurang [44].

Pada perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) memiliki perbedaan yang paling terlihat dengan nilai aktivitas antioksidan 196.03 $\mu\text{g/ml}$ atau yang paling rendah karena CMC melapisi senyawa bioaktif yang terkandung pada produk, yang jika direaksikan dengan DPPH maka tidak terjadi reaksi. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu bahwa semakin banyak penambahan Na-CMC pada produk bubuk semangka merah maka akan menurunkan total fenol atau aktivitas antioksidan [45]. Sedangkan pada perlakuan penambahan penstabil pektin tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan sirup sari jahe, yang menurut literatur bahwa pektin tidak mengandung antioksidan [46]. Dan pada perlakuan penambahan penstabil karagenan juga tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan sirup sari jahe karena konsentrasi yang ditambahkan sama yakni 0,4%. Namun, penggunaan penstabil karagenan cenderung menghasilkan sirup sari jahe dengan aktivitas antioksidan yang sedang karena karagenan dapat melindungi senyawa antioksidan ditandai dengan semakin banyaknya double helix yang terbentuk dari karagenan [47]. Karagenan juga memiliki potensi mengandung aktivitas antioksidan [48].

E. Gula Reduksi

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat diperoleh bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi sirup sari jahe, namun pada perlakuan konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$), sedangkan perlakuan jenis penstabil tidak berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi sirup sari jahe. Rerata nilai kadar gula reduksi sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Rerata Nilai Kadar Gula Reduksi Sirup Sari Jahe Akibat Perlakuan Jenis Bahan Penstabil dan Konsentrasi Fruktosa.

Perlakuan	Gula Reduksi (%)
P1 (CMC)	54,02
P2 (Pektin)	54,58
P3 (Karagenan)	53,86
BNJ 5%	tn
F1 (Fruktosa 65%)	51,74 a
F2 (Fruktosa 75%)	54,04 b
F3 (Fruktosa 85%)	56,68 c
BNJ 5%	1,09

Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%.
- tn (tidak nyata)

Tabel 6 menunjukkan kadar gula reduksi tertinggi terdapat pada perlakuan dengan penambahan fruktosa 85% (F3) yaitu sebesar 56,68% dan kadar gula reduksi terendah terdapat pada perlakuan dengan penambahan fruktosa 65% (F1) yakni sebesar 51,74%. Perlakuan fruktosa 65% (F1), fruktosa 75% (F2), dan fruktosa 85% (F3) berbeda nyata terhadap kadar gula reduksi sirup sari jahe, hal ini dapat dilihat dari huruf yang mengikuti nilai rerata kadar gula reduksi pada setiap perlakuan yang berbeda-beda. Tingginya kadar gula reduksi pada perlakuan F3 yang sebesar 56,68% disebabkan karena pada perlakuan ini penambahan gulanya paling tinggi yaitu 212,5 mL kedalam 250 ml sari jahe. Sehingga dari penelitian ini diperoleh nilai kadar gula reduksi sirup sari jahe cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi fruktosa yang ditambahkan. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa semakin meningkatnya penambahan HFS-55 (*High Fructose Syrup-55*) maka terjadi peningkatan nilai total gula reduksi [21]. Hal ini dapat terjadi karena fruktosa merupakan salah satu gula pereduksi dari golongan monosakarida [49]. Fruktosa disebut sebagai gula reduksi karena pada ujungnya terdapat gugus aldehid atau keton bebas yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron [50].

F. Organoleptik Warna

Warna merupakan salah satu aspek penting dalam uji organoleptik suatu produk, diantaranya sebagai daya tarik bagi konsumen karena warna adalah aspek sensori pertama yang dapat langsung dilihat oleh indera penglihatan [27], Sehingga kesan pertama dapat muncul dan diperoleh oleh panelis. Warna yang menarik akan membuat panelis atau konsumen untuk mencoba suatu produk [28].

