



## ARTICLE

# Aktivitas Antioksidan dan Sifat Fisikokimia Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali (*Citrus grandis*)

Florentina Maria Titin Supriyanti<sup>1\*</sup>, Syifa Salsabila<sup>1</sup>, Zackiyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Koresponden: E-mail: [fm.titin@upi.edu](mailto:fm.titin@upi.edu)

Diterima 30 Mar 2024  
Diperbaiki 10 Apr 2024  
Diterbitkan 30 Apr 2024

## ABSTRAK

Yoghurt susu kedelai merupakan minuman fungsional yang tinggi akan protein, namun rendah kandungan antioksidan. Buah jeruk bali (*Citrus grandis*) diketahui kaya akan antioksidan, tetapi kurang akan pemanfaatannya sebagai bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas antioksidan, sifat fisikokimia, dan keberterimaan organoleptik produk yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Metode yang dilakukan meliputi pembuatan ekstrak air daging atau kulit buah jeruk bali, produksi yoghurt susu kedelai kontrol dan yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak daging (D) dan/atau kulit (K) buah jeruk bali rasio 30% (D1 dan K1); 20% (D2 dan K2); 10% (D3 dan K3). Analisis fisikokimia terdiri dari uji pH, %total bakteri asam laktat, kadar protein, dan uji fitokimia. Aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH; serta uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan, yoghurt susu kedelai berwarna putih pucat, dengan kadar protein 18,47%. Hasil fisikokimia meliputi pH produk yoghurt susu kedelai kontrol 4,2; D1 – D3 4,2 – 4,5; K1 – K3 4,5 – 4,6. Total bakteri asam laktat kontrol 1%; D1 – D3 0,74% – 0,58%; K1 – K3 0,50% – 0,46%. Semakin tinggi nilai pH maka total bakteri asam laktat semakin rendah. Berdasarkan uji fitokimia, produk yoghurt susu kedelai terfortifikasi mengandung senyawa flavonoid dan tanin. dengan aktivitas antioksidan yoghurt tertinggi adalah D1 90,84% dan K1 90,47%, disebabkan banyaknya senyawa antioksidan pada daging buah jeruk bali yaitu flavonoid, tanin, dan vitamin C. Produk yoghurt terfortifikasi dengan sifat sensori terbaik yaitu D1 dengan rata-rata kesukaan tertinggi. Yoghurt susu kedelai terbaik yaitu D1 dengan nilai pH 4,4; total bakteri asam laktat 0,74%, dan aktivitas antioksidan 90,84%.

**Kata Kunci:** antioksidan, yoghurt, fisikokimia, jeruk bali, susu kedelai

## ABSTRACT

Soy milk yoghurt is a functional drink that is high in protein. Grapefruit is known to be rich in antioxidants, but it is not used as a food ingredient. This study aims to determine the value of antioxidant activity, physicochemical properties, and organoleptic acceptability of soy milk yoghurt products fortified with extracts of grapefruit flesh and rind. The methods used include the manufacture of water extract of grapefruit flesh or skin, production of control soy milk yoghurt and soy milk yoghurt with the addition of extract of grapefruit flesh and/or skin in a ratio of 30% (D1 and K1); 20% (D2 and K2); 10% (D3 and K3). Physicochemical analysis consisted of pH test, % total lactic acid bacteria, protein content, and phytochemical test. Antioxidant activity using the DPPH method; and organoleptic tests. Soy milk yoghurt is pale white, with 18.47% protein content. Physicochemical results, the pH of the control soy milk yoghurt product was 4.2; D1 – D3 4.2 – 4.5; K1 – K3 4.5 – 4.6. Total control lactic acid bacteria 1%; D1 – D3 0.74% – 0.58%; K1 – K3 0.50% – 0.46%. The higher the pH value, the lower the total lactic acid bacteria, because lactic acid bacteria digest lactose more easily. Based on phytochemical tests, fortified soy milk yoghurt products contain flavonoid compounds and tannins. The highest antioxidant activity of yoghurt products after fortification was D1 90.84% and K1 90.47%, due to the large number of antioxidant compounds in grapefruit flesh, namely flavonoids, tannins, and vitamin C. Fortified yoghurt products with the best sensory properties were D1 with an average highest favorite. The best soy milk yoghurt is D1 with a pH value of 4.4; total lactic acid bacteria 0.74%, and 90.84% antioxidant activity.

**Keyword:** antioxidant, yogurt, physicochemical, grapefruit, soy milk

## 1. PENDAHULUAN

Yoghurt adalah produk susu fermentasi dengan penambahan kultur bakteri *Streptococcus Thermophilus* dan *Lactobacillus Delbrueckii*. Bakteri dalam yogurt memiliki banyak manfaat seperti peningkatan laktosa, mengatur keseimbangan berat badan, memperkuat sistem imun tubuh, mencegah banyak penyakit seperti kanker[1],[2]. Namun demikian, yoghurt masih tergolong rendah akan senyawa antioksidan, maka dapat ditingkatkan melalui fortifikasi.

Fortifikasi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pangan guna menjaga nutrisi yang cukup bagi mereka yang mengalami kekurangan nutrisi. Salah satu produk pangan fortifikasi adalah minuman soyghurt. Soyghurt (yoghurt susu kedelai) dapat dikatakan sebagai minuman probiotik tinggi isoflavon[3]. Yoghurt dengan penambahan buah memiliki daya tarik yang kuat bagi konsumen. Yoghurt buah merupakan kombinasi yang baik untuk meningkatkan nilai gizi yoghurt dan meningkatkan aktivitas antioksidan pada yoghurt. Salah satu sumber fortifikan antioksidan adalah jeruk bali [4].

Jeruk bali memiliki banyak manfaat karena jeruk bali banyak mengandung senyawa aktif lain seperti limonoid, naringin, dan likopen. Jeruk bali salah satu buah sumber antioksidan karena adanya polifenol. Jeruk bali mengandung flavonoid yang berperan sebagai antioksidan yang berfungsi menangkap radikal bebas dan meningkatkan nilai asam askorbat (Vitamin C). Penambahan antioksidan fenolik menjadi perhatian karena mampu menangkai berbagai penyakit yang terkait radikal bebas [5].

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan adalah pengujian aktivitas antioksidan buah jeruk bali. Pengujian dilakukan menggunakan ekstrak etanol dari kulit (albedo) jeruk bali, pengujian menggunakan metode fermentasi alkohol, kandungan total fenolik dengan pengeringan oven, dan pengujian kulit dan daging buah jeruk bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan jeruk bali terdapat pada kulit dan daging buah. Ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali mengandung flavonoid dan tannin [6], [7], [8], [9].

Buah jeruk bali yang terbukti kaya akan antioksidan sesuai dengan penelitian Yusrini dan Sevani dimana pada bagian daging buah jeruk bali mengandung senyawa antioksidan flavonoid, fenolik, dan vitamin C, pada bagian kulit buah jeruk bali mengandung senyawa antioksidan flavonoid dan fenolik [9],[10]. Pemanfaatan kacang kedelai sebagai bahan dasar susu untuk produksi yoghurt belum banyak dilakukan. Sementara itu, pada kacang kedelai terbukti memiliki kandungan isoflavon yang tinggi [3]. Yoghurt susu kedelai akan menjadi minuman fungsional yang baik bagi penderita alergi susu hewani. Pada penelitian ini, akan dilakukan produksi yoghurt susu kedelai dan

yoghurt terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, analisis aktivitas antioksidan dan sifat fisikokimia yoghurt susu kedelai yang terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Pengujian dilakukan dengan membandingkan aktivitas antioksidan dan sifat fisikokimia antara yoghurt susu kedelai kontrol atau tanpa penambahan ekstrak buah, dengan yoghurt susu kedelai yang telah terfortifikasi bagian daging buah jeruk bali dan kulit jeruk bali.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa alat-alat laboratorium, yaitu labu ukur, blender, pH meter, spektrofotometer UV Vis, sentrifuse, buret, neraca analitik, inkubator, gelas ukur, pipet ukur, dan erlenmeyer.

