

**PENGARUH SUBSTITUSI RAW CANE SUGAR TERHADAP KADAR
TOTAL FENOLIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA SELAI
BUAH KAWISTA (*Limonia acidissima* L.)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Gizi dalam Ilmu Gizi**



**AFIFAH SRI NURAINI
1907026080**

**PROGRAM STUDI GIZI
FAKULTAS PSIKOLOGI KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN
PROGRAM STUDI GIZI**

Jalan Prof. Dr. Hamka Km. 1 Kampus III Ngaliyan Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Substitusi *Raw Cane Sugar* Terhadap Kadar Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Selai Buah Kawista (*Limonia acidissima* L.)

Nama : Afifah Sri Nuraini

NIM : 1907026080

Program Studi : Gizi

Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Gizi.

Semarang, Desember 2023

DEWAN PENGUJI

Dosen Penguji I

Angga Hardiansyah, S. Gz., M. Si

NIP. 198903232019031012

Dosen Penguji II

Fitria Susilowati, M. Sc

NIP. 199004192018012002

Dosen Pembimbing I

Dr. Dina Sugiyanti, M. Si

NIP. 198408292011012005

Dosen Pembimbing II

Ratih Rizqi Nirwana, S. Si., M. Pd

NIP. 198104142005012003

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afifah Sri Nuraini

NIM : 1907026080

Program Studi : Gizi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Pengaruh Substitusi *Raw Cane Sugar* Terhadap Kadar Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Selai Buah Kawista (*Limonia acidissima L.*)

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk oleh sumbernya.

Semarang, Desember 2023

Pembuat Pernyataan,



Afifah Sri Nuraini

NIM. 1907026080

NOTA PEMBIMBING

Semarang,

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Substitusi *Raw Cane Sugar* Terhadap Kadar Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Selai Buah Kawista (*Limonia acidissima L.*)

Nama : Afifah Sri Nuraini

NIM : 1907026080

Program Studi : Gizi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing I,



Dr. Dina Sugiyanti, M. Si
NIP. 198408292011012005

NOTA PEMBIMBING

Semarang,

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Substitusi *Raw Cane Sugar* Terhadap Kadar Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan pada Selai Buah Kawista (*Limonia acidissima L.*)

Nama : Afifah Sri Nuraini

NIM : 1907026080

Program Studi : Gizi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing II,



Ratih Rizqi Nirwana, M. Pd
NIP. 198104141005012003

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur atas segala rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang merupakan tugas dan syarat wajib yang harus dipenuhi guna memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, pengarahan, bimbingan, dan bantuan yang sangat berarti sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan yang baik ini dengan segala kerendahan hati, ketulusan hati, dan rasa hormat penulis haturkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M. Ag., selaku Plt. Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Syamsul Ma'arif, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Dr. Dina Sugiyanti, M. Si., selaku ketua program studi Gizi dan dosen pembimbing I yang telah membimbing penulis, bersedia memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dwi Hartanti, S. Gz., M. Gizi., selaku Sekretaris Jurusan Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
5. Ibu Farohatus Sholichah, S. KM, M. Gizi., selaku dosen wali penulis yang telah memberikan dukungan, semangat, arahan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan ini.
6. Ibu Ratih Rizqi Nirwana, S. Si., M. Pd., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis, bersedia memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Angga Hardiansyah, S. Gz., M. Si., selaku penguji I yang bersedia memberikan masukan dan arahan untuk menyempurnakan skripsi ini.
8. Ibu Fitria Susilowati, S. Pd., M. Sc., selaku penguji II yang bersedia memberikan masukan dan arahan untuk menyempurnakan skripsi ini.

9. Segenap dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang khususnya Jurusan Gizi yang telah membantu memberikan arahan untuk kelengkapan berkas skripsi.
10. Orang tua tercinta Ibu Lilis Indriwati dan Bapak Sujadi Supto Putro yang senantiasa mendoakan dengan setulus hati, memberikan semangat, dukungan, dan motivasi tiada henti sehingga penulis dapat memberikan hasil yang terbaik. Sehat selalu bapak dan ibuku semoga kalian selalu bahagia dan dilimpahkan keberhakaan.
11. Adik Agung, Mbak tyas, Mas Kukuh, dan kedua ponakanku tercinta Kakak Farrel dan Adek Ghasaan yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang luar sehingga penulis dapat kembali bersemangat.
12. Temanku tercinta Atika Puji Astuti yang selalu meluangkan waktu, mendengarkan segala hal, teman sekamar satu tahun terakhir, memberikan dukungan dan pembelajaran hidup.
13. Mas yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan menyalurkan afirmasi positif untukku setiap harinya sehingga aku bisa terus tumbuh sampai saat ini.
14. Teman satu tim kawista yaitu Sabrina dan Devi yang memberikan ide, masukan, bantuan, dan saling memotivasi satu sama lain sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
15. Temanku Salma Afifah yang bersedia menjadi asisten dengan meluangkan waktu dan menemani selama pengambilan data di laboratorium.
16. Teman-teman Nusa Indah Pride yang selalu memberikan motivasi, dorongan, dukungan, dan menemani terus menerus.
17. Teman satu perjuangan yang sedang berjuang menyelesaikan skripsi, sedang mempersiapkan studi lanjut, dan sedang mencari pekerjaan semangat ya semoga selalu dilancarkan dan dimudahkan segala urusannya.

Tiada kata yang bisa menggambarkan selain ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT selalu melindungi dan melipatgandakan kebaikan yang mereka berikan. Aamiin Ya Rabb.

Semarang, 30 Oktober 2023

Afifah Sri Nuraini

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta, Ibu Lilis dan Bapak Sapto serta adik, kakak, dan ponakan tersayang, Agung, Listya, Farrel, dan Ghassan yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan pengorbanan selama oebylus menyelesaikan studi dan skripsi. Persembahkan juga untuk teman-teman seperjuangan, Mahasiswa Gizi angkatan 2019 serta Prodi Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.

MOTTO HIDUP

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS al-Baqarah [2]:286)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
NOTA PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	vi
PERSEMBAHAN.....	viii
MOTTO HIDUP	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	14
BAB I PENDAHULUAN.....	16
A. Latar Belakang.....	16
B. Rumusan Masalah	18
C. Tujuan Penelitian.....	19
D. Manfaat Penelitian.....	19
E. Keaslian Penelitian.....	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	21
A. Landasan Teori	21
1. Kawista (<i>Limonia acidissima</i> L.	21
2. <i>Raw Cane Sugar</i>	27
3. Gula Pasir	30
4. Selai	32
5. Radikal Bebas	39
6. Antioksidan	41
7. Senyawa Fenolik	47
8. Spektrofotometer UV-Vis	50
B. Kerangka Teori.....	51
C. Kerangka Konsep.....	52
D. Hipotesis.....	53
BAB III METODE PENELITIAN	54
A. Desain Penelitian.....	54
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	55
C. Variabel dan Definisi Operasional	55
1. Variabel Bebas	55
2. Variabel Terikat	56
3. Definisi Operasional	56
D. Prosedur Penelitian.....	57
1. Proses Pembuatan Sampel Selai Buah Kawista dengan Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>	57
2. Proses Pembuatan Ekstraksi Sampel Selai Buah Kawista	59
3. Analisis Kadar Total Fenolik Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	60
4. Analisis Kadar Antioksidan Metode DPPH.....	63
E. Teknik Pengolahan Data	66

1. Jenis Data	66
2. Instrumen Penelitian	66
F. Teknik Analisis Data.....	66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	68
1. Hasil Produk Selai Kawista Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>	68
2. Preparasi Sampel.....	71
3. Uji Total Fenolik.....	72
4. Uji Aktivitas Antioksidan	77
5. Senyawa Fenolik sebagai Antioksidan	84
BAB V PENUTUP	86
A. Kesimpulan.....	86
B. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terkait	19
Tabel 2. Kandungan Gizi dalam 100 gram Kawista Segar	24
Tabel 3. Kandungan Zat Gizi Raw Cane Sugar dalam 100 gram	29
Tabel 4. Syarat Mutu Selai Menurut SNI-3746-2008.....	36
Tabel 5. Tingkat Kekuatan Antioksidan dengan Metode DPPH	47
Tabel 6. Warna pada Spektrofotometri Visibel.....	51
Tabel 7. Rancangan Percobaan Penelitian	55
Tabel 8. Definisi Operasional	56
Tabel 9. Alat Pembuatan Selai Kawista.....	57
Tabel 10. Spesifikasi Bahan.....	58
Tabel 11. Formulasi Bahan Pembuatan Selai Kawista	58
Tabel 12. Rerata Hasil Absorbansi Larutan Standar Asam Galat.....	74
Tabel 13. Rerata Hasil Absorbansi Ekstrak Sampel	75
Tabel 14. Hasil Kadar Total Fenolik Sampel.....	76
Tabel 15. Hasil Rata-Rata Persentase Nilai Inhibisi Selai Kawista Substitusi Raw Cane Sugar	80
Tabel 16. Hasil Nilai IC ₅₀ Selai Kawista Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>	81
Tabel 17. Hasil Rata-Rata Persentase Nilai Inhibisi Vitamin C	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Kawista (Dokumentasi Pribadi).....	21
Gambar 2. Raw Cane Sugar (Dokumentasi Pribadi)	27
Gambar 3. Struktur kimia sukrosa (gula meja)	33
Gambar 4. Struktur Kimia Pektin.....	34
Gambar 5. Struktur Kimia Asam Sitrat.....	35
Gambar 6. Kerangka Teori Penelitian.....	52
Gambar 7. Kerangka Konsep Penelitian	52
Gambar 8. Proses Pembuatan Selai Kawista Substitusi Raw Cane Sugar.....	59
Gambar 9. Selai Buah Kawista (Dokumentasi Pribadi).....	70
Gambar 10. Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen Folin-Ciocalteu.....	73
Gambar 11. Kurva Kalibrasi Asam Galat	75
Gambar 12. Diagram kadar total fenolik pada sampel uji	76
Gambar 13. Reaksi DPPH dengan Senyawa Antioksidan	78
Gambar 14. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F0.....	80
Gambar 15. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F1	80
Gambar 16. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F2.....	81
Gambar 17. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F3.....	81
Gambar 18. Diagram Nilai Aktivitas Antioksidan Sampel Uji	82
Gambar 20. Kurva Regresi Linear Pembandingan Vitamin C	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis HACCP Produk Selai Buah Kawista Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>	97
Lampiran 2. Perhitungan Uji Kadar Total Fenolik	107
Lampiran 3. Perhitungan Total Fenolik	109
Lampiran 4. Hasil Analisis Data Uji Total Fenolik Menggunakan SPSS	111
Lampiran 5. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel	113
Lampiran 6. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Perbandingan Vitamin C	125
Lampiran 7. Hasil Data Aktivitas Antioksidan	127
Lampiran 8. Hasil Analisis Data Aktivitas Antioksidan Menggunakan SPSS ...	135
Lampiran 9. Surat Izin Penelitian Laboratorium Saintek Terpadu	137
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian	138
Lampiran 11. Riwayat Hidup	144

INTISARI

Raw cane sugar berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan karena mengandung fitokimia yang memiliki aktivitas antioksidan dibandingkan dengan gula rafinasi. Penggunaan *raw cane sugar* dalam jumlah yang tepat menjadi ide yang menarik untuk meningkatkan kandungan zat gizi dan dapat berkontribusi terhadap pengembangan makanan yang lebih sehat. Selai merupakan produk makanan yang menggunakan gula dan buah sebagai bahan utamanya. Adanya substitusi *raw cane sugar* pada pembuatannya menjadi salah satu inovasi selai yang lebih sehat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan pada selai buah kawista. Desain penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan substitusi *raw cane sugar* sebanyak empat taraf perlakuan yang masing-masing pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Perlakuan yang dimaksud adalah kombinasi antara gula pasir dan *raw cane sugar* pada perbandingan F0 (100% gula pasir), F1 (75% gula pasir dan 25% *raw cane sugar*), F2 (50% gula pasir dan 50% *raw cane sugar*) dan F3 (25% gula pasir dan 75% *raw cane sugar*). Parameter yang diamati yaitu kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan selai buah kawista. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi *gula tebu mentah* pada setiap formula selai buah kawista memberikan pengaruh nyata terhadap kadar total fenolik ($p\text{-value} = 0,000$) dan aktivitas antioksidan ($p\text{-value} = 0,000$).