Hasil analisis uji friedman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kesukaan panelis terhadap warna sirup sari jahe. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Warna Sirup Sari Jahe

Perlakuan	Rerata	Total Rangkings	Notasi
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	4,03	176,5	bc
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	3,77	162,5	bc
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	4,17	189,0	c
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	3,57	153,0	b
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	4,03	177,5	bc
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	3,93	170,5	bc
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	2,23	68,5	a
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	2,53	84,5	a
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	3,80	168,0	bc
Titik Kritis		34,90	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Friedman ($\alpha = 0,05$)

Tabel 7 menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna sirup sari jahe berkisar antara 2,23 hingga 4,17 (tidak suka - sangat suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) sebesar 4,17. Perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) yang mengandung warna $L^* 35,17$; $a^* 7,37$; $b^* 12,57$ menjadi perlakuan yang paling disukai karena memiliki warna kuning yang lebih pekat dan terdapat warna kecoklatan (yang mengandung warna merah dan kuning paling tinggi) serta kecerahannya yang paling tinggi daripada perlakuan lainnya. Warna ini berbeda dengan perlakuan lain, ada yang berwarna kuning pucat sedikit kecoklatan hingga coklat kekuningan. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu bahwa warna sirup jahe dengan menggunakan jahe gajah yang paling disukai oleh panelis yakni berwarna kekuningan [7]. Warna kuning kecoklatan sirup sari jahe disebabkan oleh senyawa oleoresin yang terkandung pada jahe [51].

G. Organoleptik Rasa

Rasa adalah aspek penting dalam memutuskan suatu produk pangan dapat diterima atau bahkan ditolak oleh konsumen. Salah satu hal yang mempengaruhi kualitas produk pangan adalah kandungan senyawa citarasa [29]. Evaluasi sensori rasa dilakukan dengan sediaan oral [35]. Hasil analisis uji Friedman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kesukaan panelis terhadap rasa sirup sari jahe. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Rasa Sirup Sari Jahe

Perlakuan	Rerata	Total Rangkings
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	3.80	166.5
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	3.50	152.5
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	4.00	182.0
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	3.73	158.5
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	3.60	151.5
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	3.70	151.5
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	3.03	119.5
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	3.30	123.5
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	3.57	144.5
Titik Kritis		tn

Keterangan: tn (tidak nyata)

Tabel 8 menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sirup sari jahe berkisar antara 3,03 hingga 4,00 (netral - suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) sebesar 4,17, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, karena rasa yang dihasilkan oleh perlakuan

jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak memberikan perbedaan yang signifikan atau hanya terdapat sedikit perbedaan yang menyebabkan panelis susah untuk membedakannya. Rasa sirup sari jahe yang disukai panelis adalah sirup yang memiliki rasa pedas dan manis yang seimbang.

Selanjutnya, menurut **Tabel 8** penambahan fruktosa dengan konsentrasi 85% (F3) menjadi perlakuan yang paling disukai oleh panelis, karena dengan penambahan fruktosa konsentrasi 85% dianggap dapat mengimbangi rasa pedas dari jahe sehingga rasa pedas yang ditimbulkan tidak terlalu dominan dengan kadar gula reduksinya yang berada pada peringkat kedua paling tinggi yakni 56,58%. Hasil penelitian ini sesuai dengan literatur bahwa panelis secara umum menyukai sirup jahe dengan penambahan gula sukrosa sebanyak 85% yang memberikan tingkat kemanisan yang dapat diterima [4]. Rasa pedas ini terbentuk dari senyawa oleoresin yang mengandung materi pembentuk rasa pedas, yakni gingerol [7].

H. Organoleptik Aroma

Aroma merupakan salah satu aspek sensori uji organoleptik yang diuji menggunakan indera penciuman. Aroma adalah bau yang muncul akibat senyawa pada suatu bahan yang tercium oleh indra penciuman (saraf-saraf olfaktorik/saraf yang berperan dalam indera penciuman) sehingga bisa meningkatkan selera konsumen [52]. Hasil analisis uji Friedman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kesukaan panelis terhadap aroma sirup sari jahe. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Aroma Sirup Sari Jahe

Perlakuan	Rerata	Total Rerata
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	3.90	177.0
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	3.43	149.5
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	3.57	162.0
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	3.60	153.5
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	3.37	143.0
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	3.33	139.0
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	3.30	135.0
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	3.33	134.0
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	3.63	157.0
Titik Kritis		tn

Keterangan: tn (tidak nyata)