#### 2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kacang kedelai, susu skim, starter kultur *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, gula pasir, buah jeruk bali, logam Mg, HCl, FeCl<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, Na K Tartarat, NaOH, indikator PP, kasein, DPPH (*1,1 diphenyl picryl-hydrazyl*), etanol, dan aquades.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian meliputi beberapa tahapan, yaitu pembuatan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, pembuatan yoghurt susu kedelai dan pencampuran yoghurt susu kedelai dengan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali dengan variasi rasio. Tahap pengujian meliputi analisis fisikokimia terdiri dari uji pH, keasaman total, kadar protein; analisis fitokimia uji flavonoid dan tanin. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode *1,1 diphenyl picryl-hydrazyl* (DPPH), dan uji organoleptik dengan metode hedonik.

#### 2.2.1 Pembuatan Ekstrak Daging Buah Jeruk Bali

Buah jeruk bali dipilih dengan kualitas yang baik dan segar, kemudian dicuci dengan air. Alat yang akan digunakan harus dipastikan dalam keadaan steril. Proses sterilisasi alat dapat dilakukan dengan sterilisasi basah selama 15 menit. Bagian yang digunakan untuk pembuatan ekstrak yaitu daging (segmen) buah yang tidak rusak lalu dicuci, dipotong-potong, dan dibuang bijinya. Potongan buah 1 kg ditambahkan 100 mL aquades, dihaluskan menggunakan blender selama 5 menit untuk mendapatkan bubur buah hingga berbentuk pasta halus [11]. Pasta daging buah disaring menggunakan kain tipis. Ekstrak daging buah jeruk bali disimpan di dalam pendingin suhu 4°C sampai akan digunakan [12].

#### 2.2.2. Pembuatan Ekstrak Kulit Buah Jeruk Bali

Buah jeruk bali dipilih dengan kualitas yang baik juga segar, lalu dibersihkan dengan air. Alat yang akan

digunakan harus dipastikan dalam keadaan steril, proses sterilisasi alat dapat dilakukan dengan sterilisasi basah selama 15 menit. Bagian yang digunakan untuk pembuatan ekstrak yaitu bagian kulit (albedo) buah yang tidak terlihat rusak, dan selanjutnya potongan kulit buah ditambahkan 100 mL aquades lalu dihaluskan menggunakan blender hingga didapatkan berbentuk pasta halus [11]. Pasta kulit buah disaring menggunakan kain tipis. Ekstrak kulit buah jeruk bali disimpan di ruang pendingin suhu 4°C sampai akan digunakan [12].

### 2.2.3 Pembuatan Yoghurt Susu Kedelai

Proses pembuatan soyghurt atau yoghurt susu kedelai, dibagi menjadi dua tahapan utama, yaitu pembuatan susu kacang kedelai dan pembuatan yoghurt susu kedelai. Tahapan pembuatan susu kacang kedelai adalah menyortir kacang kedelai dan mencuci. Kemudian, merendam kacang kedelai dengan air panas (1:5) selama 8 jam, lalu ditiriskan. Selanjutnya memisahkan kacang kedelai dengan kulit ari. Kemudian dibilas dengan air bersih. Kacang kedelai yang sudah dipisahkan dengan kulit ari, dipanaskan dengan air (1:3) pada suhu 85°C selama 10 menit, lalu dihaluskan kacang kedelai menggunakan blender. Setelah terbentuk bubur, kacang kedelai diambil ekstrak air nya (susu) menggunakan kain tipis. Susu kacang kedelai yang didapatkan, ditambahkan gula pasir 3% (b/v) dan susu skim 30% (b/v) kemudian dipanaskan kembali dengan suhu 85°C selama 15 menit. Tahapan pembuatan yoghurt susu kedelai yaitu didinginkan hingga suhu 42°C kemudian ditambahkan starter *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (1:10) kemudian diaduk hingga merata. Inkubasi selama 10 jam pada suhu 40°C. Setelah inkubasi, yoghurt susu kedelai akan terlihat lebih kental, untuk menghentikan pertumbuhan bakteri, dapat diaduk dan disimpan pada lemari pendingin suhu 4°C hingga akan digunakan.

Yoghurt susu kedelai yang dihasilkan diformulasikan dengan variasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, juga disiapkan satu yoghurt susu kedelai sebagai kontrol. Yoghurt susu kedelai ditambahkan ekstrak buah jeruk bali dengan formulasi sesuai pada tabel 1 untuk formulasi yoghurt susu kedelai dan ekstrak daging buah jeruk bali, lalu pada tabel 2 untuk formulasi yoghurt susu kedelai dan ekstrak kulit daging buah jeruk bali. Kualitas yoghurt susu kedelai dianalisis [13], [14], [15].

**Tabel 1. Formulasi Yoghurt Susu Kedelai dan Ekstrak Daging Buah Jeruk Bali**

Kode	Yoghurt Susu Kedelai (mL)	Ekstrak Daging Buah Jeruk Bali (mL)
D1 (30%)	70	30
D2 (20%)	80	20
D3 (10%)	90	10

Sumber: [13]

**Tabel 2. Formulasi Yoghurt Susu Kedelai dan Ekstrak Kulit Buah Jeruk Bali**

Kode	Yoghurt Susu Kedelai (mL)	Ekstrak Kulit Buah Jeruk Bali (mL)
K1 (30%)	70	30
K2 (20%)	80	20
K3 (10%)	90	10

Sumber: [13]

### 2.2.4 Optimasi Susu Kedelai

Optimasi susu kedelai dilakukan untuk menguji kelayakan susu kedelai sebagai bahan untuk membuat yoghurt. Optimasi susu kedelai dapat dilakukan dengan melakukan uji total padatan dan uji pH setelah produksi susu kedelai. Uji pH susu kedelai dilakukan dengan menggunakan pH meter. Uji total padatan susu kedelai dilakukan dengan cara menimbang ±10 g susu kedelai pada botol timbang yang telah diketahui massa sebelumnya, lalu diuapkan hingga kering dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah pemanasan 3 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

Kelayakan susu kedelai didasarkan pada standar nilai SNI sesuai pada tabel 3

**Tabel 3. Persyaratan Total Padatan dan pH Susu**

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Total padatan	% b/b	Min. 11,50
pH	-	6,5 – 7,0

Sumber: [20]

### 2.2.5 Analisis Fisikokimia

Analisis fisikokimia ditentukan setelah produksi yoghurt. Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital pada suhu 20°C. Keasaman total ditentukan dengan titrasi potensiometri dengan NaOH 0,1N sampai pH 4,1 – 4,5. Keasaman yang dapat dititrasi dinyatakan sebagai persentase asam laktat pada 100g yoghurt [16].