Kata Kunci: Kawista, *Limonia acidissima L.*, *raw cane sugar*, aktivitas antioksidan, fenolik

ABSTRACT

Raw cane sugar has the potential to provide health benefits because it contains phytochemicals that have antioxidant activity compared to refined sugar. Using raw cane sugar in appropriate amounts is an attractive idea to increase nutritional content and can contribute to the development of healthier foods. Jam is a food product that uses sugar and fruit as the main ingredients. The substitution of raw cane sugar in its manufacture is one of the healthier jam innovations. The aim of this research was to determine the effect of raw cane sugar substitution on total phenolic content and antioxidant activity in kawista fruit jam. The design of this research was a Completely Randomized Design (CRD) with raw cane sugar substitution at four treatment levels, each of which was repeated 3 times. The treatment in question is a combination of granulated sugar and raw cane sugar in the ratio F0 (100% granulated sugar), F1 (75% granulated sugar and 25% raw cane sugar), F2 (50% granulated sugar and 50% raw cane sugar), and F3 (25% granulated sugar and 75% raw cane sugar). The parameters observed were total phenolic content and antioxidant activity of kawista fruit jam. The results showed that the substitution of raw cane sugar in each kawista fruit jam formula had a significant effect on total phenolic content (p -value = 0.000) and antioxidant activity (p -value = 0.000).

Keywords: Kawista, Limonia acidissima L., raw cane sugar, antioxidant activity, phenolics

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gula merupakan karbohidrat sederhana yang digunakan sebagai sumber energi utama. Gula banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari sebagai pemanis dan penyeimbang rasa pada makanan dan minuman. Bahkan saat ini gula pasir menjadi salah satu dari sembilan bahan pokok yang diwajibkan di Indonesia karena gula sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia dan sulit tergantikan. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan (2021) mengatakan bahwa gula putih merupakan salah satu kebutuhan dasar masyarakat Indonesia sebagai sumber kalori yang relatif ekonomis (Ditjenbun, 2021). Berdasarkan data grafik konsumsi gula nasional pada tahun 2016-2020, konsumsi gula masyarakat Indonesia terus mengalami kenaikan tiap tahunnya (Sutanto & Muljaningsih, 2022).

Gula pasir merupakan jenis gula yang paling banyak ditemukan di pasaran. Gula pasir berbentuk butiran kristal, memiliki kalori yang tinggi, namun tidak memiliki gizi yang cukup baik. Hal ini dikarenakan gula pasir diperoleh dari tanaman tebu yang selama diproses sehingga menghilangkan zat gizi yang ada di dalamnya. Konsumsi makanan yang mengandung gula berlebih dalam jangka waktu lama dapat meningkatkan berbagai risiko kesehatan seperti obesitas. Penelitian menyebutkan bahwa tingginya asupan gula sederhana berisiko 5,7 kali terhadap terjadinya obesitas (Fatmawati, 2019). Oleh karena itu sebaiknya mengurangi konsumsi gula atau memilih alternatif pemanis yang lebih sehat.

Salah satu jenis gula yang banyak diminati karena kandungan zat gizinya yaitu gula tebu mentah (*raw cane sugar*). *Raw cane sugar* merupakan turunan tebu yang tidak dimurnikan atau sering disebut dengan jus tebu yang dipadatkan. Gula yang tidak dimurnikan dikenal sebagai gula obat yang digunakan untuk formulasi pengobatan karena kaya akan zat gizi dan fungsional (Hirpara *et al.*, 2020). Secara alami, komponen bioaktif banyak ditemukan pada

tebu seperti asam fenolik, flavonoid, serta alkohol rantai panjang yang dikenal sebagai policosanol (Asikin *et al.*, 2012). Produk *raw cane sugar* juga mengandung 20 jenis asam amino dan memiliki rasa dan aroma yang unik (Weerawatanakorn *et al.*, 2016). Tanaman tebu dikenal sebagai sumber flavonoid sehingga dapat digunakan dalam pangan fungsional (Abbas *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian diketahui bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol tebu hijau menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 72,65 ppm yakni tergolong antioksidan kuat, sementara kadar flavonoid total pada tebu hijau sebanyak 175,87±0,70% b/b ekuivalen kuersetin (Priyanto & Islamiyati, 2018). Penggunaan *raw cane sugar* berkontribusi dalam meningkatkan nilai gizi makanan sehingga mendukung pola konsumsi makan yang lebih sehat (Cervera-Chiner *et al.*, 2021).

Kawista (*Limonia acidissima L.*) merupakan tanaman yang masuk dalam suku *Rutaceae* (suku jeruk-jerukan) dan memiliki rasa masam, sepat, dan memiliki bau yang khas. Di Indonesia, tanaman kawista tumbuh secara alami di daerah pesisir utara Jawa, khususnya wilayah Rembang, Jawa Tengah (Pradana, 2017). Menurut data Badan Pusat Statistik khususnya di Kabupaten Rembang, luas panen dan produksi buah kawista yakni 17.988 pohon dan 8963 kuintal dengan produktivitas 49.83 kg/pohon (BPS, 2016). Tanaman kawista tergolong tanaman endemik di Indonesia namun kalah populer dengan komoditi pertanian lain. Bahkan saat musim panen, kawista relatif banyak terbuang dan pemanfaatannya masih sangat terbatas (Nurhikmah *et al.*, 2019).

Di sisi lain, kawista dikenal sebagai tanaman obat kuno bangsa Romawi dan Yunani pada masanya. Penelitian menyatakan bahwa kawista merupakan salah satu sumber antioksidan alami karena dapat membuang radikal bebas dari berbagai senyawa fitokimia (Ninthya, 2010). Penelitian Darsini (2013) menyatakan ekstrak buah kawista mengandung fenolik dan flavonoid yang tinggi dalam metanol yakni 22±0.52 GAE/g sampel berat kering sehingga antioksidan alami yang kuat pada buah kawista berpotensi dalam pengembangan pangan fungsional dan bahan baku obat-obatan (Darsini *et al.*, 2013). Analisis kandungan antioksidan pada kawista tergolong kuat yakni

sebesar 78,99 μM dari berat kering sampel (Sonawane & Arya, 2013). Tak hanya itu, penelitian lain menyebutkan bahwa hasil analisis kandungan antioksidan pada minuman sari buah kawista termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan yang kuat yaitu 66,99 mg/L (Hasnita *et al.*, 2022). Kedua penelitian tersebut menandakan bahwa kawista memiliki aktivitas antioksidan kuat karena masuk dalam rentang golongan aktivitas antioksidan antara 50 – 100 mg/L (Suratmo, 2008). Beberapa literatur menunjukkan bahwa aktivitas pemulungan radikal bebas bergantung pada susunan struktural senyawa fenolik. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan berkaitan dengan kandungan fenolik pada sampel. Semakin besar kandungan total fenolik maka aktivitas antioksidannya meningkat (Lushaini *et al.*, 2015).

Selai merupakan salah satu pengolahan makanan dengan mencampurkan bahan utama buah dan gula hingga teksturnya mengental. Pengolahan ini bertujuan untuk mengawetkan buah-buahan dan memudahkan untuk dikonsumsi secara praktis. Buah-buahan yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan selai yakni buah yang memiliki kandungan pektin tinggi karena berperan penting dalam keberhasilan hasil akhir dari pembuatan selai. Selain itu, buah yang digunakan sebaiknya memiliki karakteristik yang khas dan memiliki rasa masam. Berdasarkan pemaparan berbagai informasi di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan pemanfaatan buah kawista menjadi produk olahan pangan berupa selai dan dibuat dengan menggunakan dua jenis gula yang berbeda yaitu gula pasir dan *raw cane sugar*. Produk selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* tersebut akan dianalisis kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan pada setiap formulasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap kadar total fenolik pada selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*)?
2. Bagaimana pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap aktivitas antioksidan pada selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*)?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh substitusi *raw cane sugar* kadar total fenolik pada selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*).
2. Mengetahui pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap aktivitas antioksidan pada selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*).

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil dari penelitian yang akan dilakukan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Bagi Peneliti
 - a. Berkontribusi secara ilmiah untuk studi inovasi makanan yaitu pembuatan selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*) dengan substitusi *raw cane sugar*.
 - b. Memberikan informasi terkait zat gizi berupa kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan dalam selai buah kawista (*Limonia acidissima L.*) dengan substitusi *raw cane sugar*.

2. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi mengenai pemanfaatan buah kawista sebagai bahan pembuatan selai modifikasi dengan substitusi *raw cane sugar*.

E. Keaslian Penelitian

Terdapat beberapa hasil penelitian yang dijadikan literatur sesuai dengan latar belakang yang telah disajikan. Pada Tabel 1 berikut memberikan referensi keaslian penelitian yang berisi hasil pengujian dan penelitian sebelumnya:

Tabel 1. Penelitian Terkait

No	Nama Peneliti, Judul, dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil
1.	L. Cervera-Chiner, C. Barrera, N. Betoret, L. Segui, <i>Impact of Sugar Replacement by Non-centrifugal Sugar on Physicochemical, Antioxidant, and Sensory Properties of</i>	Penelitian eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL). Persentase formula yang ditambahkan mulai dari 0% sampai 75% yang terdiri dari	Adanya pergantian gula pasir dengan <i>jaggery</i> terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan baik pada buah stroberi maupun buah kiwi pada formulasi intermediet. Meskipun demikian, formulasi intermediet menyebabkan

	<i>Strawberry and Kiwi fruit Functional Jams</i> , 2021	gula pasir dan <i>jaggery</i> . Analisis dilakukan 3x menggunakan selai yang dibuat 24 jam sebelumnya. Perhitungan mikroba juga dilakukan setelah 1-3bulan penyimpanan	perubahan fisikokimia dan sensori. Namun, para panelis lebih menyukai formulasi medium. Oleh karenanya diperlukan formulasi baru sehingga didapatkan selai kaya antioksidan dan diterima oleh panelis.
2.	Neni Gunarti, Uji Pendahuluan dan Karakterisasi Buah Kawista (<i>Limonia acidissima</i>) Khas Karawang, 2017	Penelitian eksperimental dengan menggunakan 2 sampel yakni simplisia dan ekstrak buah kawista dari Karawang	Simplisia buah kawista mengandung senyawa flavonoid, triterpenoid, monoterpeneoid, alkaloid, steroid polifenolik, dan triterpenoid.
3.	Hasnita, Mauli, Safrizal, dan Ratna, Pengolahan Minuman Sari Buah Kawista (<i>Limonia acidissima</i> L) sebagai Minuman Kesehatan, 2022	Desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan faktor konsentrasi buah sebanyak empat taraf perlakuan yaitu 100 mL, 200 mL, 300 mL, dan 400 mL dengan pengulangan sebanyak 3 kali	Kombinasi campuran ekstrak buah kawista sebanyak 200 ml dengan 1000 ml air memiliki kandungan vitamin C yang tinggi yaitu 28,43 mg/100ml dan aktivitas antioksidan yang kuat yakni 66, 99 mg/L
4.	Linggawati Utomo, Adrianus Rulianto Kuswardani, Indah, Pengaruh Penggunaan CMC (<i>Carboxymethyl Cellulose</i>) Sebagai Gelling Agent Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Selai Kawis (<i>Limonia acidissima</i>), 2020	Penelitian ini menggunakan metode Rancang Acak Kelompok (RAK)	Semakin tinggi penggunaan konsentrasi CMC yang semakin tinggi menyebabkan daya oles, tingkat sineresis dan kadar air cenderung menurun, sedangkan nilai viskositas cenderung meningkat serta penambahan CMC 1% adalah perlakuan yang paling disukai

Penelitian ini merupakan penelitian asli dan belum pernah dilakukan sebelumnya karena judul dan pokok permasalahan yang diajukan berbeda. Perbedaan penelitian ini adalah terletak pada variabel terikat dan sampel penelitian. Variabel terikat yang digunakan adalah analisis kadar fenolik dan uji aktivitas antioksidan, sedangkan sampel yang diteliti adalah selai buah kawista dengan substitusi *raw cane sugar* dengan empat perlakuan, tiga batch dengan masing-masing tiga kali ulangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kawista (*Limonia acidissima* L.)

a. Klasifikasi Tanaman

Kawista (*Limonia acidissima* L.) seperti terlihat pada Gambar 1 merupakan tumbuhan yang termasuk dalam suku jeruk-jerukan (*Rutaceae*).