Tabel 9 menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sirup sari jahe berkisar antara 3,30 hingga 3,90 (netral - suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan P1F1 (CMC : Fruktosa 65%) sebesar 3,90, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, karena disetiap perlakuan pembuatan sirup sari jahe menggunakan sari jahe dengan jumlah yang sama yakni 250 mL, dan juga bahan penstabil serta fruktosa yang ditambahkan tidak memiliki aroma yang khas. Hal tersebut diperkuat dengan peraturan yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional bahwa dalam keadaan normal sirup fruktosa tidak memiliki bau [53]. Pemanasan yang dilakukan juga dapat menyebabkan reaksi karamelisasi yang menimbulkan aroma karamel yang khas [39], namun suhu dan lama pemanasan yang digunakan untuk membuat sirup sari jahe sama disetiap perlakuannya, yakni 95°C selama 15 menit, sehingga aroma karamelisasi ini tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada setiap perlakuannya. Aroma sirup sari jahe berasal dari bahan baku yang digunakan, yakni jahe gajah yang mengandung minyak atsiri berupa zingiberene dan zingiberol [7].

I. Organoleptik Tekstur

Tekstur merupakan aspek organoleptik yang dinilai oleh penginderaan dan dianggap penting karena mempengaruhi citra makanan [28]. Tekstur untuk cairan mencakup kekentalan atau viskositas [29]. Diperkuat oleh penelitian [33] bahwa untuk penilaian aspek tekstur sirup jeruk gerga berkaitan dengan kekentalan yang berhubungan terhadap penampakan fisik. Hasil analisis uji Friedman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kesukaan panelis terhadap tekstur sirup sari jahe. Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur sirup sari jahe dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Rerata Nilai Kesukaan Panelis Terhadap Tekstur Sirup Sari Jahe

Perlakuan	Rerata	Total Rangkings	Notasi
P1F1 (CMC : Fruktosa 65%)	4.00	190.0	b
P1F2 (CMC : Fruktosa 75%)	3.97	187.0	b
P1F3 (CMC : Fruktosa 85%)	4.07	192.0	b
P2F1 (Pektin : Fruktosa 65%)	3.97	182.5	b
P2F2 (Pektin : Fruktosa 75%)	3.67	163.0	b
P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%)	3.73	168.5	b
P3F1 (Karagenan : Fruktosa 65%)	2.27	75.5	a
P3F2 (Karagenan : Fruktosa 75%)	2.37	82.5	a
P3F3 (Karagenan : Fruktosa 85%)	2.80	109.0	a
Titik Kritis		34,90	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Friedman ($\alpha = 0,05$)

Tabel 10 menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur sirup sari jahe berkisar antara 2,27 hingga 4,07 (tidak suka - sangat suka). Perlakuan yang paling disukai dengan nilai rerata tertinggi yakni pada perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) sebesar 4,07 (suka – sangat suka), namun nilai viskositas perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) berada pada tingkat ketiga yang paling besar, yakni 390,00 mPas, urutan pertama pada perlakuan P1F1 (CMC : Fruktosa 65%) 477,33 mPas dan diikuti oleh perlakuan P2F3 (Pektin : Fruktosa 85%) 409,00 mPas. Perlakuan P1F3 (CMC : Fruktosa 85%) menjadi perlakuan yang paling disukai karena memiliki kekentalan yang cukup, tidak terlalu kental atau terlalu encer sehingga menghasilkan sirup sari jahe yang bisa diterima oleh panelis. Perlakuan jenis bahan penstabil dan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata terhadap aspek teksur sirup sari jahe karena bahan penstabil dapat mengikat air sehingga sirup menjadi kental dan konsentrasi gula yang ditambahkan pada pembuatan sirup mempengaruhi tekstur, penampakan, serta *flavor* yang ideal [38].

Pada perlakuan P3 (karagenan) menghasilkan tekstur sirup sari jahe yang cenderung tidak disukai oleh panelis karena sirup sari jahe yang dihasilkan tidak stabil atau terdapat gel dan partikel-partikel yang terpisah yang menyebabkan larutan tidak homogen.

J. Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik sirup sari jahe dapat ditentukan berdasarkan perhitungan nilai efektifitas melalui prosedur pembobotan, yang berlandaskan pada analisis urutan kepentingan. Hasil yang didapatkan dikalikan dengan nilai rerata hasil analisis fisik (total padatan terlarut, viskositas, warna), kimia (antioksidan dan gula reduksi), dan organoleptik (warna, rasa, aroma, tekstur) pada setiap perlakuan.