Uji kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode Biuret. Pereaksi biuret dibuat dengan melarutkan 3 gram CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O dan 9 gram NaKTartarat dalam 500 ml larutan NaOH 0,2 N. Tambahkan 5 gram KI kemudian diencerkan sampai 1000 ml dengan menggunakan larutan NaOH 0,2 N. Selanjutnya dibuat larutan induk kasein dalam air dengan konsentrasi 5mg/ml. Pembuatan kurva standar yaitu dengan memasukkan ke dalam tabung reaksi 0 (blanko), 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 ml

larutan standar. Selanjutnya ditambahkan air sampai volume total masing-masing 4 ml, selanjutnya kedalam masing-masing tabung ditambahkan 6ml pereaksi biuret, selanjutnya dihomogenisasi dengan vortek. Simpan tabung reaksi pada suhu 37°C selama 10 menit atau pada suhu kamar (30°C) selama 30 menit sampai terbentuk warna ungu sempurna. Ukur absorbansi sampel pada Panjang gelombang 520 nm. Pada penetapan sampel, pipet tepat 0,1 s.d 1 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian dilakukan seperti penetapan standar [17].

### 2.2.6 Analisis Fitokimia

Uji kualitatif kandungan senyawa antioksidan dilakukan meliputi uji flavonoid, tanin, dan fenolik. Pada uji flavonoid, pengujian dilakukan dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 5 mL sampel, kemudian dipanaskan kurang lebih 5 menit. Setelah dipanaskan masing-masing ditambahkan dengan 0,1 gram logam Mg dan 1:1 HCl:etanol, 5 tetes. Jika masing-masing larutan terbentuk warna kuning jingga sampai merah, maka positif mengandung flavonoid. Uji tanin dilakukan dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 5 ml sampel ditetesi FeCl<sub>3</sub> 1%. Adanya tanin ditandai dengan munculnya warna biru kehitaman atau hijau kecoklatan [18],[19].

### 2.2.7 Analisis Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Sebanyak 1ml sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan metanol sampai tanda batas. Sebanyak 4 mL sampel tersebut kemudian dipindahkan ke dalam botol vial berwarna gelap, lalu ditambahkan 2mL larutan DPPH 20 ppm kemudian botol tersebut ditutup rapat dan campuran diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit. Campuran yang telah diinkubasi selanjutnya dimasukan ke dalam kuvet untuk pengujian nilai absorbansinya pada Panjang gelombang maksimal 516nm. Perlakuan yang sama dilakukan untuk menguji blanko (larutan DPPH tanpa sampel) [13].

Aktivitas antioksidan dapat ditentukan dengan persamaan (1).

$$\%AA = \frac{Abs\ DPPH\ kontrol - Abs\ DPPH\ sisa}{Abs\ DPPH\ kontrol} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

% AA: Persen aktivitas antioksidan

Abs DPPH kontrol: absorbansi DPPH tanpa penambahan sampel

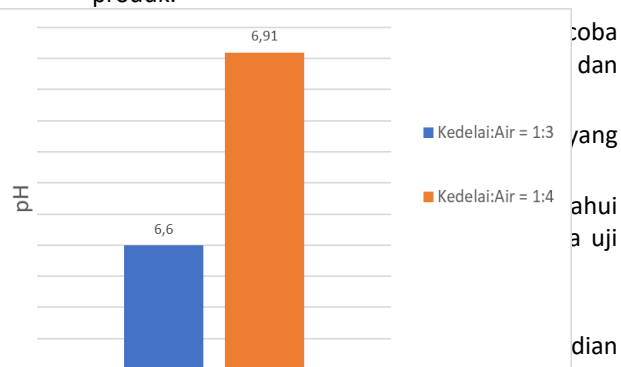
Abs DPPH sisa: absorbansi DPPH setelah penambahan sampel

### 2.2.8 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan oleh 25 panelis yang terdiri dari masyarakat Bandung. Uji ini dilakukan dengan penilaian sifat fisik yoghurt susu kedelai terfortifikasi seperti warna, rasa, dan aroma sebagai keberterimaan produk pada konsumen.

Syarat panelis yang mengikuti uji hedonik yaitu dalam keadaan sehat dan tidak dalam keadaan lapar. Adapun tahapan yang dilakukan dalam uji hedonik yaitu:

- Meminta dan mengumpulkan panelis sebanyak 25 orang.
- Membagikan formular kepada panelis, peneliti menjelaskan cara pengisian formular penilaian produk.



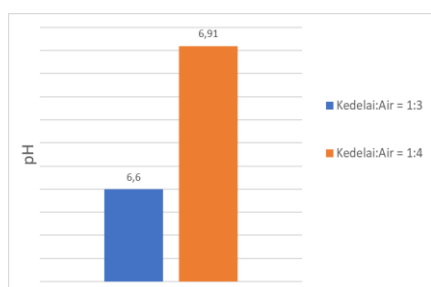
... dan kering. Dilihat sampel yoghurt beberapa saat, kemudian memberi skor pada masing-masing perlakuan oleh 25 panelis.

- Uji Bau
- Sampel yoghurt diambil sebanyak 1 sendok the dan diletakkan di atas gelas arloji yang bersih dan kering. Sampel yoghurt dicium pada jarak kira-kira 3 cm dari hidung untuk mengetahui baunya oleh 25 panelis.
- Uji Rasa
- Sampel yoghurt diambil kira-kira 1 sendok the dan dirasakan dengan lidah. Dilakukan pengerjaan oleh 25 panelis [22].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

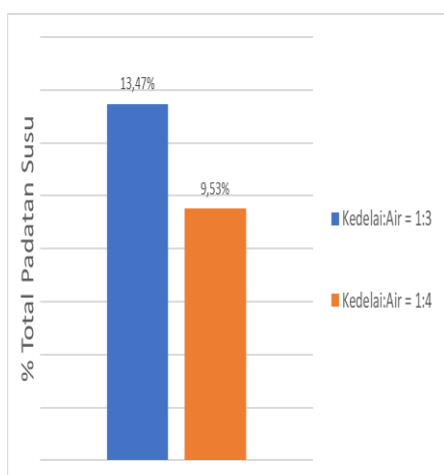
### 3.1 Pengaruh Penambahan Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali Terhadap Sifat Fisikokimia Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi

Pada produksi yoghurt susu kedelai, dilakukan optimasi rasio kacang kedelai dengan air untuk mendapatkan susu kedelai dengan total padatan susu kedelai dan pH susu kedelai terbaik. Analisis pH juga dilakukan untuk mendapatkan pH susu kedelai yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Hasil optimasi susu kedelai dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Optimasi pH Susu Kedelai

Berdasarkan hasil optimasi, susu kedelai pH pada rasio kacang kedelai : air 1:3 yaitu 6,6 sedangkan pH pada rasio 1:4 sebesar 6,91. Nilai yang didapatkan berdasarkan hasil optimasi dibandingkan dengan nilai pH susu berdasarkan syarat mutu Standar Nasional Indonesia, yaitu dengan rentang nilai pH berkisar 6,50 – 7,0, dimana kedua rasio susu kedelai masih dalam rentang pH susu menurut Standar Nasional Indonesia [20]. Berdasarkan penelitian oleh Yuwono dan Susanto, mengenai pengaruh varietas dan perbandingan komposisi kedelai:air terhadap mutu susu kedelai, peningkatan jumlah air dari rasio air:kedelai 10:1 sampai 30:1 mengurangi total padatan, protein dan kalsium hasil ekstraksi kedelai [21]. Hal ini berakibat semakin menurunnya padatan yang dapat diekstrak dengan meningkatnya air yang ditambahkan. Dengan demikian peranan pH air sangat menentukan pH susu kedelai. Jika jumlah air yang ditambahkan semakin besar (pH 7) maka total padatan yang terekstrak semakin berkurang sehingga akan menyebabkan nilai pH susu kedelai meningkat [23].