Gambar 1. Buah Kawista (Dokumentasi Pribadi)

Klasifikasi ilmiah dari kawista (*Limonia acidissima* L.) menurut Vijayvergiya (2014) sebagai berikut:

- Kerajaan : Plantae
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Sub Kelas : Rosidae
- Ordo : Sapindales
- Famili : *Rutaceae*
- Genus : *Limonia* L.
- Spesies : *Limonia acidissima* L, *Feronia limonia* (L.),
Schinus limonia L.

b. Daerah Asal dan Penyebaran Kawista

Kawista, juga dikenal sebagai apel kayu, merupakan tanaman musiman yang awalnya hanya tumbuh di Sri Lanka dan India. Tanaman ini mudah ditemukan di seluruh wilayah India khususnya dengan lahan yang kering dan cuaca yang ekstrim. Tanaman kawista dapat hidup di kawasan dengan iklim tropis seperti India, Sri Lanka, Myanmar, Malaysia, dan Indonesia. Persebaran tanaman kawista terus terjadi hingga kini sampai ke Asia Tenggara dan Jawa. Di Indonesia sendiri, tanaman kawista mudah dijumpai di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Tanaman ini mudah beradaptasi dengan wilayah yang kering dan berpasir sehingga banyak tumbuh di daerah pantai. Persebaran yang mulai luas menyebabkan tanaman kawista memiliki beberapa sebutan yang berbeda di berbagai daerah di seluruh dunia seperti dalam bahasa Belanda disebut *olifant appel*, dalam bahasa Inggris disebut *wood apple*, di Sunda disebut kawista, di Jawa disebut kawis, kawista, dan kinea, sedangkan di Madura dikenal dengan nama bila, kabista, karabista (Pradana, 2017).

Sebenarnya, buah kawista dapat dikonsumsi secara langsung, namun masyarakat lebih memilih untuk diolah menjadi berbagai makanan yang mudah dikonsumsi seperti sirup dan dodol. Di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah mulai dikembangkan menjadi sirup buah kawista. Bahkan, sirup dari buah kawista sering disebut dengan "Cola Van Java" karena rasanya yang mirip dengan cola. Sementara di Aceh, kawista dikenal dengan nama batok yang biasa digunakan sebagai bahan tambahan atau campuran bumbu rujak Aceh (Pradana, 2017).

c. Deskripsi Kawista

Tanaman kawista tumbuh secara alami di halaman rumah atau pekarangan yang tidak terpakai. Pohon buah kawista tumbuh tegak dengan tinggi mencapai 12 – 15 meter. Batangnya berduri, tegak, dan berwarna putih kusam. Tanaman ini memiliki daun majemuk berwarna

hijau, berbentuk lonjong dengan ujung yang runcing, pangkal runcing, tepi rata, berukuran 5 – 6 cm, dan lebar 3 – 4 cm. Bunganya tersusun dalam bentuk tandan dan berwarna merah muda. Buah yang masih muda berwarna putih agak kekuningan, sementara jika sudah matang berwarna cokelat kehitaman. Buahnya besar dengan diameter hingga 10 cm, berkulit tebal, permukaan kulitnya bersisik-sisik dan berwarna putih kehijauan, serta daging buahnya harum berisi banyak biji. Biji berukuran 5 – 6 mm, memiliki keping biji yang tebal, berbulu, dan berwarna hijau. Jika buah kawista sudah matang, maka akan jatuh dengan sendirinya (Hidayat *et al.*, 2016).

Buah kawista memiliki aroma yang khas sehingga sering dikenal sebagai buah busuk. Aroma buahnya yakni seperti campuran antara fermentasi keju biru dan buah pisang yang terlalu matang. Aroma khas yang kurang familiar ini menjadikan buah kawista kurang diminati atau bahkan tidak dikenal oleh masyarakat luas.

d. Kandungan Zat Gizi Buah Kawista

Berbagai penelitian membuktikan bahwa beberapa bagian tanaman buah kawista mengandung zat gizi penting yang berperan dalam kesehatan tubuh terdapat pada Tabel 2. Selain itu, kawista atau buah kawista mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti polifenol, asam amino, vitamin, saponin, kumarin, fitosterol, dan tanin. Sementara itu, kandungan zat gizi mikro pada buah tergolong tinggi seperti kalsium, magnesium, besi, dan seng. Sementara pada daun terdapat senyawa alkaloid, minyak, lemak, dan fenol resin dengan senyawa kimia utama yakni acidissimin dan acidi siminol (Aneesha *et al.*, 2018; Vijayvargia *et al.*, 2014).

Terdapat beberapa kandungan zat gizi dalam 100 gram buah kawista segar tersedia dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kandungan Gizi dalam 100 gram Kawista Segar

Zat Gizi	Kadar Gizi
Air	71,8 g
Abu	1,4 g
Energi	120 kal
Protein	3,5 g
Lemak	2,5 g
Karbohidrat	20,8 g
Serat	4,6 g
Kalsium (Ca)	190 mg
Fosfor (P)	230 mg
Besi (Fe)	1,6 mg
Natrium (Na)	9 mg
Kalium (K)	1015,6 mg
Tembaga (Cu)	308,43 mg
Seng (Zn)	0,4 mg
Beta-Karoten	99 mcg
Thiamin (Vitamin B1)	0.07 mg
Riboflavin (Vitamin B2)	0.07 mg
Niacin	0,4 mg
Vitamin C	3 mg

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2019

Daging buah kawista segar mewakili satu per tiga seluruh bagian buah dengan kandungan pektin sebesar 3 – 5%. Kandungan zat gizi tiap 100 gram buah kawista yakni: 74 gram air, 7,5 gram karbohidrat, 8 gram protein, 1,5 gram lemak, dan 5 gram abu. Sementara buah kering mengandung sebanyak 15% asam sitrat dan beberapa kalsium, kalium, dan besi (Bhavsar *et al.*, 2022).

e. Manfaat Buah Kawista

Di berbagai negara, buah kawista memiliki karakteristik sebagai pengobatan tradisional karena memiliki berbagai senyawa berkhasiat sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku obat-obatan. Konsumsi buah kawista secara rutin dipercaya dapat mencegah berbagai penyakit seperti diabetes, maag, kanker, diare, dan tekanan darah (Parvez & Sarker, 2021). Buah kawista yang matang ataupun mentah memiliki khasiat sebagai obat.

Buah kawista dikenal sebagai buah yang mengandung antioksidan yang cukup kuat. Penelitian Darsini (2013) membuktikan bahwa ekstrak buah kawista yang matang dengan metode sokletasi memiliki antioksidan yang kuat sehingga dapat dimanfaatkan dalam pengobatan dan makanan (Darsini *et al.*, 2013). Pernyataan tersebut dibuktikan oleh penelitian mengenai hasil analisis kandungan antioksidan pada minuman sari buah kawista termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan yang kuat yaitu 66,99 mg/L (Hasnita *et al.*, 2022).

Beberapa kandungan kimia dalam buah kawista diantaranya tanin, flavonoid, saponin, terpenoid, dan glikosida yang berpotensi sebagai sumber antioksidan, antidiabetes, mengendalikan asam urat, dan penyembuhan luka (Rahmi & Rahmadewi, 2020). Pernyataan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa buah kawista yang diekstrak dengan metanol berpotensi dalam proses penyembuhan luka (Ilango & Chitra, 2010). Selain itu, buah kawista juga dapat digunakan dalam pengobatan kanker khususnya kanker payudara. Hal ini dikarenakan ekstrak buah kawista memiliki peran dalam aktivitas antiproliferatif (Pradhan *et al.*, 2012). Ekstrak dari buah kawista juga dapat mengurangi kelebihan kadar asam urat dalam darah (Veryanti & Kusuma, 2021).

Kandungan dan manfaat yang terkandung dalam tanaman tersebut menunjukkan kebesaran atas karunia yang diberikan oleh Allah Swt. seperti yang tercantum dalam QS al-Baqarah [2]:22 sebagai berikut :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً ۖ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا
لَّكُمْ ۗ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ

“(Dialah) yang menjadikan bagimu bumi (sebagai) hamparan dan langit sebagai atap, dan Dialah yang menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan (hujan) itu buah-buahan sebagai rezeki untuk kamu. Oleh karena itu, janganlah kamu mengadakan tandingan-tandingan bagi Allah, padahal kamu mengetahui.” (QS al-Baqarah [2]:22)

Menurut ayat tersebut, Allah menciptakan langit sebagai atap dan bumi sebagai hamparan, menurunkan hujan agar tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan buah. Semua yang dilakukan Allah semata-mata untuk manusia agar memperhatikan proses penciptaan tersebut sehingga manusia dapat menggunakan dan mengolah segala sesuatu yang tumbuh menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi manusia lainnya. Alam telah menyediakan berbagai jenis sumber daya untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup terutama manusia, tumbuhan, dan hewan. Ketiganya saling membutuhkan satu sama lain untuk saling melengkapi, bertahan hidup, dan menyeimbangkan ekosistem. Hal ini tergambar dalam hadits berikut:

عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ (رواه البخاري ومسلم والترمذي)

“Dari sahabat Anas ra, Rasulullah saw bersabda, ‘Tidaklah seorang muslim menanam tanaman lalu tanaman itu dimakan manusia, binatang ataupun burung melainkan tanaman itu menjadi sedekah baginya sampai kiamat’.” (HR. Bukhari, Muslim, dan At-Tirmidzi).

Makna hadits ini adalah bahwasanya orang muslim manapun yang menanam pohon atau menanam tanaman lalu salah satu makhluk hidup memakan tanaman itu, maka dia mendapatkan pahalanya meskipun dia sudah mati. Amalnya terus mengalir untuknya selama tanaman dan tumbuhan itu tetap ada. Hadits dalam bab ini berisi anjuran untuk bercocok tanam dan bertani, juga bercocok tanam mengandung kebaikan yang banyak, karena di dalamnya ada kemaslahatan untuk agama dan dunia. Jika sebagian tanaman itu dimakan, maka menjadi sedekah baginya. Demikian juga apabila binatang melata atau hama memakan tanaman itu, maka menjadi sedekah bagi pemiliknya. Hadis ini khusus untuk orang muslim, karena dialah yang mendapatkan manfaat pahala sedekah di dunia dan akhirat.