Nilai pembobotan tiap parameter yang diperoleh dari rerata nilai yang diberikan oleh panelis, yakni TPT (0,9), viskositas (0,9), warna L* (0,8), warna a* (0,7), warna b* (0,9), antioksidan (0,9), gula reduksi (0,9), organoleptik warna (0,9), organoleptik rasa (0,9), organoleptik aroma (0,9), dan organoleptik tekstur (0,9) yang telah disesuaikan dengan fungsi dari masing-masing variabel pada kualitas sirup sari jahe yang diinginkan. Rerata nilai masing-masing perlakuan berdasarkan hasil perhitungan untuk mencari perlakuan terbaik sirup sari jahe disajikan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Rerata Nilai Masing-masing Perlakuan Berdasarkan Hasil Perhitungan untuk Mencari Perlakuan Terbaik Sirup Sari Jahe

Parameter	Perlakuan Terbaik								
	P1F1	P1F2	P1F3	P2F1	P2F2	P2F3	P3F1	P3F2	P3F3
TPT	57,33	58,00	59,00	54,67	56,33	61,00	50,67	54,00	59,67
Viskosias	477,33	245,83	390,00	318,33	265,83	409,00	30,00	83,33	109,83
Warna L*	38,95	33,17	35,98	35,30	33,81	36,37	34,71	33,78	33,65
Warna a*	7,17	4,83	7,32	5,72	4,84	6,64	6,11	5,89	6,61
Warna b*	12,51	5,99	12,57	8,66	6,32	12,71	7,09	6,76	9,41
Antioksidan	44,39	141,26	196,03	65,65	66,56	69,89	58,93	62,12	63,05
Gula Reduksi	51,50	53,98	56,58	52,17	54,47	57,10	51,55	53,67	56,35
O. Warna	4,03	3,77	4,17	3,57	4,03	3,93	2,23	2,53	3,80
O. Rasa	3,80	3,50	4,00	3,73	3,60	3,70	3,03	3,30	3,57
O. Aroma	3,90	3,43	3,57	3,60	3,37	3,33	3,30	3,33	3,63
O. Tekstur	4,00	3,97	4,07	3,97	3,67	3,73	2,27	2,37	2,80
Total	0,77**	0,49	0,69	0,57	0,54	0,73	0,16	0,27	0,54

Keterangan: ** perlakuan terbaik

Dari **Tabel 11** dapat diperoleh sirup sari jahe dengan perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan bahan penstabil CMC dan konsentrasi fruktosa 65% (P1F1) yang menunjukkan TPT 57,33^obrix; viskositas 477,33 mPas; warna L* (*lightness*) 38,95; warna a* (*redness*) 7,17; warna b* (*yellowness*) 12,51; antioksidan 44,39 µg/ml; gula reduksi 51,50%; organoleptik warna 4,03 (suka-sangat suka); organoleptik rasa 3,80 (netral-suka); organoleptik aroma 3,90 (netral-suka); dan organoleptik tekstur 4,00 (suka).

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data bahwa interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut, aktivitas antioksidan (IC₅₀), organoleptik warna, dan organoleptik tekstur. Namun, interaksi antara jenis bahan penstabil dengan konsentrasi fruktosa tidak berpengaruh nyata terhadap warna L* (*lightness*), organoleptik aroma, dan organoleptik rasa. Perlakuan jenis bahan penstabil berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap viskositas. Perlakuan konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap kadar gula reduksi dan warna b* (*yellowness*) serta berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap warna a* (*redness*). Sirup sari jahe yang memiliki perlakuan terbaik diperoleh oleh perlakuan P1F1 (CMC : fruktosa 65%) yang menunjukkan TPT 57,33^obrix; viskositas 477,33 mPas; warna L* (*lightness*) 38,95; warna a* (*redness*) 7,17; warna b* (*yellowness*) 12,51; aktivitas antioksidan (IC₅₀) 44,39 µg/ml; gula reduksi 51,50%; organoleptik warna 4,03 (suka-sangat suka); organoleptik rasa 3,80 (netral-suka); organoleptik aroma 3,90 (netral-suka); dan organoleptik tekstur 4,00 (suka).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk memperoleh sirup sari jahe dengan hasil terbaik disarankan untuk menggunakan bahan penstabil CMC dan penambahan fruktosa dengan konsentrasi 65% (P1F1). Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui daya simpan dan kandungan bioaktif sirup sari jahe.