Gambar 2. Optimasi Total Padatan Susu Kedelai

Total padatan merupakan komponen penyusun larutan yang berupa padatan terlarut maupun tidak terlarut. Berdasarkan hasil optimasi, didapatkan total padatan susu pada rasio 1:3 yaitu 13,47% sedangkan pada rasio 1:4 didapatkan total padatan susu sebesar 9,53%. Nilai yang didapatkan berdasarkan hasil optimasi dibandingkan dengan nilai total padatan susu berdasarkan syarat mutu Standar Nasional Indonesia, yaitu dengan nilai minimal 11,50%, dimana rasio susu

kedelai 1:3 memenuhi syarat mutu Standar Nasional Indonesia [20]. Nilai total padatan lebih dipengaruhi oleh perbandingan komposisi kedelai:air. Menurut penelitian oleh Istiqomah, nilai total padatan lebih dipengaruhi oleh perbandingan komposisi kedelai:air [23].

Selama proses pengolahan susu menjadi yoghurt, susu biasanya mengalami perubahan sifat kimia terutama kadar dan jenis gula, asam laktat dan total asamnya serta perubahan pH pada rentang waktu inkubasi tertentu. Untuk mendapatkan yoghurt susu kedelai yang baik, dilakukan optimasi waktu inkubasi pada waktu 8 jam, 10 jam, dan 12 jam. Optimasi waktu inkubasi dilakukan untuk mendapatkan yoghurt susu kedelai dengan nilai pH dan total bakteri asam laktat yang sesuai dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia. Hasil optimasi waktu inkubasi yoghurt susu kedelai dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Optimasi Waktu Inkubasi Yoghurt Susu Kedelai

Waktu Inkubasi	pH	Total Bakteri Asam Laktat	Visualisasi
8 Jam	4,6	0,49%	Cairan tidak terlalu kental, berbau asam khas, berwarna putih susu
10 Jam	4,2	1%	Cairan dengan kekentalan cukup, berbau asam khas, berwarna putih susu
12 Jam	4,0	1,6%	Cairan terlalu kental, berbau asam menyengat dan berwarna putih cenderung kuning

Berdasarkan hasil optimasi waktu inkubasi yoghurt susu kedelai, waktu inkubasi mempengaruhi nilai pH dan total bakteri asam laktat. Sesuai dengan pernyataan Anna Muawanah, dengan adanya perubahan nilai pH yang terjadi pada setiap skala waktu inkubasi, terlihat bahwa waktu inkubasi mempengaruhi pembentukan asam pada yoghurt [24]. Dengan bertambahnya waktu inkubasi, aktivitas mikroba semakin meningkat dan jumlah mikroba semakin banyak, sehingga mengakibatkan pH medium menjadi turun. Berdasarkan hasil optimasi waktu inkubasi yoghurt susu kedelai, nilai pH dan total bakteri asam laktat dibandingkan dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia, dengan standar pH yaitu rentang 4,1 – 4,5 dan total bakteri asam laktat yaitu 0,5 – 2,0%. [20] Waktu inkubasi selama 8 jam didapatkan pH 4,6 dan total bakteri asam laktat didapatkan sebesar 0,49%. Pada inkubasi selama 10 jam, didapatkan pH 4,2 dan total bakteri asam laktat

didapatkan sebesar 1%. Lalu inkubasi selama 12 jam, didapatkan pH sebesar 4,0 dan total bakteri asam laktat yang didapatkan sebesar 1,6%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi, akan menaikkan nilai asam pH yoghurt maka semakin besar total bakteri asam laktat yang didapatkan. Sesuai dengan penelitian Anna Muawanah, menyatakan bahwa lamanya waktu inkubasi mempengaruhi penurunan pH dan kenaikan konsentrasi total asam pada proses inkubasi mikroba pada pembuatan Yoghurt dari susu kedelai [24]. Dengan demikian, waktu inkubasi optimal didapatkan dengan inkubasi yoghurt susu kedelai selama 10 jam.

Hasil yoghurt rasio terbaik kemudian diuji kandungan protein nya. Uji protein dilakukan untuk mengetahui %protein dalam yoghurt susu kedelai dan dibandingkan dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia protein yoghurt. Hasil dari uji protein yaitu pada tabel 5. Sebelum diuji sampel protein menggunakan spektrofotometer UV/Vis, dilakukan terlebih dahulu kalibrasi menggunakan kasein sebagai standar.

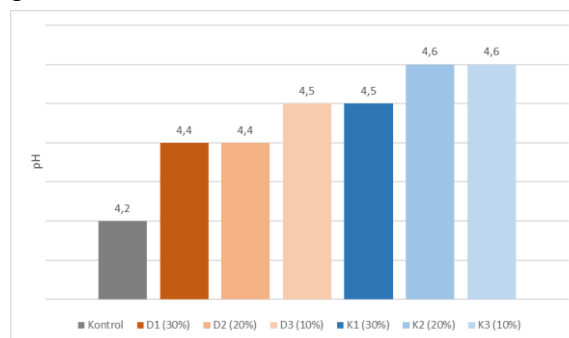
Tabel 5. Uji Protein Yoghurt Susu Kedelai

	Absorban	Rata-rata Absorban	%Protein dalam sampel (b/b)
Kontrol (100ml yoghurt)	0,095	0,095	18,47%

Penggunaan susu kedelai sebagai bahan dasar yoghurt pada penelitian ini dikarenakan susu kedelai baik dikonsumsi oleh orang-orang yang alergi susu sapi, yaitu orang-orang yang tidak memiliki atau kekurangan enzim laktase ( $\beta$ -galaktosidase) dalam saluran pencernaannya, sehingga tidak mampu mencerna laktosa yang terkandung dalam susu sapi [25], Protein susu kedelai mempunyai susunan asam amino yang mirip susu sapi sehingga dapat dijadikan pengganti susu sapi bagi mereka yang alergi (*lactose intolerance*) atau bagi mereka yang tidak menyukai susu sapi. Berdasarkan hasil uji protein yang dilakukan sesuai dengan tabel 5, bahwa % protein dalam yoghurt susu kedelai memiliki nilai yang tinggi dibandingkan batas syarat mutu Standar Nasional Indonesia (min. 2,7%), yaitu 18,47%.