2. *Raw Cane Sugar*

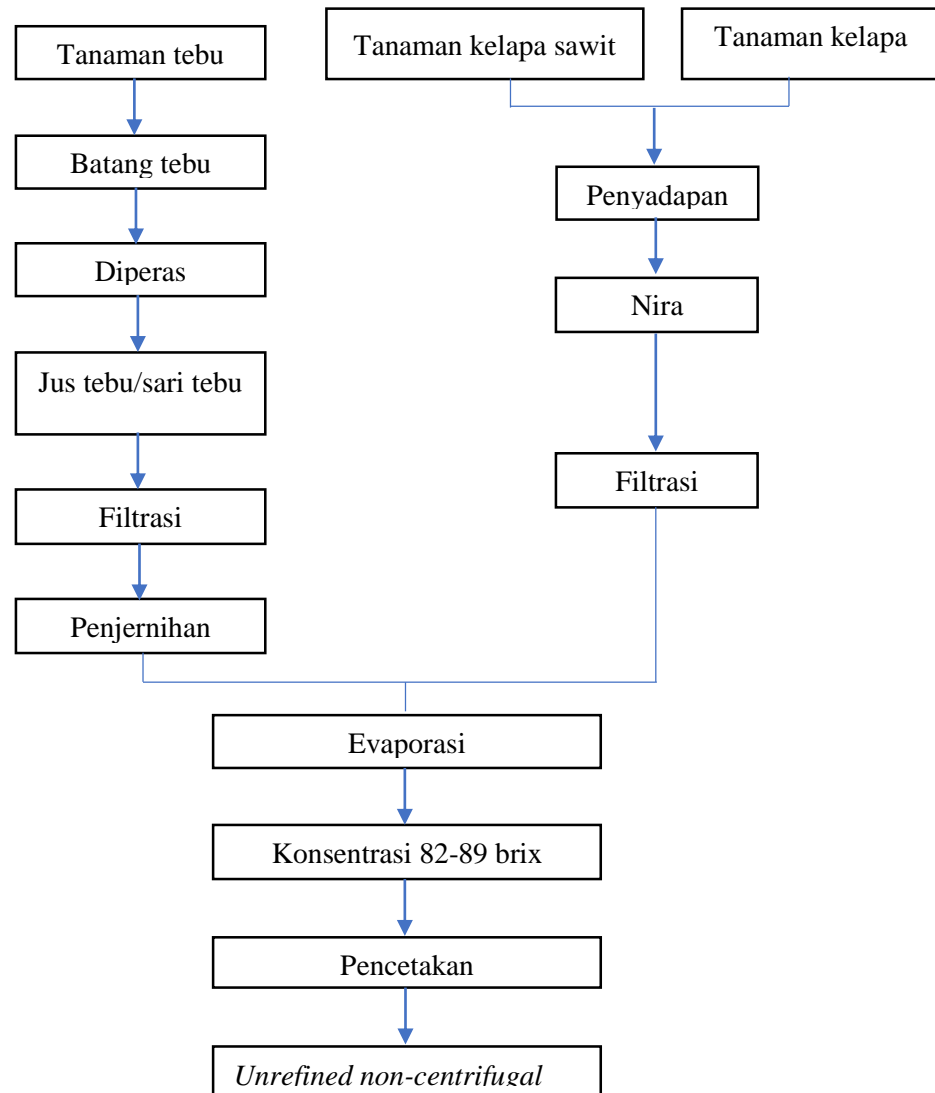
Gula mentah (*raw sugar*) atau *Non Centrifugal Sugar* (NCS) seperti pada Gambar 2 merupakan pemanis alami yang tidak dimurnikan dan umumnya dapat diperoleh dari tebu (*Saccharum officinarum*), palem (*Borassus flabellifer*), dan kelapa (*Cocos nucifera*). Bahan baku yang paling sering digunakan dalam produksi gula tidak murni yakni jus yang diekstrak dari batang tebu. Jenis gula ini populer dan banyak diproduksi secara tradisional di Asia dan beberapa negara lainnya di dunia. Ketersediaan gula tidak murni di beberapa negara memiliki sebutan nama yang berbeda-beda yakni *panela* (Amerika Latin), *jaggery* (India), *Kokuto* (Jepang), dan *Gula Melaka* (Malaysia). *The World Customs Organization* (WCO) mendefinisikan gula tidak murni adalah produk yang hanya mengandung mikrokristal alami dengan bentuk tidak beraturan dan tidak terlihat oleh mata telanjang bahwa dikelilingi oleh residu molase dan konstituen lain yang berasal dari tebu (Zidan & Azlan, 2022).



Gambar 2. *Raw Cane Sugar* (Dokumentasi Pribadi)

Secara tradisional, produksi gula mentah dilakukan dengan sistem seperti pada Gambar 3. Bahan baku yang sering digunakan yaitu jus dari batang tebu. Sementara gula mentah dari kelapa sawit dan kelapa diperoleh dari nira yang disadap dan ditampung pada wadah bambu atau plastik selama 8 – 12 jam. Penambahan kapur pada nira bertujuan untuk mencegah fermentasi pada nira. Baik jus tebu maupun nira kelapa diproses dengan dua metode utama yaitu menghilangkan pengotor dengan penyaringan dan produk dipisahkan dengan penguapan atau evaporasi. Dalam proses

pembuatannya tidak ada tahap pemurnian yang dapat menghilangkan molase pada produk gula sehingga gula yang tidak dimurnikan mengandung senyawa biaktif alami dan kandungan fenolik (Weerawatanakorn *et al.*, 2021). Secara rinci proses pembuatan gula yang tidak dimurnikan dapat dilihat pada Gambar 3 .



Gambar 3. Proses Pembuatan Gula Tidak Dimurnikan

Secara garis besar, proses tersebut hampir sama dengan produksi gula meja atau gula putih. Namun, hal utama yang membedakan diantara keduanya adalah bahwa proses pembuatan gula tidak dimurnikan tetap mempertahankan molase selama proses produksi dengan tidak diekstraksi

dan tetap mempertahankan vitamin dan mineral sehingga dikenal sebagai pemanis alami yang sehat. Molase atau tetes tebu tidak hanya mengandung gula, namun mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin dan mineral. *Raw cane sugar* merupakan sumber zat besi dan memiliki kandungan zat besi dan tembaga daripada gula rafinasi (Hirpara, 2020). *Raw cane sugar* mengandung 21 asam amino seperti asparagin, asam aspartat, fenilalanin, dan alanin (Asikin, 2017). Selain itu, terdapat beberapa komposisi kimia yang terkandung dalam *raw cane sugar* (Jaffe, 2015) tercantum dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kandungan Zat Gizi *Raw Cane Sugar* dalam 100 gram

Zat gizi	Kuantitas
Karbohidrat	83.9 – 97.2 g
Total gula	87.5 – 95.4 g
Sukrosa	76.55 – 89.48
Protein	0.37 – 1.7 g
Lemak	0 - 0.1
Asam Amino	205.22 – 805.28 mg
Magnesium	31 – 120 mg
Vitamin A	1.9 mg
Vitamin B1	0.03 mg
Vitamin B2	0.07 mg
Vitamin B3	2.14 mg
Vitamin B5	0.7 mg
Vitamin B6	0.21 mg
Vitamin C	4.23 mg
Vitamin E	55 mg
Mineral	1648-2972 g
Asam amino esensial	172-509 g

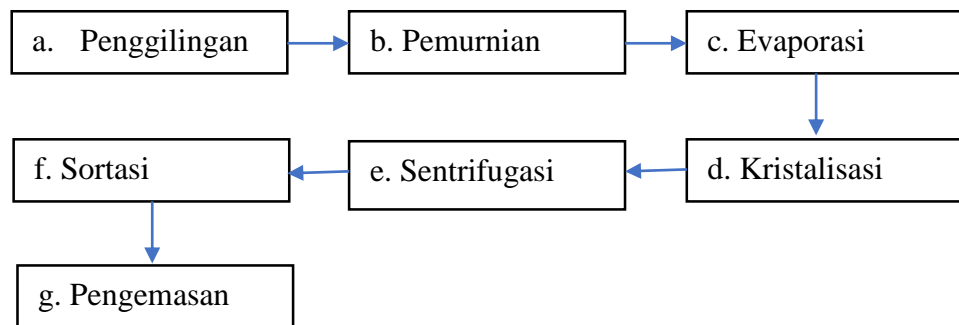
Sumber: Asikin *et al.*, 2017; Jaffe, 2015

Tanaman tebu sering dikaitkan dengan komponen antioksidan dan senyawa fenolik yang diidentifikasi terutama pada jus mentah, batang, dan daun sehingga dinilai memberikan dampak positif untuk kesehatan. *Raw cane sugar* sering disebut dengan jus tebu yang dipadatkan sehingga kandungan zat gizi terutama mikronutrien yang ditemukan di dalamnya hampir sama dengan kandungan zat gizi tebu namun dalam bentuk yang terkonsentrasi. Jus tebu mengandung berbagai fitokimia, seperti fenolik, sterol, dan terpenoid (Feng & Zisheng, 2014). Selain zat gizinya, jus tebu

dikaitkan dengan efek biologis diantaranya bersifat analgesik, diuretik, dan antiinflamasi (Ali *et al.*, 2019). Fitokimia yang dominan pada sari tebu adalah asam fenolik (asam hidrokisisinamat, asam caffeic, dan asam sinapic) serta polifenol, dan flavonoid (Maurício Duarte-Almeida *et al.*, 2006). Selain itu, kandungan flavonoid yang ditemukan pada sari tebu sebanyak 0,6 mg/mL yaitu setara dengan sumber makanan lain seperti jus jeruk dan teh hitam (Colombo *et al.*, 2006). Kandungan gula pada *raw cane sugar* dan gula meja sama tingginya, namun memiliki profil gula yang berbeda yaitu 100% sukrosa pada gula meja sementara *raw cane sugar* 70% sukrosa dan 10% gula lain (sukrosa dan fruktosa) (Zidan & Azlan, 2022).

3. Gula Pasir

Gula merupakan salah satu bahan makanan penyumbang kalori dan mudah dicerna tubuh. Jenis gula yang banyak digunakan dalam rumah tangga yaitu gula pasir. Dalam pembuatan gula pasir, bahan baku utamanya adalah batang dari tanaman tebu. Tahap proses produksi gula kristal rafinasi (Gambar 4) sebagai berikut:



Gambar 4. Alur Proses Produksi Gula Kristal Putih

a) Tahap Penggilingan

Tahap awal pengolahan tebu menjadi gula dengan menggiling batang tebu sehingga diperoleh nira. Prinsip kerjanya yaitu memerah nira yang terkandung pada batang tebu secara maksimal dan minimal ampas. Hasil nira yang diperoleh selama proses penggilingan dialirkan menuju bak pengendapan (Setiani, 2022).

b) Tahap Pemurnian

Nira hasil penggilingan dilanjutkan pada proses pemurnian jus gula yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran atau zat selain gula. Hasil pemurnian jus gula yaitu gula mentah (*raw sugar*) dan molase. Proses pemurnian ini dapat dilakukan secara fisis (penyaringan) atau secara kimiawi (pemansan dan pemberian bahan pengendap seperti kapur dan asam fosfat). Proses pengendapan akan menghasilkan jus jernih (*clarified juice*) yang akan dialirkan ke proses penguapan sementara jus kotor (*mud juice*) akan diolah menjadi nira tapis dan blotong pada alat rotary vacuum filter (Putra, 2013)

c) Tahap Penguapan atau Evaporasi

Evaporasi merupakan proses pemisahan air yang terdapat pada nira jernih hasil pemurnian. Proses penguapan ini bertujuan untuk proses kristalisasi dalam *vacum pan*. Proses ini tidak menggunakan suhu yang terlalu tinggi yakni 60 - 65°C agar kandungan sukrosa tidak rusak (AGRI, 2021).

d) Tahap Kristalisasi

Proses kristalisasi disebut juga dengan pemasakan gula (*sugar boiling*). Tujuannya yakni untuk mengeluarkan gula dari nira kental dengan cepat dan ekonomis namun berkualitas (AGRI, 2021).

e) Tahap Sentrifugasi

Pada tahap ini dilakukan proses pemisahan gula dengan larutan induknya. Pemisahan campuran menggunakan sistem penyaringan yang mekanismenya menggunakan gaya sentrifugal. Kristal gula yang diturunkan dari mesin sentrifugasi perlu dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 0,2 – 0,3% supaya tidak ditumbuhi mikroorganisme atau mengalami hidrolisis selama penyimpanan (AGRI, 2021).

f) Tahap Sortasi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan produk yang baik dan tidak baik. sortasi merupakan proses pengklasifikasian bahan berdasarkan sifat

fisik seperti kebersihan produk, ukuran, bentuk, warna, dan bobotnya (AGRI, 2021).

g) Tahap Pengemasan

Pengemasan gula dilakukan untuk melindungi dari kerusakan fisik, mekanik, biologi, kimia, dan mekanik (Setiani, 2022).