REFERENSI

- [1] D. Justitie, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Terhadap Aktivitas Antioksidan, Total Fenol dan Karakteristik Sensoris Telur Asin dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Ekstrak Jahe," Universitas Sebelas Maret, 2012.
- [2] C. Syukur, *Agar Jahe Berproduksi Tinggi*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2001.
- [3] BPTP, *Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Jahe*. Medan: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara, 2012.
- [4] Oktaviani, "Pembuatan Sirup Jahe (Kajian Jenis Jahe dan Konsentrasi Sukrosa)," Universitas Brawijaya, 2008.
- [5] F. B. Paimin and Murhananto, *Budidaya, Pengolahan, Perdagangan Jahe*, Kelima. Jakarta: Penebar Swadaya, 2006.
- [6] A. W. Yuliningtyas, H. Santoso, and A. Syauqi, "Uji Kandungan Senyawa Aktif Minuman Jahe Sereh (*Zingiber officinale* dan *Cymbopogon citratus*)," *J. Ilm. Biosaintropis*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [7] O. Sembiring, "Pembuatan Sirup Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) (Kajian Jenis Jahe Dan Penambahan High Fructose Syrup)," Universitas Brawijaya, 2011.
- [8] A. H. Camila, R. D. Soeyono, L. Nurlaela, and I. F. Romadhoni, "Formulasi Sirup Herbal Berbahan Dasar Pemanis Fruktosa Bagi Penderita Diabetes," *J. Tata Boga*, vol. 9, no. 2, pp. 814–821, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/>
- [9] D. Mardhatilah, *Biokimia*. Yogyakarta: Instiper Press, 2017.
- [10] Suwarno, R. D. Ratnani, and I. Hartati, "Proses Pembuatan Gula Invert dari Sukrosa dengan Katalis Asam Sitrat, Asam Tartrat dan Asam Klorida," *Momentum*, vol. 11, no. 2, pp. 99–103, 2015.
- [11] R. Widyastuti, A. Afriyanti, N. W. Asmoro, and S. Hartati, "Pengaruh Konsentrasi Carboxymethylcellulose (CMC) dan Gula Stevia terhadap Karakter Sirup Buah Tin (*Ficus carica*, L)," *J. Ilmu Pangan dan Has. Pertan.*, vol. 2, no. 2, pp. 146–154, 2018, doi: 10.26877/jiphp.v2i2.3204.
- [12] BPOM RI (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia), *Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan tentang Bahan Tambahan Pangan Nomor 11 Tahun 2019*. Jakarta: BPOM RI, 2019.
- [13] J. Cahyono, "Karakterisasi Produk Sirup Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Variasi Rasio daging dan Kulit Buah," Universitas Jember, 2017.
- [14] S. Faruqi, A. Ali, and Rahmayuni, "Penambahan Karagenan Terhadap Mutu Sirup Kulit Kayu Manis," *J. Online Mhs. Fak. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2014.
- [15] B. Rongtong, T. Suwonsichon, P. Ritthiruangdej, and S. Kasemsumran, "Determination of Water Activity, Total Soluble Solids and Moisture, Sucrose, Glucose and Fructose Contents in Osmotically Dehydrated Papaya Using Near-infrared Spectroscopy," *Agric. Nat. Resour.*, vol. 52, no. 6, pp. 557–564, 2018, doi: 10.1016/j.anres.2018.11.023.