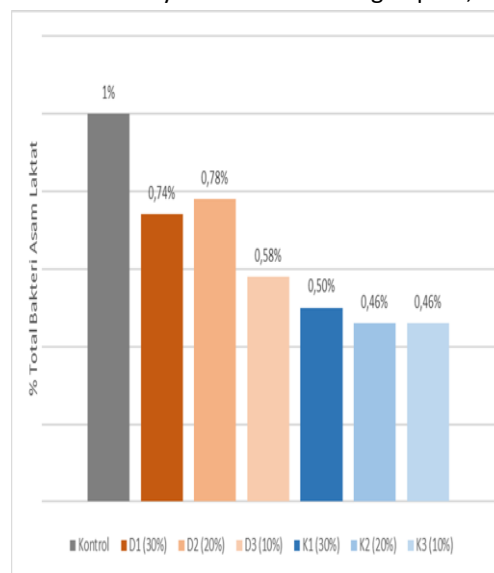
Yoghurt susu kedelai dengan rasio terbaik, difortifikasi menggunakan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Penambahan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali ke dalam yoghurt susu kedelai dilakukan dengan rasio yang berbeda-beda, kode D adalah ekstrak daging, sedangkan kode K adalah ekstrak kulit. Rasio perbandingannya yaitu yoghurt:ekstrak (mL); D1 (30%); D2 (20%); D3 (10%); K1 (30%); K2 (20%); K3 (10%). Selanjutnya, dilakukan

juga uji pH dan total bakteri asam laktat pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Hasil uji pH dan total bakteri asam laktat yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Uji pH Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali

Hasil uji pH pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, diketahui bahwa yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak daging buah jeruk bali D1 (30%), D2 (20%), dan D3 (10%) memiliki nilai pH yang sesuai dengan rentang syarat mutu Standar Nasional Indonesia untuk pH yoghurt yaitu pada rentang 4,1 – 4,5 (Badan Standardisasi Indonesia, 2009)[20]. Pada yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali, hanya K1 (30%) yang memenuhi standar syarat mutu SNI yaitu 4,5. Sedangkan K2 (20%) dan K3 (10%) tidak memenuhi syarat mutu SNI dengan pH 4,6.



Gambar 4. Uji Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali

Hasil uji total bakteri asam laktat pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, diketahui bahwa yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak daging buah jeruk bali D1 (30%), D2 (20%), dan D3 (10%) memiliki nilai total

bakteri asam laktat yang sesuai dengan rentang syarat mutu Standar Nasional Indonesia untuk total bakteri asam laktat yoghurt yaitu pada rentang 0,5 – 2,0% [20]. Pada yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali, hanya K1 (30%) yang memenuhi standar syarat mutu SNI yaitu 0,5%. Sedangkan K2 (20%) dan K3 (10%) tidak memenuhi syarat mutu SNI dengan total bakteri asam laktat 0,46%. Menurut Prayitno, Laktosa dimanfaatkan oleh BAL selama proses fermentasi dan diubah menjadi asam laktat. *Streptococcus* memecah laktosa susu menjadi glukosa dan galaktosa (monosakarida) kemudian *Lactobacillus* memetabolisme monosakarida menjadi asam laktat [26].

Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Pramarti, bahwa pada prinsipnya, proses fermentasi menguraikan laktosa menjadi asam laktat dan berbagai komponen aroma dan citarasa [27]. Berdasarkan hasil, penurunan total bakteri asam laktat pada yoghurt dengan penambahan ekstrak buah jeruk bali dibandingkan dengan kontrol disebabkan karena diduga bakteri asam laktat lebih mudah mencerna laktosa, yang merupakan habitat asli dari bakteri asam laktat yaitu susu. Akibatnya substrat yang digunakan oleh BAL dalam proses fermentasi semakin rendah.

### **3.2 Pengaruh Penambahan Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali Terhadap Sifat Fitokimia Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi**

Analisis fitokimia yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, dilakukan untuk mengetahui secara kualitatif senyawa antioksidan yang terdapat pada yoghurt. Diketahui pada penelitian oleh Yusrini dan Sevani, albedo (kulit buah) jeruk bali kaya akan senyawa fenolik, lalu pada bagian segmen (daging buah) jeruk bali, kaya akan komponen senyawa polifenol seperti flavonoid, dan juga fenolik [9],[10]. Senyawa antioksidan seperti tanin dan flavonoid berguna sebagai antioksidan bagi tubuh yang dapat menangkal senyawa radikal bebas yang merusak sel-sel dalam tubuh.

Pada hasil uji kualitatif, secara kualitatif yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali mengandung senyawa flavonoid dan tanin. Pada uji kualitatif flavonoid, semakin banyak penambahan ekstrak buah jeruk bali, semakin terlihat jelas kepekatan warna kuning kemerahan yang menunjukkan adanya senyawa flavonoid. Daging buah jeruk bali mengandung gula yang cukup tinggi, sebagian besar flavonoid yang terdapat pada tumbuhan terikat pada gula sebagai glikosidanya dan dalam bentuk campuran atau jarang sekali ada sebagai senyawa tunggal [28]. Berbeda dengan yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak kulit buah jeruk bali, berdasarkan penelitian oleh Yusrini, senyawa flavonoid pada kulit buah jeruk bali memang lebih sedikit dibandingkan dengan daging buahnya [9].

Sehingga, penambahan rasio ekstrak kulit buah pada yoghurt berpengaruh dengan senyawa flavonoid yang terdeteksi. Pada hasil, yoghurt terfortifikasi ekstrak kulit buah jeruk bali K2 (201%) dan K3 (10%), senyawa flavonoid tidak terdeteksi secara kualitatif.

Setelah ekstrak ditambahkan dengan logam magnesium, asam klorida (HCl) memberikan warna merah. Kemungkinan golongan flavonoidnya adalah flavanon, flavanonol dan flavanol. Reaksi antara senyawa flavonon dengan logam magnesium, dengan persamaan reaksi  $2C_2H_5OH + 2Mg \rightarrow Mg(OH)_2 + C_2H_5Mg(OH)_2 + C_2H_5 + HCl$  [28]. Penambahan HCl bertujuan untuk menghidrolisis flavonoid menjadi aglikon flavonoid dengan cara menghidrolisis oglikosil. Glikosil yang terhidrolisis ini akan tergantikan dengan atom H<sup>+</sup> dari asam yang memiliki sifat keelektronegatifan yang kuat. Serbuk Mg yang ditambahkan menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna merah. Ion magnesium ini diduga akan berikatan dengan senyawa flavonoid yang terdapat pada ekstrak sehingga muncul larutan yang berwarna merah [29].

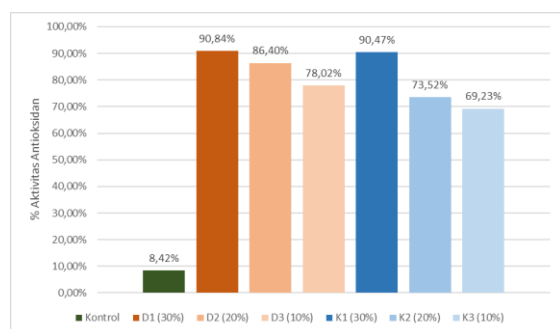
Uji fitokimia senyawa golongan tannin dilakukan dengan cara menambah ekstrak dengan reagen FeCl<sub>3</sub> 1%. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna coklat kehitaman. Penambahan FeCl<sub>3</sub> 1% digunakan untuk menentukan adanya gugus fenol dalam sampel, ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi coklat kehitaman. Hal ini disebabkan arena tannin akan membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe<sup>3+</sup> [30].