4. Selai

a. Pengertian Selai

Selai buah termasuk produk makanan yang sering dikonsumsi masyarakat dengan dioleskan pada roti tawar sebagai pelengkap saat sarapan. Umumnya, selai dibuat dengan bahan dasar buah dengan karakteristik rasa yang khas dan unik seperti stroberi, nanas, cokelat, dan lain sebagainya. Selain itu, buah-buahan yang dijadikan bahan baku pembuatan selai yakni buah yang mengandung pektin. Hal ini dikarenakan pektin berperan penting dalam keberhasilan hasil akhir dari pembuatan selai. Selai merupakan salah satu bentuk pengolahan dari bubur buah-buahan yang diolah dengan menggunakan gula hingga mengental. Selai berbentuk kental atau semi padat. Komposisi utama selai yakni gula, pektin, dan asam. Ketiga campuran tersebut akan dipadatkan melalui pemasakan menggunakan api sedang hingga kandungan gulanya menjadi 68% (Brunning, 2014).

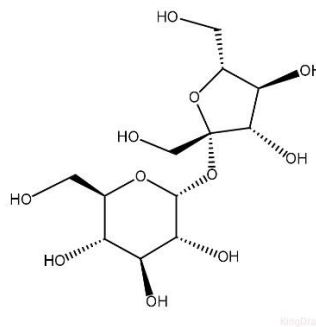
b. Komponen Dasar Selai

Secara umum, proses pembuatan selai erat kaitannya dengan bubur buah-buahan. Di samping itu jika dilihat dari segi kimia melibatkan tiga komponen utama yakni gula, pektin, dan asam.

1) Gula

Gula merupakan bahan pemanis biasanya berbentuk kristal. Secara kimia gula dapat dilihat pada Gambar 5. Terdapat beberapa bahan dasar pembuatan gula yang biasanya dijadikan pemanis alami yaitu gula tebu, gula kurma, gula kelapa, dan gula aren. Gula tebu didapatkan dari ekstrak batang tebu sehingga didapatkan sari tebu

dan dipisahkan menjadi kristal gula. Gula tebu mengandung 15% gula, 50% air, dan 35% zat lain. Gula kelapa didapatkan dari endapan kelapa yang diolah lebih lanjut sehingga didapatkan gula yang berwarna coklat atau biasa dikenal dengan gula jawa. Gula kurma didapatkan dari ekstrak buah kurma, sementara gula aren didapatkan dari air sadapan pohon aren yang diolah (Nurhamudin, 2017).



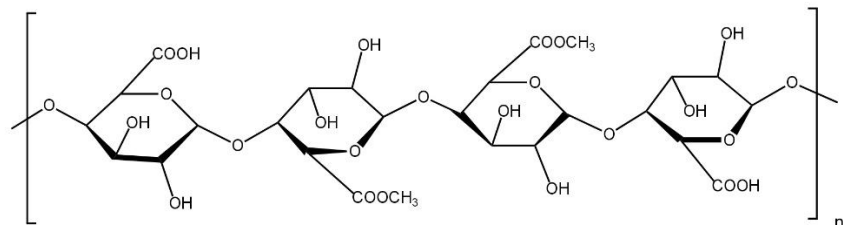
Gambar 5. Struktur kimia sukrosa (gula meja)

Beberapa resep menuliskan komponen antara buah-buahan dan gula yakni 1:1. Hal ini berarti gula sangat berperan penting dalam proses pembuatan selai. Gula yang ada pada selai berperan dalam cita rasa dan membantu selai menjadi padat atau mengeras. Selain itu, gula juga membantu meningkatkan kemampuan pektin dalam pembentukan gel dengan menarik air ke dirinya sendiri. Gula juga memberikan efek pengawet karena air akan diikat sehingga meminimalisir pertumbuhan mikroba. Kandungan gula akhir selai harus sebanyak 65 – 69% (Brunning, 2014).

2) Pektin

Pektin merupakan rantai molekul gula yang panjang dan terhubung, dijumpai di dinding sel tanaman secara alami. Pektin adalah serat alami yang larut dalam air dan banyak ditemukan pada buah-buahan terutama bagian kulit dan buahnya. Kandungan pektin pada buah-buahan bervariasi. Jika pembuatan selai pada buah dengan pektin yang rendah maka dibutuhkan tambahan pektin komersial sebagai tambahan. Contoh buah-buahan dengan pektin

yang rendah yakni beri, pir, ceri, dan *sweet plums*, sedangkan buah yang mengandung tinggi pektin yakni anggur, jeruk, *blackcurrants*, dan apel.

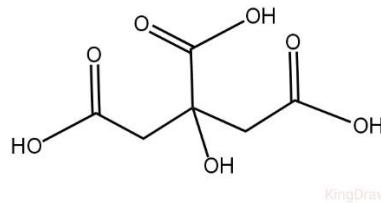


Gambar 6. Struktur Kimia Pektin

Pembuatan selai yakni dengan cara merebus mampu melepaskan pektin yang terkandung dalam buah. Rantai pektin yang panjang dan berikatan satu sama lain (Gambar 6) akan membentuk gel. Setelah jaringan terbentuk, selai dibiarkan dalam suhu dingin dan jaringan gel akan menerangkan kandungan air yang ada pada selai (Bunning, 2014).

3) Asam

Asam sitrat (Gambar 7) merupakan senyawa intermediet dari asam organik dengan bentuk serbuk putih atau kristal. Sifat dari asam sitrat yakni mudah larut air, spiritus, dan etanol, rasanya asam, tidak berbau, dan jika dipanaskan akan meleleh. Asam ini digunakan untuk mengatur tingkat keasaman dengan meningkatkan rasa masam pada berbagai pengolahan pangan seperti selai, produk susu, dan jeli. Asam sitrat juga dapat dijadikan sebagai pengawet karena mencegah kristalisasi pada madu dan gula-gula. Selain itu juga dapat mencegah pemucatan berbagai makanan seperti buah-buahan kaleng dan ikan. Penggunaan maksimal dalam minuman sebanyak 3 gram/liter sari buah (Nurhamudin, 2017).



Gambar 7. Struktur Kimia Asam Sitrat

Secara alami, buah-buahan mengandung asam yang dikenal dengan asam sitrat, asam malat, atau asam tartarat. Namun, sebagian besar buah biasanya terdapat asam sitrat. Kandungan asam yang terkandung dalam buah disumbangkan secara keseluruhan, namun jika tidak mencukupi maka harus ditambahkan bahan tambahan pangan berupa bubuk asam, sehingga pH yang diinginkan tercapai. Asam berperan dalam membantu pektin mengeras. Gugus COOH dalam pektin akan terionisasi dan muatan negatif pada molekul yang disebabkan oleh ionisasi menyebabkan tolakan sehingga mencegah rantai pektin membentuk gel. Oleh karena itu dibutuhkan pH kisaran 2,8 – 3,3 karena pada pH yang lebih asam, gugus COOH tidak terionisasi dan menurunkan gaya tolak (Brunning, 2014).

c. Syarat Mutu Selai

Adanya jaminan mutu dan kualitas suatu pangan bertujuan untuk memastikan adanya standar kualitas gizi sehingga dapat memenuhi kebutuhan zat gizi dan energi. Pemerintah telah menetapkan standar mutu dan keamanan pangan melalui kebijakan regulasi pangan yakni melalui penetapan Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, Standar Nasional Indonesia (SNI), baik yang bersifat wajib dan volunteri.

Produk selai yang baik harus memenuhi spesifikasi persyaratan mutu supaya produk yang dihasilkan dapat diterima oleh konsumen, dipercaya, dan memiliki nilai ekonomis. Di Indonesia syarat-syarat

produk selai yang berkualitas diatur oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 4. Syarat Mutu Selai Menurut SNI-3746-2008

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	Aroma	-	Normal
	Warna	-	Normal
	Rasa	-	Normal
2.	Serat buah	-	Positif
3.	Padatan terlarut	% fraksi massa	Min. 65
4.	Cemaran logam		
	Timah (Sn)*	Mg/kg	Maks. 250,0*
5.	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 1,0
6.	Cemaran mikroba		
	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 1×10^3
	Bakteri coliform	AMP/g	<3
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. 2×10^1
	<i>Clostridium sp.</i>	Koloni/g	<10
	Kapang/khamir		Maks. 5×10^1

*) Dikemas dalam kaleng

Sumber: SNI 3768:2008

Selain menetapkan tentang standar mutu pangan, pemerintah juga mengatur regulasi tentang Jaminan Produk Halal seperti tercantum dalam Undang-Undang No 33 Tahun 2014. Hal ini juga harus dipenuhi karena konsumen mengharapkan adanya pemenuhan kriteria pangan sehingga terpenuhi menjadi produk yang halal dan toyib. Islam mengajak manusia untuk mengonsumsi makanan halal dan toyib, sebagaimana firman Allah dalam al-Quran surat Al-Baqarah [2]:168 berikut:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

“Wahai manusia, makanlah sebagian (makanan) di bumi yang halal lagi baik dan janganlah mengikuti langkah-langkah setan. Sesungguhnya ia bagimu merupakan musuh yang nyata.” (QS al-Baqarah [2]:168).

Islam menjadikan kriteria halal dan toyib karena makanan yang dikonsumsi memberikan pengaruh terhadap psikologis dan perilaku

manusia. Kondisi ini dapat terjadi sebab makanan yang dikonsumsi mengalami proses metabolisme sehingga mampu menghasilkan energi dan tubuh memanfaatkannya untuk melakukan aktivitas, tumbuh, dan berkembang. Oleh karenanya semua hal yang dimakan harus diperhatikan, seperti firman Allah Swt dalam QS: al-Abasa[80]:24 berikut :

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ

“Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya.”
(Abasa [80]:24)

Kata *يَنْظُرُ* berarti melihat dengan mata dan melihat dengan hati. Thahir ibn ‘Asyur memahami bahwa arti melihat dalam ayat ini berarti melihat dengan mata kepala karena terdapat *إِلَى* ke yang mengiringi kata tersebut. Dengan demikian yang dimaksud dalam ayat ini adalah melihat dengan pandangan mata dan diiringi dengan upaya berpikir. Firman Allah tersebut mengandung makna mengingatkan kembali atas kenikmatan-kenikmatan yang telah diberikan kepada umat manusia.

d. Proses Pembuatan Selai

Proses pembuatan selai melalui beberapa tahapan yakni meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap penyelesaian dengan memodifikasi formula (Linggawati, Andrianus Rulianto Utomo, 2020). Penjelasan lebih lanjut sebagai berikut:

1) Tahap persiapan

Dalam tahap ini diperlukan beberapa hal yakni meliputi persiapan alat dan bahan yang diperlukan.

a) Persiapan Alat

Berbagai alat yang digunakan untuk membuat selai yaitu timbangan digital, pisau, sendok, panci, blender, saringan, gelas, spatula, kompor, mangkuk, dan kemasan. Semua peralatan yang digunakan selama proses pembuatan selai harus kering, bersih, layak, dan tidak berkarat.

b) Persiapan Bahan

Semua bahan yang digunakan untuk membuat selai harus disortir terlebih dahulu. Tujuan dari dilakukannya penyortiran yakni memilih bahan dengan kualitas yang baik sehingga dihasilkan produk selai yang baik. Buah-buahan yang dipilih yakni campuran antara buah yang setengah matang dan matang. Buah yang setengah matang akan menyumbangkan rasa asam dan pektin yang cukup dalam memperbaiki kualitas selai, sedangkan buah yang matang dapat memberikan aroma yang diharapkan. Selain itu, bahan yang harus dicek yakni spesifikasi gula yang dipakai dalam pembuatan selai.

c) Penimbangan Bahan

Penimbangan bahan yaitu kegiatan menimbang bahan sesuai dengan formula yang sudah ditentukan. Adanya penimbangan ini bertujuan untukantisipasi kekurangan atau kelebihan dari bahan yang digunakan dalam proses pembuatan selai. Proses penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital.

2) Tahap pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pembuatan selai sebagai berikut:

a) Pemilihan dan pelumatan buah

Buah yang digunakan dalam pembuatan selai yakni buah terpilih dan sudah sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Selanjutnya, buah ditimbang dan dilumatkan dengan menggunakan blender agar menjadi bubur buah. Setelah bubur sudah memiliki tekstur yang diinginkan maka bubur buah tersebut dimasukkan ke dalam panci untuk masuk ke tahap berikutnya yakni proses pemasakan.

b) Pemasakan bahan

Dalam proses pemasakan, bubur buah ditambahkan gula dan bahan tambahan pangan lain jika diperlukan. Perbandingan bubur buah dengan gula yakni 45 bagian dan 55 bagian. Selama

proses pemasakan, campuran tersebut diaduk secara terus menerus hingga matang. Tingkat kematangan dilihat dari kekentalan yang dilihat dengan cara mengangkat sebagian selai dengan sendok dan dijatuhkan kembali ke atas wajan. Selai yang jatuhnya tidak mengucur dan terputus-putus maka dianggap sudah matang.