- [16] S. S. Yuwono and T. Susanto, *Pengujian Fisik Pangan*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, 1998.
- [17] R. Djamil and A. Tria, "Penapisan Fitokimia, Uji BSLT, dan Uji Antioksidan Ekstrak Metanol beberapa Spesies Papilionaceae," *J. Ilmu Kefarmasian Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 65–71, 2009, [Online]. Available: <http://jifi.farmasi.univpancasila.ac.id/index.php/jifi/article/view/374/259>
- [18] S. Sudarmadji, B. Haryono, and Suhardi, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Keempat. Yogyakarta: Liberty, 1997.
- [19] D. Setyaningsih, A. Apriyantono, and M. P. Sari, *Analisis Sensori: Untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press, 2010.
- [20] E. P. DeGarmo, W. G. Sullivan, and J. R. Canada, *Engineering Economy*, 7th ed. London: Macmillan Publishing Company, 1984.
- [21] A. L. Pratiwi, A. S. Duniaji, and I. W. R. Widarta, "Pengaruh Penambahan High Fructose Syrup (HFS-55) terhadap Karakteristik Red Wine Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.)," *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 8, no. 4, pp. 390–397, 2019, doi: 10.24843/itepa.2019.v08.i04.p05.
- [22] N. Ismawati, Nurwantoro, and Y. B. Pramono, "Nilai pH, Total Padatan Terlarut, dan Sifat Sensoris Yoghurt dengan Penambahan Ekstrak Bit (*Beta vulgaris* L.)," *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 5, no. 3, pp. 89–93, 2016, doi: 10.17728/jatp.181.
- [23] M. Agustina, Fahrizal, and E. Indarti, "Penambahan CMC, Gum Xanthan dan Pektin pada Sirup Air Kelapa," *J. Ilm. Mhs. Pertan. Unsyiah*, vol. 4, no. 2, pp. 266–273, 2019.
- [24] R. Megavitry, A. Laga, A. Syarifuddin, and S. Widodo, "Pengaruh Suhu Gelatinisasi dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Produk Sirup Glukosa Sagu," *Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 2, pp. 125–128, 2019.
- [25] I. N. Farikha, C. Anam, and E. Widowati, "Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan," *J. Teknosains Pangan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–38, 2013.
- [26] T. Hutagalung, R. J. Nainggolan, and M. Nurminah, "Pengaruh Perbandingan Bubur Buah Nanas dengan Bubur Wortel dan Jenis Zat Penstabil Terhadap Mutu Selai Lembaran," *J. Rekayasa Pangan dan Pertan.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–64, 2016.
- [27] Khalisa, Y. M. Lubis, and R. Agustina, "Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)," *Jurnal Ilmiah Mhs. Pertan.*, vol. 6, no. 4, pp. 594–601, 2021.
- [28] D. Lamusu, "Uji Organoleptik Jalangkote Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L) Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan," *J. Pengolah. Pangan*, vol. 3, no. 1, pp. 9–15, 2018.
- [29] I. P. Tarwendah, "Jurnal Review: Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 5, no. 2, pp. 66–73, 2017.
- [30] T. S. Purdi, Y. B. Pramono, and V. P. Bintoro, "Total Padatan, Uji Mutu Hedonik Warna dan Aroma Velva Buah Sirsak dengan Penggunaan Jenis Penstabil yang Berbeda," *J. Teknol. Pangan*, vol. 4, no. 2, pp. 144–147, 2020.
- [31] N. Wilberta, N. T. Sonya, and S. H. R. Lydia, "Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut dari Nira Aren yang Dipengaruhi pH dan Kadar Air," *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidik. Biol.)*, vol. 12, no. 1, pp. 101–108, 2021, doi: 10.24127/bioedukasi.v12i1.3760.
- [32] R. D. Oktor, Aylianawati, and Y. Sudaryanto, "Ekstraksi Oleoresin dari Jahe," *Widya Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 131–141, 2007.
- [33] I. R. Padya and D. Rahmayati, "Karakteristik Organoleptik Pada Sirup Jeruk Gerga (*Citrus nobilis* SP.) dengan Variasi Konsentrasi Sari Buah dan Kadar Gula," *ULIL ALBAB J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 9, pp. 4500–4505, 2023.
- [34] Y. Ikrawan, Hervalley, and W. Pirmansyah, "Korelasi Konsentrasi Black Tea Powder (*Camelia sinesis*) Terhadap Mutu Sensori Produk Dark Chocolate," *Pas. Food Technol. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 105–115, 2019.
- [35] N. A. Sayuti and A. Winarso, "Stabilitas Fisik dan Mutu Hedonik Sirup dari Bahan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)," *J. Ilmu Farm. dan Farm. Klin.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–53, 2014.
- [36] A. Pebiningrum and J. Kusnadi, "Pengaruh Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) dan Penambahan Madu Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha Jahe," *J. Food Life Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–42, 2018.
- [37] Subhan, F. Arfi, and A. Ummah, "Uji Kualitatif Zat Pewarna Sintetis Pada Jajanan Makanan Daerah Ketapang Kota Banda Aceh," *AMINA*, vol. 1, no. 2, pp. 67–71, 2020, doi: 10.22373/amina.v1i2.35.
- [38] Asrawaty, H. Noer, and Wahyudin, "Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Sirup Buah Mangga Pada Penambahan Gula yang Berbeda," *Agrisainifika J. Ilmi-ilmu Pertan.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2017.
- [39] C. D. N. Sutrisno and W. H. Susanto, "Pengaruh Penambahan Jenis dan Kosentrasi Pasta (Santan dan Kacang) Terhadap Kualitas Gula Merah," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 1, pp. 97–105, 2014.