Secara kualitatif, senyawa tanin terbukti ada pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Terlihat perbedaan pada hasil kualitatif dengan penambahan ekstrak daging dan kulit. Menurut penelitian oleh Sevani, pada kulit buah jeruk bali terkandung banyak senyawa tannin [10]. Hal ini dibuktikan dengan uji kualitatif senyawa tanin pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak kulit buah jeruk bali yang positif mengandung senyawa tanin dengan perubahan warna menjadi coklat cenderung hijau tua. Rasio penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali juga mempengaruhi kepekatan perubahan warna yang menunjukkan semakin jelas adanya senyawa tanin pada yoghurt terfortifikasi tersebut. Berbeda dengan uji senyawa tanin secara kualitatif pada yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging buah jeruk bali, perubahan warna menjadi coklat cenderung hijau tua tidak begitu terlihat pekat, hal ini juga bergantung dari rasio penambahan ekstrak daging buah jeruk bali terhadap yoghurt. Menurut penelitian oleh Susanto, buah jeruk bali memang lebih banyak mengandung flavonoid dan vitamin C yang memberikan rasa manis dan getir yang cukup kuat, sedangkan senyawa tanin biasa ada pada bagian kulit buah yang cenderung memberikan rasa pahit [31].

Pengaruh penambahan daging dan kulit buah jeruk bali terhadap sifat fisikokimia yoghurt susu kedelai terfortifikasi memberikan pengaruh yang jelas pada uji kualitatif fitokimia senyawa antioksidan. Terbukti dengan adanya senyawa flavonoid dan tanin setelah penambahan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali.

### 3.3 Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali

Analisis aktivitas antioksidan ditentukan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali terhadap yoghurt susu kedelai, menggunakan metode DPPH. Buah jeruk bali diketahui kaya akan senyawa flavonoid dan fenolik. Pada albedo (kulit buah jeruk bali) kaya akan senyawa selulosa, hemiselulosa, lignin, pektat, dan fenolik. Lalu pada dinding segmen (daging buah jeruk bali) sebagian besar mengandung gula, vitamin C, fenolik, flavonoid, dan senyawa anorganik (Yusrini Djabir et al., 2019) [9]. Pada kulit buah jeruk bali terkandung banyak senyawa tanin dan flavonoid. Flavonoid merupakan agen polinasi yang bermanfaat sebagai antioksidan. Sedangkan pada tanin, berfungsi sebagai antidiare, anti bakteri, dan antioksidan [10]. Hasil analisis aktivitas antioksidan yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5. Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali**

Berdasarkan hasil pengukuran aktivitas antioksidan, yoghurt susu kedelai tanpa penambahan ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali didapatkan aktivitas antioksidan sebesar 8,42%. Yoghurt susu kedelai terfortifikasi dengan aktivitas antioksidan tertinggi didapatkan pada yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak daging jeruk bali 30% dengan nilai aktivitas antioksidan sebesar 90,84%. Sedangkan yoghurt susu kedelai dengan penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali didapatkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan penambahan 30% ekstrak dan nilai aktivitas antioksidan sebesar 90,47%.

Antioksidan adalah senyawa pemberi elektron yang dapat menangkal dampak negative oksidan. Prinsip kerjanya yaitu dengan mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan [32] Antioksidan dibutuhkan tubuh untuk melindungi

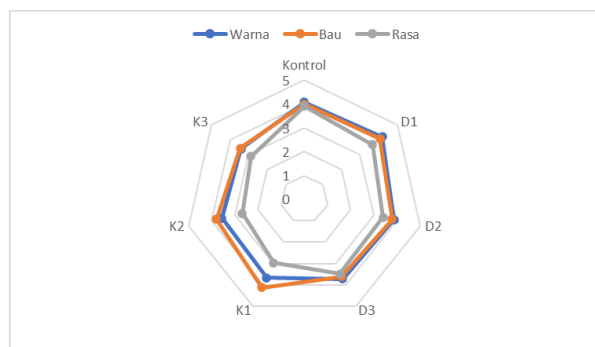
tubuh dari serangan radikal bebas. Antioksidan adalah suatu senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi [35]. Antioksidan dapat menetralkan tindakan yang berpotensi merusak dari radikal bebas. Beberapa antioksidan bersifat endogen seperti enzim superoksida-dismutase dan katalase, dimana antioksidan ini merupakan komponen normal dari tubuh, sedangkan seperti vitamin C dan E yaitu antioksidan eksogen yang harus diambil dari luar seperti sayur-sayuran dan buah-buahan karena tidak diproduksi secara alami oleh tubuh.

Mekanisme antioksidan dalam menghentikan reaksi radikal bebas yaitu dengan cara pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, adisi asam lemak ke cincin aromatik pada antioksidan, pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatic dari antioksidan [35]. Komponen yang terkandung didalam antioksidan alami adalah vitamin C, vitamin E,  $\beta$ -karoten, flavonoid, isoflavon, flavon, antosianin, katekin, isokatekin, asam lipoat, bilirubin dan albumin, likopen dan klorofil.

Senyawa fenolik dan flavonoid pada strukturnya mengandung gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas, sehingga senyawa fenolik dan flavonoid berpotensi sebagai antioksidan [29]. Radikal bebas DPPH akan ditangkap oleh senyawa flavonoid. Flavonoid akan dioksidasi oleh radikal bebas DPPH menghasilkan bentuk radikal yang lebih stabil, yaitu radikal dengan kereaktifan rendah. Flavonoid mendonorkan radikal hidrogen ( $H\bullet$ ) dari cincin aromatiknya untuk mengurangi radikal bebas yang bersifat toksik menghasilkan radikal flavonoid yang terstabilkan resonansi dan membuatnya tidak toksik. DPPH pada uji ini ditangkap oleh antioksidan yang melepaskan hidrogen, sehingga membentuk DPPH-H tereduksi. Sehingga warna berubah dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna tersebut terjadi saat radikal DPPH ditangkap oleh antioksidan yang melepas atom hidrogen untuk membentuk DPPH-H [29].

Pengaruh penambahan daging dan kulit buah jeruk bali terhadap aktivitas antioksidan yoghurt susu kedelai terfortifikasi terlihat jelas dengan kenaikan % aktivitas antioksidan yoghurt kontrol atau tanpa penambahan ekstrak buah, dibandingkan dengan yoghurt dengan penambahan ekstrak daging atau kulit buah jeruk bali. Antioksidan pada yoghurt susu kedelai penambahan ekstrak daging buah jeruk bali diketahui memiliki % aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yoghurt susu kedelai penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali, hal ini disebabkan pada daging buah jeruk bali mengandung tinggi vitamin C yang juga merupakan antioksidan.





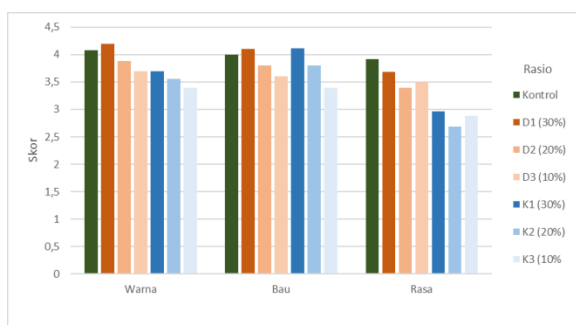
Gambar 6. Rata-rata uji kesukaan

warna, bau, dan rasa yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali.

Berdasarkan hasil uji hedonik, keberterimaan produk dilihat dari skor tingkat kesukaan. Pada atribut warna skor tertinggi yaitu pada yoghurt D1 (30%). Lalu pada atribut bau, yaitu yoghurt K1 (30%), dan atribut rasa yaitu D1 (30%).