3) Tahap penyelesaian

Tahap penyelesaian dari pembuatan selai yakni pendinginan dan pengemasan. Setelah selai matang kemudian didinginkan agar siap untuk dipindahkan ke kemasan lain. Proses pemindahan produk dilakukan secara hati-hati supaya selai yang dihasilkan steril dan tidak terkontaminasi oleh bahan lain yang dapat menurunkan kualitas yang dihasilkan dari selai.

5. Radikal Bebas

a. Pengertian Radikal Bebas

Radikal bebas adalah molekul yang tidak stabil karena kehilangan elektron sehingga akan berusaha mengambil elektron dari sel atau molekul lain. Radikal bebas itu sendiri dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh seperti ketika bernapas dan saat terkena infeksi. Pada hakikatnya, radikal bebas diperlukan tubuh saat terkena infeksi karena digunakan untuk membunuh mikroorganisme penyebab infeksi tersebut. Namun, jika jumlah radikal bebas yang berlebihan maka dapat memberikan dampak negatif seperti kerusakan atau bahkan kematian sel sehingga dapat menyebabkan timbulnya penyakit (Santoso, 2016). Kelebihan radikal bebas yang bereaksi dengan lemak, protein, dan asam nukleat seluler dapat mengakibatkan terjadinya disfungsi dan kerusakan lokal organ tertentu. Reaksi perusakan ini disebabkan oleh tekanan oksidatif. Ketika tingkat zat perantara oksigen reaktif intermediet (ROI) melebihi pertahanan antioksidan endogen, kondisi tersebut disebut tekanan oksidatif (*oxidative stress*) (Yuslianti, 2018).

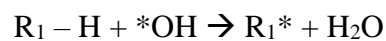
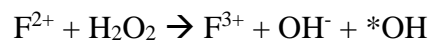
b. Tahap Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan molekul atau senyawa yang dapat berdiri sendiri karena mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Artinya mudah tertarik pada medan magnet (paramagnetik) dan molekulnya sangat reaktif. Radikal bebas menyerang molekul lain yang stabil dan mencuri elektron darinya. Zat yang kekurangan elektron menjadi radikal bebas baru, menyebabkan reaksi berantai yang menyebabkan kerusakan sel.

Sumber radikal bebas melalui serangkaian mekanisme reaksi baik endogenus maupun eksogenus. Terdapat tiga tahap reaksi yakni pembentukan awal radikal bebas (inisiasi), terbentuknya reaksi berantai radikal bebas (propagasi), dan pembentukan produk-produk non-radikal (terminasi) (Yuslianti, 2018). Penjelasan lebih lengkap sebagai berikut:

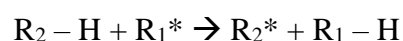
1) Tahap Inisiasi

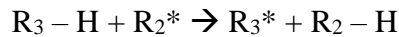
Pada tahap inisiasi, radikal bebas dibentuk dan menyerang lipid sehingga terbentuklah radikal lipid. Selanjutnya, radikal lipid bereaksi dengan molekul oksigen dan membentuk radikal lipid peroksil. Radikal lipid peroksil kemudian menyerang molekul lipid yang lain dan mengambil molekul hidrogen untuk membentuk lipid hidroperoksida dan pada saat yang sama menyerang molekul lipid yang lain yang bereaksi dengan oksigen. Contoh reaksi sebagai berikut:



2) Tahap Propagasi

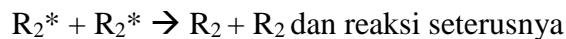
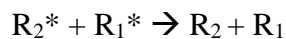
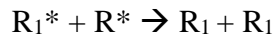
Pada tahap propagasi terjadi perpanjangan rantai radikal. Reaksi ini melanjutkan rangkaian proses oksidasi kedua sehingga reaksi menyebar dan satu molekul radikal dari proses inisiasi dapat menyebabkan oksidasi banyak molekul. Contoh reaksi sebagai berikut:





3) Tahap Terminasi

Pada tahap terminasi terjadi reaksi senyawa radikal dengan senyawa radikal lainnya atau dengan penangkap radikal sehingga potensi propagasinya rencah. Contoh reaksi sebagai berikut:



6. Antioksidan

a. Pengertian Antioksidan

Senyawa yang menyediakan elektron bebas untuk memutus reaksi radikal bebas tanpa mengganggu fungsi aslinya dikenal sebagai antioksidan. Senyawa ini mampu mengurangi atau bahkan menangkai efek negatif oksidan pada tubuh. Antioksidan dapat mencegah berbagai penyakit termasuk kanker, penyakit kardiovaskular, dan penuaan dini dengan mencegah kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Sementara itu pada formulasi makanan, antioksidan berperan dalam mengurangi jumlah oksidasi lemak yang dapat menyebabkan tengik, beracun, dan merusak biomolekul dalam makanan. (Ramadhan, 2015).

b. Klasifikasi Antioksidan

Antioksidan dikelompokkan berdasarkan jenis, sumber, dan mekanisme kerjanya (Santoso, 2016), sebagai berikut:

1) Klasifikasi Berdasar Jenis Utamanya

a) Antioksidan Primer (Antioksidan Endogenus)

Secara umum, antioksidan primer berfungsi untuk mencegah terbentuknya radikal bebas baru. Antioksidan primer disebut juga dengan antioksidan endogenus karena dihasilkan dari proses yang berlangsung di dalam tubuh atau endogen. Enzim *superoksida dismutase* (SOD), *glutathion peroksidase* (GSH-PX),

serta *glutathione reductase (GSHR)* adalah contoh antioksidan endogen. Enzim-enzim tersebut bekerja dengan cara menghambat pembentukan radikal bebas dengan cara mengubahnya menjadi produk lain yang lebih stabil. Oleh karena itu, jenis antioksidan ini disebut juga dengan *chain-breaking-antioxidant*.

b) Antioksidan Sekunder (Antioksidan Eksogenus)

Antioksidan sekunder merupakan jenis antioksidan yang bertugas menangkap radikal bebas dari luar tubuh dan mencegah terjadinya reaksi berantai di dalamnya.

c) Antioksidan Tersier

Perbaikan kerusakan oleh radikal bebas pada sel dan jaringan dibantu oleh jenis antioksidan ini. Enzim metionin sulfoksidan reduktase adalah salah satu contohnya. Pada pasien kanker, enzim ini dapat memperbaiki sel DNA di dalam nukleus.

2) Klasifikasi Berdasar Sumber

a) Antioksidan Alami

Antioksidan alami adalah senyawa antioksidan yang dibuat secara alami seperti pada bahan tanaman, sumber mikroba, hewan, dan berbagai produk pengolahan pangan. Senyawa antioksidan yang berasal dari tanaman sebagai berikut:

(1) Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa yang paling luas terdistribusi dalam tanaman. Antioksidan yang termasuk dalam kelompok flavonoid yaitu flavon, flavonol, katekin, isoflavon, antosianin, dan proantosianidin.

(2) Senyawa fenolat dari bumbu dan herba

Antioksidan yang terkandung dalam bumbu dan herba berpotensi untuk digunakan dalam skala besar. Salah satunya yaitu ekstrak bunga rosemary yang sudah banyak terjual di pasaran.

(3) Karotenoid

Berbagai jenis karotenoid pada berbagai bahan pangan diantaranya β -karoten, astaxantin, iutein, dan fitoen. Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai penetrat oksigen singlet sehingga mencegah terjadinya pembentukan hidroperoksida. Karotenoid biasanya digunakan sebagai pewarna alami dan memiliki sifat antioksidatif.

(4) Antioksidan enzim

Antioksidan enzim dihasilkan oleh tubuh dalam bentuk enzim yang berfungsi menangkal masuknya radikal bebas ke dalam tubuh. Contoh enzim tersebut diantaranya superoksida dismutase (SOD), katalase, dan glukosa oksidase. SOD berperan dalam menghambat oksidasi lipid dalam sistem biologis. Selain itu, SOD dapat membantu menstabilkan sistem atau produk-produk pangan. Kombinasi SOD dan katalase terbukti dapat mengurangi timbaulnya ketengikan pada susu yang kaya akan asam linoleat. Sedangkan glukosa oksidase efektif untuk menghilangkan oksigen yang terlarut atau dalam rongga udara (*headspace*) dalam minuman ringan, mayones, dan saus salad (Santoso, 2006).

b) Antioksidan Sintetik

Antioksidan sintetik didapatkan dari hasil reaksi kimia dan sifat penggunaannya lebih bersifat sebagai pengawet (*preservative*) jika dibandingkan dengan antioksidan alami. Beberapa contoh antioksidan sintetik yang diperbolehkan digunakan dalam makanan yakni butil hidroksi anisol (BHA), propil galat, butil hidroksi toluen (BHT), dan terbutil hidroksi quinon (TBHQ), dan tokoferol. Beberapa antioksidan-antioksidan tersebut merupakan antioksidan alami yang sengaja diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial.

c. Peranan Antioksidan

Antioksidan berperan dalam menghambat timbulnya penyakit degeneratif, meningkatkan imun, mengurangi risiko penyakit jantung dan kardiovaskuler, memberikan perlindungan terhadap sistem saraf pusat, dan mencegah penuaan dini. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai peran dari antioksidan untuk tubuh (Ramadhan, 2015):

1) Menghambat Timbulnya Penyakit Degeneratif

Proses terjadinya penyakit degeneratif seperti diabetes melitus, tekanan darah tinggi, stroke, dan penyakit kardiovaskuler disebabkan oleh stress oksidatif. Stress oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan jumlah oksidan dan prooksidan yang ada di dalam tubuh. Kondisi ini akan menimbulkan aktivitas radikal bebas yang menyebabkan terjadinya kerusakan seluler dan genetika. Kondisi kekurangan gizi dan adanya senyawa xenobiotik yang berasal dari makanan atau lingkungan yang berpolusi akan memperparah kondisi tersebut.

Vitamin C berperan dalam mengurangi kerusakan oksidatif pada penderita diabetes. Menurut temuan penelitian di Turki, sebanyak tiga puluh orang dengan diabetes tipe-2 terdapat ketidakseimbangan oksidan dan antioksidan dalam plasma diabetes dibandingkan dengan kontrol. Asam askorbat mencegah komplikasi diabetes mellitus tipe-2 dengan menghambat produksi sorbitol. Sorbitol adalah hasil dari pencernaan gula yang berkumpul di sel dan berperan terhadap perkembangan katarak dan neuropati. Oleh karena itu, sumber antioksidan dari vitamin C dianjurkan untuk penderita diabetes sebagai tindakan terapeutik.

2) Mengurangi Risiko Penyakit Jantung dan Kardiovaskuler

Antioksidan berperan dalam melindungi lipoprotein densitas sangat rendah (*Very Low Density Lipoprotein*) dan lipoprotein densitas rendah (*Low Density Lipoprotein*) dari reaksi oksidasi.

Radikal bebas dan reaksi oksidasi berantai akan menyebabkan terjadinya proses mutasi gen.

3) Meningkatkan Imun

Keseimbangan antioksidan dan oksidan tubuh dapat digunakan untuk menilai status kesehatan seseorang, terutama sistem kekebalannya. Dalam mempertahankan respon imun pada semua kelompok umur diperlukan jumlah antioksidan yang optimal. Hal ini membuktikan adanya hubungan yang erat antara penambahan umur dengan turunnya regulasi respon imun (Winarsi, 2005).