- [40] M. A. Sagala, R. Efendi, and Yusmarini, "Perbedaan Cara Ekstraksi Jahe Dan Penambahan Gula Kelapa Terhadap Mutu Sirup Jahe," *J. Online Mhs. Fak. Pertan.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [41] V. Handayani, A. R. Ahmad, and M. Sudir, "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm) Menggunakan Metode DPPH," *Pharm Sci Res*, vol. 1, no. 2, pp. 86–93, 2014.
- [42] I. W. R. Aryanta, "Manfaat Jahe Untuk Kesehatan," *J. Widya Kesehat.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–43, 2019, doi: 10.32795/widyakesehatan.v1i2.463.
- [43] L. F. Octaviani and A. Rahayuni, "Pengaruh Berbagai Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Tingkat Penerimaan Sari Buah Buni (*Antidesma bunius*)," *J. Nutr. Coll.*, vol. 3, no. 4, pp. 958–965, 2014.
- [44] D. Permasari, A. E. Sari, and M. Aslam, "Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Aktivitas Antioksidan pada Minuman Bir Pletok," *AcTion Aceh Nutr. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2021, doi: 10.30867/action.v6i1.321.
- [45] B. A. Kusuma, Erni Setijawaty, Rachel Meiliawati Yoshari, and Ignasius Radix Astadi Praptono Jati, "Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Maltodekstrin dan Na-CMC terhadap Sifat Fisikokimia Bubuk Buah Semangka Merah," *Tekno. Pangan Media Inf. dan Komun. Ilm. Tekno. Pertan.*, vol. 14, no. 1, pp. 59–77, 2019, doi: 10.35891/tp.v14i1.3305.
- [46] M. H. P. Sanny, R. A. Widyowanti, and E. Adisetya, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) terhadap Karakteristik Selai Kolang-Kaling (*Argemone pinnata*)," *J. Mhs. Instiper*, vol. 1, no. 3, pp. 1911–1919, 2023, doi: 10.24843/itepa.2022.v11i01.p05.
- [47] W. Atmaka, Af'idatusholikhah, S. Prabawa, and B. Yudhistira, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Kappa Karagenan terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Gel Cincau Hijau (*Cyclea barbata* L. Miers)," *War. Ind. Has. Pertan.*, vol. 38, no. 1, pp. 25–35, 2021, doi: 10.32765/wartaihp.v38i1.6093.
- [48] M. F. Nuansa, T. W. Agustini, and E. Susanto, "Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Edible Film Dari Refined Karaginan Dengan Penambahan Minyak Atsiri," *J. Pengolah. dan Biotekno. Has. Perikan.*, vol. 6, no. 1, pp. 54–62, 2017.
- [49] M. Zelvi, A. Suryani, and D. Setyaningsih, "Hidrolisis *Eucheuma cottonii* dengan Enzim K-Karagenase dalam Menghasilkan Gula Reduksi untuk Produksi Bioetanol," *J. Tekno. Ind. Pertan.*, vol. 27, no. 1, pp. 33–42, 2017, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.1.33.
- [50] A. Pradana, "Pengaruh Penggunaan Fruktosa Terhadap Kualitas Pembuatan Permen Jelly Nira Aren (*Arenga pinnata*)," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018.
- [51] N. N. Qolsum, "Variasi Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisikokimia dan Sensori Jelly Drink Buah Kawista (*Limonium acidissima*)," Universitas Semarang, 2020.
- [52] J. K. Negara *et al.*, "Aspek Mikrobiologis serta Sensori (Rasa, Warna, Tekstur, Aroma) pada Dua Bentuk Penyajian Keju yang Berbeda," *J. Ilmu Produksi dan Tekno. Has. Peternak.*, vol. 4, no. 2, pp. 286–290, 2016.
- [53] SNI 01-2985-1992, *Sirup Fruktosa (HFS)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 1992.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.