### 3.4 Uji Hedonik Yoghurt Susu Kedelai Terfortifikasi Ekstrak Daging dan Kulit Buah Jeruk Bali

Uji hedonik yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap produk. Mutu hedonik adalah uji dimana panelis menyatakan kesan pribadi tentang baik atau buruk. Kesan mutu hedonik lebih spesifik karena menggunakan dua atau lebih parameter dari sifat produk tersebut. Produk yang akan diuji yaitu yoghurt susu kedelai tanpa fortifikasi dan terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali. Panelis yang digunakan berjumlah 25 orang dengan kriteria acak yaitu dari perempuan dan laki laki, dengan rentang umur 14 – 59 tahun. Produk yoghurt pada uji hedonik, ditambahkan karagenan sebagai emulsifier sebesar



0,5%. Hasil uji hedonik diberikan dalam bentuk diagram batang dan radar seperti pada gambar 6 dan 7.

Gambar 7. Grafik Radar rata-rata uji kesukaan warna, bau, dan rasa yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali.

Berdasarkan data perhitungan yang terdapat pada gambar 6 dan 7, hasil rata-rata tingkat kesukaan warna produk yoghurt susu kedelai paling banyak disukai yaitu pada yoghurt susu kedelai D1 (30%) dengan nilai rata-rata kesukaan sebesar 4,2 dan yang paling sedikit disukai yaitu yoghurt susu kedelai K3 (10%) dengan nilai rata-rata kesukaan yaitu sebesar 3,4. Hal ini disebabkan karena daging buah jeruk

bali memiliki warna merah yang tidak begitu pekat, sehingga semakin banyak penambahan ekstrak daging buah akan memekatkan warna pada produk yoghurt susu kedelai. Berbeda dengan ekstrak kulit buah jeruk bali yang tidak memberikan warna (tak berwarna) sehingga tidak memberikan perubahan warna yang spesifik pada produk yoghurt susu kedelai.

Hasil rata-rata tingkat kesukaan bau berdasarkan data perhitungan yang terdapat pada gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa yoghurt susu kedelai paling banyak disukai yaitu pada yoghurt susu kedelai K1 (30%) dengan nilai rata rata kesukaan sebesar 4,12 dan yang paling sedikit disukai yaitu yoghurt susu kedelai K3 (10%) dengan nilai rata-rata kesukaan yaitu sebesar 3,4. Hal ini disebabkan kulit buah jeruk bali mengandung senyawa limonin yang memberikan bau khas buah jeruk [36]. Semakin banyak penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali akan memekatkan bau pada produk yoghurt susu kedelai.

Rata-rata tingkat kesukaan rasa berdasarkan data perhitungan yang terdapat pada gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa yoghurt susu kedelai paling banyak disukai pada yoghurt susu kedelai D1 (30%) dengan nilai rata-rata kesukaan sebesar 3,68 dan yang paling sedikit disukai yaitu yoghurt susu kedelai K2 (20%) dengan nilai rata-rata kesukaan sebesar 2,68. Menurut penelitian oleh Shafa noer, bahwa pada daging buah jeruk bali mengandung banyak senyawa gula, sehingga menimbulkan rasa manis pada daging buah jeruk bali [28]. Daging buah jeruk bali mengandung tinggi senyawa flavonoid, dimana turunannya yaitu senyawa naringin menghasilkan rasa getir pada daging buah jeruk bali. Tetapi, selama masa penyimpanan, pematangan buah meningkatkan jumlah gula sederhana, dimana hal ini memberikan rasa manis sehingga mengurangi senyawa-senyawa fenolik yang memberikan rasa getir dan masam [31]. Hal ini mengakibatkan semakin banyaknya penambahan ekstrak daging jeruk bali akan meningkatkan rasa yang baik pada produk yoghurt susu kedelai. Berbeda dengan senyawa yang ada pada kulit buah jeruk bali, adanya senyawa tanin dan banyaknya naringin pada kulit buah jeruk bali mengakibatkan munculnya rasa pahit pada kulit buah jeruk bali [10]. Hal ini mengakibatkan semakin banyaknya penambahan ekstrak kulit buah jeruk bali akan memekatkan rasa pahit pada produk yoghurt susu kedelai.