4) Mencegah Penuaan Dini (*Anti Aging*)

Proses terjadinya penuaan sudah pasti terjadi, sel-sel akan mengalami kerusakan terutama disebabkan oleh radikal bebas. Namun dengan adanya antioksidan, radikal bebas akan bersifat reaktif dan dapat secara ganas merusak keutuhan sel yang ada. Akibat molekul kekurangan pasangan, radikal bebas aktif dan akan bekerja keras membentuk radikal bebas baru dengan cara mencari pasangan. Tanpa adanya antioksidan, kerusakan akan terus-menerus terjadi, mempengaruhi laju produksi energi sel serta biosintesis makromolekul sel dan komponen lainnya sehingga menyebabkan fungsi organ memburuk sebagai indikasi penuaan.

5) Memberikan Perlindungan terhadap Sistem Saraf Pusat

Kerja antioksidan dalam melindungi sistem saraf yakni dengan meningkatkan aktivitas enzim untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada sistem saraf pusat, menurunkan gejala stres dan depresi, menjaga stamina tubuh, dan melindungi sel-sel otak dari serangan radikal bebas dan racun. Antioksidan dapat mencegah terbentuknya enzim yang menjadi alasan adanya gangguan neurologis tertentu seperti autisme, depresi, dan skizofrenia.

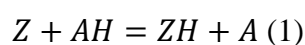
6) Mencegah kerusakan lemak/minyak pada bahan pangan

Dalam pangan, antioksidan berperan dalam mencegah atau menunda kerusakan lemak/minyak dalam makanan yang disebabkan oleh reaksi radikal bebas. Reaksi oksidasi lemak/minyak tersebut dinamakan autoksidasi yang mengakibatkan timbulnya flavor yang tidak dikehendaki (*off-flavour*) atau dikenal dengan istilah tengik atau *rancid*. Reaksi kimia lemak/minyak dalam makanan terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan (Santoso, 2006).

d. Uji Antioksidan Metode DPPH

Metode DPPH (α -difenil- β -pikrilhidrazil) merupakan metode yang dapat mengevaluasi potensi antioksidan suatu senyawa atau ekstrak lainnya. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan radikal bebas DPPH memiliki beberapa keunggulan diantaranya sederhana, mudah, cepat, peka, dan hanya memerlukan sedikit sampel. Namun, jumlah pelarut pengencer yang digunakan dalam pengujian ini cukup banyak. Pelarut yang digunakan yakni etanol karena dapat melarutkan kristal DPPH dan dapat melarutkan komponen polar di dalamnya. Uji aktivitas antioksidan dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang larutan DPPH berkisar 400 – 700 nm (Kore *et al.*, 2019).

DPPH merupakan radikal bebas relatif stabil dan tidak ditemukan dalam tubuh. Kestabilan ini berdasarkan pemindahan elektron cadangan di atas molekul secara keseluruhan sehingga molekul tidak terdimerisasi seperti radikal bebas lainnya. Delokalisasi ini juga menimbulkan warna ungu tua. Ketika bahan donor elektron dan larutan DPPH bersentuhan, DPPH akan tereduksi, menggantikan warna ungu menjadi warna kuning yang berasal dari gugus pikril (Prayoga, 2013). DPPH dimisalkan sebagai Z dan molekul pendonor sebagai AH seperti reaksi berikut:



Dimana ZH merupakan bentuk tereduksi dan A adalah hasil radikal bebas pertama. Radikal yang terakhir akan mengalami reaksi lebih

lanjut sehingga mengontrol stoikiometri secara keseluruhan. Oleh karena itu, reaksi (1) bertujuan untuk memberikan hubungan dengan reaksi dalam sistem pengoksidasi.

Hasil uji aktivitas antioksidan dengan DPPH dilaporkan sebagai nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} (*Inhibition Concentration 50%*) didefinisikan sebagai konsentrasi substrat yang dapat menyebabkan berkurangnya 50% aktivitas DPPH (Kore *et al.*, 2019). Konsentrasi ekstrak yang diduga mampu menghambat aktivitas radikal bebas sebesar 50% diukur dengan nilai IC_{50} -nya (Purwanto *et al.*, 2017). Semakin kecil nilai IC_{50} maka menandakan bahwa nilai aktivitas antioksidan semakin tinggi. Perhitungan nilai konsentrasi efektif atau IC_{50} menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Antioksidan} = \frac{(A \text{ blanko} - A \text{ sampel}) \times 100\%}{A \text{ blanko}}$$

Keterangan:

A blanko = Absorbansi DPPH

A sampel = Absorbansi sampel uji

Hasil IC_{50} yang diperoleh kemudian dikategorikan berdasarkan nilai angka seperti pada Tabel 5 (Suratmo, 2008) berikut:

Tabel 5. Tingkat Kekuatan Antioksidan dengan Metode DPPH

Intensitas Antioksidan	Nilai IC_{50} (ppm)
Sangat kuat	<50
Kuat	50 – 100
Sedang	100 – 250
Lemah	250 – 500

Sumber: Suratmo, 2008

7. Senyawa Fenolik

a. Pengertian Senyawa Fenolik

Secara kimia, istilah senyawa fenolik atau polifenol dapat diartikan sebagai suatu senyawa yang memiliki sebuah cincin aromatik yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil serta derivat fungsional (ester, metil eter, glikosid, dan lain-lain). Kebanyakan, fenolik mempunyai dua atau lebih gugus hidroksil yang merupakan

suatu substansi bioaktif yang terdapat pada makanan yang berasal dari tumbuhan (Yuslianti, 2018). Senyawa fenolik banyak digunakan kemampuannya sebagai senyawa bioaktif yang berperan besar terhadap kepentingan manusia diantaranya berperan dalam menentukan rasa dan warna dalam makanan. Selain itu, senyawa fenolik memiliki kemampuan dalam mengikat radikal bebas dan memiliki kemampuan berinteraksi dengan protein (Diniyah & Lee, 2020). Senyawa fenolik bermanfaat bagi kesehatan diantaranya sebagai antioksidan, antimikroba, antikarsinogenik (Balasundram *et al.*, 2006), antiinflamasi, antihepatotoksik, anti tumor, anti mikroba, dan pengaruh terhadap sistem saraf pusat (Raharjo, 2013).

Senyawa fenolik sebagian besar diproduksi oleh pentosa fosfat, asam siklamat, fenilpropanoid, dan banyak ditemukan di tumbuhan. Kompleksitas senyawa fenolik bervariasi dari molekul sederhana hingga kompleks dan memiliki cincin aromatik yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenolik diisolasi menjadi sub-kelompok berdasarkan jumlah kelompok hidroksil fenolik yang ditambahkan dan elemen struktural yang menghubungkan cincin benzena, yakni asam fenolik, tanin, flavonoid, dan stilben (Singh *et al.*, 2016). Kelompok yang termasuk flavonoid diantaranya isoflavon, antosianin, flavanon, flavon, flavanol, flavon, dan flavonol. Senyawa fenolik yang terdapat dalam makanan terdiri dari flavonoid (60%) dan asam fenolik (30%) (Haminiuk *et al.*, 2012).

b. Penentuan Senyawa Fenolik

Penentuan kadar fenolik bertujuan untuk mengetahui jumlah senyawa fenolik yang ada pada sampel secara keseluruhan. Salah satu caranya yakni dengan mereaksikan reagen *Folin-Ciocalteu*, yakni dengan mengoksidasi senyawa fenolik yang ada dalam sampel. Kadar total fenolik dinyatakan dalam mg asam galat tiap gram ekstrak atau mgGAE/g ekstrak. Senyawa yang paling sering dijadikan standar dalam penentuan fenolik yaitu asam galat karena memiliki substansi yang

murni dan stabil. Selain itu, asam galat relatif lebih murah dibandingkan dengan senyawa fenolik yang lainnya. Dalam menentukan kandungan fenolik total menggunakan katalis berupa Na_2CO_3 (Pereira & Federal, 2006).

c. Mekanisme Senyawa Fenolik sebagai Antioksidan

Senyawa fenolik memiliki hubungan positif dengan aktivitas antioksidan sehingga dalam jumlah yang cukup dapat berpotensi menangkal radikal bebas yang ada. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Konyalioğlu *et al* (2005) menemukan bahwa kandungan total fenolik berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kandungan total fenolik maka kekuatan antioksidannya semakin meningkat (Lushaini *et al.*, 2015). Senyawa fenolik pada tanaman memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat membantu melindungi sel terhadap kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Hal ini terjadi karena adanya struktur cincin terkonjugasi dan gugus hidroksil sehingga senyawa fenolik berpotensi berfungsi sebagai antioksidan dengan pemulungan anion superoksida, oksigen singlet, dan radikal peroksi lipid, dan menstabilkan radikal bebas yang terlibat dalam proses oksidatif melalui hidrogenasi atau kompleks dengan spesies pengoksidasi (Apak *et al.*, 2007).

Antioksidan fenolik (ArOH) berperan dalam memutus reaksi inisiasi radikal bebas oleh transfer atom hidrogen atau oleh transfer elektron dengan cara membentuk kation radikal fenoksil Ar^+OH yang secara cepat dan reversibel mengalami deprotonasi dan membentuk radikal fenoksil (ArO^\bullet). Suatu radikal fenoksil dapat bergabung dengan radikal peroksil (ROO^\bullet) membentuk produk non-radikal. Antioksidan fenolik juga dapat bereaksi dengan radikal hidroksil atau berperan sebagai agen penangkap terdapat senyawa genotoksik elektrofilik seperti benzo(a)pyrene (Yuslianti, 2018).

Antioksidan fenolik (PPH) menghambat peroksidasi lemak dengan mendonasi cepat atom hidrogen ke radikal peroksil (ROO^\bullet)

sehingga menghasilkan formasi alkil hidroksi peroksida (ROOH). Berikut merupakan reaksinya:



Radikal fenoksil polifenol (PP[•]) yang dihasilkan dapat distabilkan lebih lanjut dengan mendonasikan atom hidrogen dan pembentukan kuinon, atau dengan bereaksi dengan radikal lain, termasuk radikal fenoksil lain, sehingga mengganggu proses inisiasi rantai baru. Antioksidan fenolik efektif dalam memperpanjang periode induksi ketika ditambahkan ke dalam minyak yang belum sepenuhnya rusak, namun inefektif dalam menghambat kerusakan lemak pada minyak yang sudah rusak. Efek konsentrasi antioksidan dalam tingkat autooksidasi tergantung pada beberapa faktor, diantaranya struktur antioksidan, kondisi oksidasi, dan sampel yang dioksidasi. Seringkali antioksidan dari komponen fenolik hilang pada konsentrasi tinggi dan menjadi prooksidan. Hal ini berkaitan dengan fenolik yang terlibat dalam reaksi inisiasi (Yuslianti, 2018).

8. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis dengan menggunakan panjang gelombang UV dan *Visible* sebagai area serapan dalam mendeteksi suatu senyawa. Umumnya, senyawa yang dapat diidentifikasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis merupakan senyawa yang memiliki gugus kromofor dan gugus auksokrom. Pengujian senyawa dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis tergolong cepat jika dibandingkan dengan metode lainnya (Handoyo Sahumena *et al.*, 2020). Metode analisis dengan spektrofotometri UV-Vis didasarkan pada interaksi radiasi elektromagnetik. Metode ini digunakan untuk menentukan konsentrasi analit yang memiliki gugus kromofor, dapat membentuk kompleks yang stabil, dan atau dapat membentuk fasa terlarut (Rohyami, 2021).

Panduan fungsi spektrofotometri UV-Vis adalah bahwa ketika cahaya monokromatik melewati suatu medium (susunan), sebagian cahaya akan diserap (I), sebagian akan diteruskan (I_t), dan sebagian akan

dipantulkan (I_r). Pengukuran spektrofotometri didasarkan pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa intensitas cahaya yang ditransmisikan berbanding terbalik dengan ketebalan dan sensitivitas media larutan ketika cahaya monokromatik dilewatkan melalui media transparan (Yanlinastuti & Fatimah, 2016). Spektrofotometri visibel disebut juga spektrofotometri sinar tampak. Cahaya yang diserap oleh suatu zat berbeda dengan cahaya yang terlihat oleh mata manusia. Sinar tampak yang dapat dilihat oleh mata manusia disebut dengan cahaya komplementer dengan panjang gelombang 400 – 800 nm. Tabel 6 menunjukkan spektrum warna pada spektrofotometri visibel.