Keberterimaan organoleptik yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, berdasarkan diagram pada gambar 6, pada uji warna didapatkan skor tertinggi pada yoghurt D1 yaitu yoghurt dengan penambahan 30% ekstrak daging buah jeruk bali. Lalu pada uji bau, didapatkan skor tertinggi pada yoghurt K1 yaitu yoghurt dengan penambahan 30% ekstrak kulit buah jeruk bali. Sedangkan pada uji rasa, didapatkan skor tertinggi pada yoghurt D1 yaitu yoghurt dengan penambahan 30% ekstrak daging buah jeruk bali.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji fisikokimia menunjukkan yoghurt susu kedelai dengan penambahan 30% ekstrak daging buah jeruk bali, yaitu D1 didapatkan nilai pH 4,4; persen total bakteri asam laktat 0,74%. Sedangkan yoghurt susu kedelai dengan penambahan 30% ekstrak kulit buah jeruk bali, yaitu K1 didapatkan nilai pH 4,5; persen total bakteri asam laktat 0,5%.
2. Hasil uji fitokimia menunjukkan pada yoghurt susu kedelai dengan penambahan 30% ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, yaitu D1 dan K1, mengandung senyawa flavonoid dan tanin.
3. Hasil uji aktivitas antioksidan tertinggi yaitu pada yoghurt susu kedelai D1 (30%) yaitu sebesar 90,84%, sedangkan yoghurt susu kedelai K1 (30%) yaitu sebesar 90,47%.
4. Keberterimaan organoleptik yoghurt susu kedelai terfortifikasi ekstrak daging dan kulit buah jeruk bali, pada atribut warna didapatkan skor tertinggi pada yoghurt D1. Pada atribut bau, didapatkan skor tertinggi pada yoghurt K1. Sedangkan pada atribut rasa, didapatkan skor tertinggi pada yoghurt D1.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P.H. Pradeep Prasanna, dan D. Charalampopoulos, "Encapsulation in An Alginate-Goats' Milk-Inulin Matrix Improves Survival of Probiotic Bifidobacterium in Simulated Gastrointestinal Conditions and Goats' Milk Yoghurt", *International Journal of Dairy Technology*, vol. 72, no. 1, 132-141, 2019.
- [2] C.S. Ranadheera, C.A. Evans, M.C. Adams, dan S.K. Baines, "In Vitro Analysis of Gastrointestinal Tolerance and Intestinal Cell Adhesion of Probiotics in Goat's Milk Ice Cream and Yogurt", *Food Research International*, vol. 49, no. 2, 619-625, 2012.
- [3] N.M. Labiba, A.Q. Marjan, dan N. Nasrullah, "Pengembangan Soyghurt (Yoghurt Susu Kacang Kedelai) Sebagai Minuman Probiotik Tinggi Isoflavon", *Amerta Nutrition*, vol. 4, no. 3, 244-249, 2020.
- [4] A. Kennas, H. Amellal-Chibane, F. Kessal, dan F. Halladj, "Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder", *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 19, no 1, 99-108, 2020.
- [5] B. Sultana, F. Anwar, M. Ashraf, dan N. Saari, "Effect of drying techniques on the total phenolic contents and antioxidant activity of selected fruits", *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 6, no. 1, 2012.
- [6] A.K. Gupta, S. Dhua, P.P. Sahu, G. Abate, P. Mishra, dan A. Mastinu, "Variation in Phytochemical, Antioxidant and Volatile Composition of Pomelo Fruit (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) during Seasonal Growth and Development", *Plants*, vol. 10, no. 9, 2021.
- [7] NF Abd Rahman, R. Shamsudin, A. Ismail, N.N.A.K Shah, dan J. Varith, "Effects of drying methods on total phenolic contents and antioxidant capacity of the pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) peels", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 50, 217-225, 2018.
- [8] X. Tian, Yi. Liu, X. Feng, A.A. Khaskheli, Y. Xiang, dan W. Huang "The effects of alcohol fermentation on the extraction of antioxidant compounds and flavonoids of pomelo peel", *LWT - Food Science and Technology*, vol. 89, 763-769, 2018.
- [9] S. Suryanita, A. Aliyah, Y.Y. Djibir, E Wahyudin, L. Rahman, dan R. Yulianty, "Identifikasi senyawa kimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit jeruk bali (*Citrus maxima* Merr.)", *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, vol. 23, no. 1, 16-20, 2019.
- [10] G.S. Pongoh, H. Hariyadi, W. Maarisit, dan Y. Tapehe, "Uji Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Jeruk Bali Citrus maxima Sebagai Antidiare Pada Tikus Putih Jantan *Rattus norvegicus*", *Jurnal Biofarmasetikal Tropis*, vol. 2020, 39-45, 2019.
- [11] A. Gouda, M. Hamed, dan K.B.M., "Osman Functional properties of yoghurt fortified with fruits pulp", *Ismailia Journal of Dairy Science & Technology*, vol. 7, no. 1, 1-9, 2020.
- [12] J.M.W. Wibawanti, Z. Zulfanita, dan D. Runanto, "The Antioxidant activity of yogurt drink by mangosteen rind extract (*Garcinia mangostana* L.)", *Journal of Applied Food Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 15-18, 2019.
- [13] Z. Zackiyah, G. Dwiyantri, dan F.M.T. Supriyanti, "Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L) Sebagai Sumber Antioksidan Pada Produksi Minuman Fungsional Yoghurt", *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IX, Fakultas Sains dan Matematika UKSW Salatiga*, vol. 5, no. 1, 542-549, 2014.
- [14] S.N. Permadi, A.M. Legowo, Y.B. Pramono, dan A.N. Al-Baarri, "Perubahan kadar keasaman, intensitas aroma, dan kesukaan yogurt drink setelah fortifikasi ekstrak salak", *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 6, no. 1, 46-50, 2013.
- [15] N. Makhfud dan A. Amelia, "The antioxidant activity and stability of yogurt fortified with rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) calyx extract", *Pharmaciana*, vol. 10, no. 3, 365-370, 2020.
- [16] I. Ścibisz, M. Ziarno, dan M. Mitek, "Color stability of fruit yogurt during storage", *Journal of Food Science and Technology*, vol. 56, no. 4, 1997-2009, 2019.
- [17] R. Yenrina, *Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif*. Padang: Andalas University Press, 2015

- [18] M.N. Fauzi dan J. Santoso, "Uji Kualitatif dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Buah Maja (*Aegle Marmelos* (L.) Correa) dengan Metode DPPH", *Jurnal Riset Farmasi*, vol. 1, no. 1, 1-8, 2021.
- [19] S. Yuningtyas, E. Masaenah, dan M. Telaumbanua, "Aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar vitamin c dari kombucha daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.)" *Jurnal Farmamedika*, vol. 6, no. 1, 10-14.
- [20] *Badan Standardisasi Nasional*. (2009).
- [21] S.S. Yuwono dan T. Susanto, "Effect of Water:Bean Ratio during Extraction Process on Solid, Protein, and Calcium Extractability and on Ratio of 7S/11S Protein Fraction", *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 2, 71-77, 2006.
- [22] M. Aznury, Z. Zaman, A. Zikri, dan P. Panzurli, "Penguji organoleptik produk yogurt dengan penambahan variasi konsentrasi daun kelor (*Moringa oleifera*)", *Jurnal Fluida*, vol. 12, no. 1, 15-20, 2019.
- [23] I. Istiqomah, I. Taruna, dan S. Sutarsi, "Studi Kualitas Susu Kedelai Dari Beragam Varietas Biji Kedelai Dan Kondisi Pengolahan", *SRA-Agriculture and Agricultural Technology*, 2015.
- [24] A. Muawanah, "Pengaruh Lama Inkubasi dan Variasi Jenis Starter Terhadap Kadar Gula, Asam Laktat, Total Asam, dan pH Yoghurt Susu Kedelai", *Jurnal Valensi*, vol. 1, no. 1, 1-6, 2016.
- [25] C. Budimarwanti, "Komposisi dan Nutrisi pada Susu Kedelai", Jurusan Pendidikan Kimia UNY, 2017.
- [26] P. Prayitno, "The Content of Lactic Acid and Lactose of Yoghurt Fermented with Different Number and Percentage Starter Bacteria", *Animal Production*, vol. 8, no. 2, 131-136, 2006.
- [27] F.P. Pamiarti, N. Nurwantoro, dan Y.P. Budi, "Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Asam Laktat, Dan Warna Yogurt Drink Dengan Penambahan Ekstrak Bit (*Beta Vulgaris* L.)", *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, vol. 5, no. 4, 2016
- [28] S. Noer, R.D. Pratiwi, dan E. Gresinta, "Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin) Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta Angustifolia* L.)", *Eksakta: Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, vol 18, 19-29, 2019.
- [29] E. Al Ridho, "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum (*Cayratia Trifolia*) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)", *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, vol. 1, no. 1, 1-13, 2014.
- [30] E. Effendy, *Perspektif Baru Kimia Koordinasi Jilid I*. Malang: Banyu Media Publishing, 2007.
- [31] S. Susanto, M.R. Ginting, K.N. Tyas, dan A. Rahayu, "Change of fruit quality of 11 pummelo cultivars during storage", *Agronomy and Horticulture*, 2010.
- [32] S. Winarti, *Makanan Fungsional. Edisi Pertama*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [33] K. Mäkyne, S. Jitsaardkul, P. Tachasamran, N. Sakai, S. Puranachoti, N. Nirojsinlapachai, V. Chattapat, N. Caengprasath, S. Ngamukote, dan S. Adisakwattana, "Cultivar variations in antioxidant and antihyperlipidemic properties of pomelo pulp (*Citrus grandis* [L.] Osbeck) in Thailand", *Food Chemistry*, vol. 39, 2013.
- [34] M. Tahir, A.T. Kusuma, dan E. Ekawati, "Analysis of Lycopene and Vitamin C Levels of Pomelo Citrus Fruit (*Citrus maxima* (Burm) Merr) Red n White Varieties from South Sulawesi", *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [35] K. Sayuti dan R. Yenrina, *Antioksidan Alami Dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press, 2015
- [36] M.K. Rafsanjani dan W.R.P. Dwi "Karakterisasi Ekstrak Kulit Jeruk Bali Menggunakan Metode Ultrasonic Bath (Kajian Perbedaan Pelarut dan Lama Ekstraksi)", *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, vol. 3, no. 4, 1437-1480, 2015.