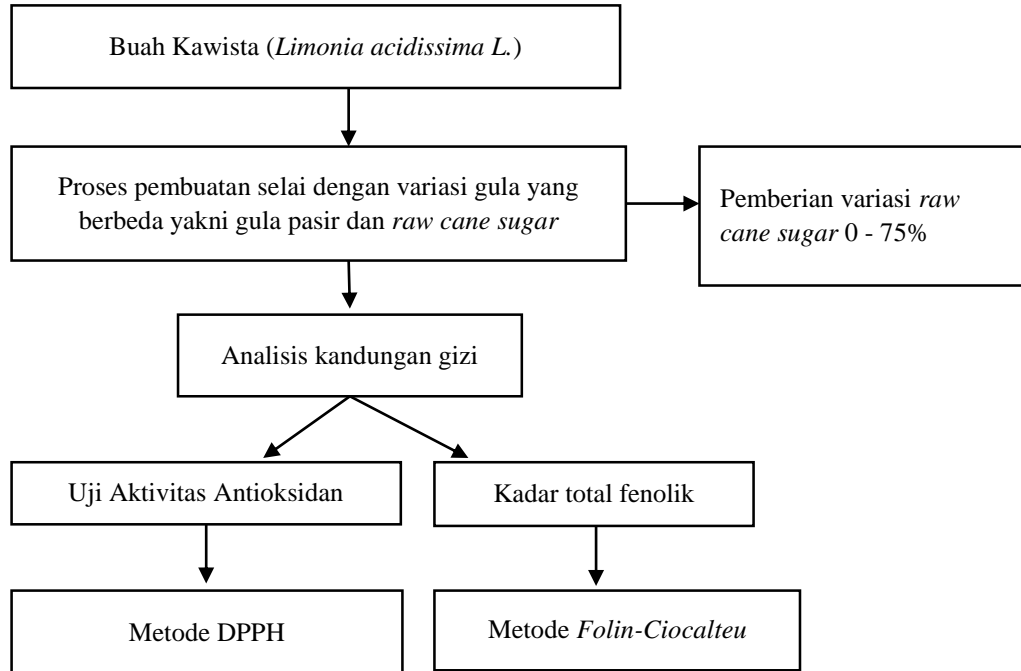
Tabel 6. Warna pada Spektrofotometri Visibel

Panjang gelombang (nm)	Warna yang Diserap	Warna Komplementer (warna yang terlihat)
400 – 435	ungu	hijau kekuningan
435 – 480	biru	kuning
480 – 490	biru kehijauan	jingga
490 – 500	hijau kebiruan	merah
500 – 560	hijau	ungu kemerahan
560 – 580	hijau kekuningan	ungu
580 – 595	kuning	biru
595 – 610	jingga	biru kehijauan
610 – 800	merah	hijau kebiruan

B. Kerangka Teori

Selai dibuat dengan memvariasikan beberapa perlakuan jenis gula yang ditambahkan. Terdapat dua jenis gula dalam pembuatan selai buah kawista yakni gula pasir dan *raw cane sugar*. Jumlah *raw cane sugar* yang ditambahkan yakni sebanyak 0%, 25%, 50%, dan 75%. Masing-masing variasi tersebut kemudian dilakukan analisis kandungan zat gizi yakni pada kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan selai tersebut. Analisis kadar total fenolik dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* sehingga diperoleh kadar fenolik dengan satuan GAE/g sampel dengan ekuivalen asam galat. Sedangkan metode DPPH digunakan untuk menganalisis aktivitas antioksidan, dibuat kurva sehingga persamaan regresi linier. Persamaan ini akan memberikan nilai IC_{50} yang menyatakan berapa banyak konsentrasi yang dibutuhkan dari sampel untuk

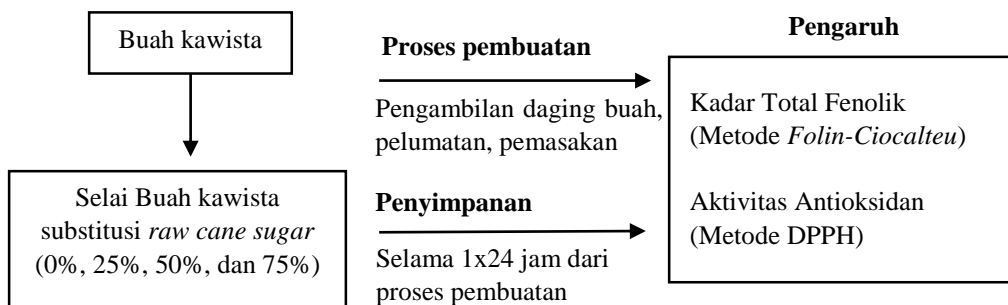
menghentikan radikal bebas DPPH pada 50% untuk aktivitas antioksidan yang akan dianalisis. Kerangka teori penelitian tersaji pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Kerangka Teori Penelitian

C. Kerangka Konsep

Penelitian ini memberikan perlakuan pada selai buah kawista dengan variasi jumlah dan jenis gula selama proses pembuatan selai. Pengujian ulang pada masing-masing sampel dilakukan sebanyak tiga batch tiga kali pengulangan. Dalam penelitian ini selai buah kawista yang dibuat dengan gula tebu mentah menjadi variabel bebas (*independen*). Uji aktivitas antioksidan dan kadar fenolik total merupakan variabel terikat (*dependen*) dalam penelitian ini. Konsep penelitian disajikan pada Gambar 9 berikut ini:



Gambar 9. Kerangka Konsep Penelitian

D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

1. Hipotesis 1

H_0 : Tidak terdapat pengaruh terhadap kadar total fenolik dalam selai buah kawista substitusi *raw cane sugar*

H_a : Terdapat pengaruh terhadap kadar total fenolik dalam selai buah kawista substitusi *raw cane sugar*

2. Hipotesis 2

H_0 : Tidak terdapat pengaruh terhadap aktivitas antioksidan selai buah kawista substitusi *raw cane sugar*

H_a : Terdapat pengaruh terhadap aktivitas antioksidan selai buah kawista substitusi *raw cane sugar*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Selai buah kawista substitusi gula tebu mentah digunakan sebagai sampel pada penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Pengaruh masing-masing sampel terhadap kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan selai akan dianalisis. Desain penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau disebut *Complete Random Design* adalah percobaan yang dirancang dengan melibatkan satu faktor sebanyak empat taraf perlakuan, tiga batch dan masing-masing dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

Bahan utama pembuatan selai yaitu buah kawista. Buah kawista merupakan buah musiman yang hanya berbuah satu tahun sekali dengan masa tunggu hingga buah matang yaitu 3 – 4 bulan. Buah kawista yang digunakan dalam penelitian ini merupakan buah yang telah matang pohon. Buah kawista yang sudah matang akan jatuh dengan sendirinya. Selain itu, kematangan buah juga ditandai dengan daging buah yang berwarna coklat kehitaman. Pembuatan selai kawista diawali dengan melakukan penyortiran yaitu dengan memilih buah yang pada bekas tangkainya tidak mengeluarkan cairan serta memilih buah yang kulitnya tidak pecah sehingga kualitas daging buah masih terjaga.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah konsentrasi substitusi *raw cane sugar* yang berbeda pada selai buah kawista. Adapun formula penelitian seperti pada Tabel 7 diperoleh dari modifikasi Linggawati (2020) dan L.Cervera-Chiner (2021) sebagai berikut:

1. Formula ke – 1 (F0 atau kontrol): sebanyak 200 gr buah kawista + 400 ml air + 0,6 gr asam sitrat + 6 gr CMC + gula pasir 110 gr (100%)
2. Formula ke – 2 (F1): sebanyak 200 gr buah kawista + 400 ml air + 0,6 gr asam sitrat + 6 gr CMC + gula pasir 82,5 gr (75%) + *raw cane sugar* 27,5 gr (25%)

3. Formula ke – 3 (F2): sebanyak 200 gr buah kawista + 400 ml air + 0,6 gr asam sitrat + 6 gr CMC + gula pasir 55 gr (50%) + *raw cane sugar* 55 gr (50%)
4. Formula ke – 4 (F3): sebanyak 200 gr buah kawista + 400 ml air + 0,6 gr asam sitrat + 6 gr CMC + gula pasir 27,5 gr (25%) + *raw cane sugar* 82,5 gr (75%)

Tabel 7. Rancangan Percobaan Penelitian

Batch	Formulasi Selai Buah Kawista Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>			
	F0 (0%)	F1 (25%)	F2 (50%)	F3 (75%)
1	P11F0	P11F1	P11F3	P11F3
	P12F0	P12F1	P12F3	P12F3
	P13F0	P13F1	P13F3	P13F3
2	P21F0	P21F1	P21F3	P21F3
	P22F0	P22F1	P22F3	P22F3
	P23F0	P23F1	P23F3	P23F3
3	P31F0	P31F1	P31F3	P31F3
	P32F0	P32F1	P32F3	P32F3
	P33F0	P33F1	P33F3	P33F3

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Buah kawista diperoleh dari penjual di Lasem, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Proses pembuatan sampel berupa produk selai akan dilakukan di laboratorium masak Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Kegiatan analisis kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan sampel dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penelitian telah dilakukan pada bulan Mei – Oktober 2023.

C. Variabel dan Definisi Operasional

1. Variabel Bebas

Variabel yang memiliki potensi untuk mempengaruhi atau menyebabkan variabel lain dikenal sebagai variabel bebas atau *independent variable*. Dalam penelitian eksperimental, perlakuan (*treatment*) yang diterima subjek untuk mengevaluasi efek atau hasil dari perubahan adalah variabel bebas (Purwanto, 2019). Variabel bebas pada penelitian ini adalah

variasi konsentrasi substitusi *raw cane sugar* yakni 0%, 25%, 50%, dan 75%.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat atau *dependent variable* merupakan variabel yang dipengaruhi atau variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Purwanto, 2019). Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan.

3. Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian disajikan dalam Tabel 8. Berikut:

Tabel 8. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Jenis Data	Cara Pengukuran	Instrumen	Hasil Ukur
Variabel bebas					
Konsentrasi <i>raw cane sugar</i>	Substitusi <i>raw cane sugar</i> dengan proporsi substitusi yang berbeda: F0 : substitusi 0% F1 : substitusi 25% (sebanyak 27,5 gram) F2 : substitusi 50% (sebanyak 55 gram) F3 : substitusi 75% (sebanyak 82,5 gram)	ordinal	Perhitungan komposisi dengan menggunakan timbangan digital	timbangan digital	gula pasir : <i>raw cane sugar</i> F0 = 100% : 0% F1 = 75% : 25% F2 = 50% : 50% F3 = 25% : 75%
Variabel Terikat					
Total Fenolik	Senyawa fenolik merupakan turunan fenol yang berfungsi sebagai antioksidan (Suhaera <i>et al.</i> , 2019)	rasio	Kuantitatif (Metode Folin-Ciocalteu)	Serangkaian alat Spektrofotometer UV-Vis	Absorbansi dan konsentrasi fenolik dinyatakan dalam mgGAE/g sampel.
Aktivitas Antioksidan	Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan radikal bebas sehingga dapat mencegah penyakit degeneratif (Pratiwi <i>et al.</i> , 2023)	rasio	Kuantitatif (Metode DPPH)	Serangkaian alat Spektrofotometer UV-Vis	Absorbansi, %inhibisi, dan nilai IC ₅₀

D. Prosedur Penelitian

1. Proses Pembuatan Sampel Selai Buah Kawista dengan Substitusi *Raw Cane Sugar*

a. Proses Persiapan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* merupakan langkah awal. Alat dan bahan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Alat Pembuatan Selai

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan selai yakni terdapat pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Alat Pembuatan Selai Kawista

Alat	Fungsi	Spesifikasi
Blender (Philips)	Penggilingan bahan menjadi lebih halus sehingga digunakan selama proses pembuatan selai	material tabung kaca
Saringan	Pemisahan bahan yang kurang halus (biji) ketika diblender	bahan plastik, ukuran 60 mesh
Spatula kayu	Pencampuran semua bahan yang digunakan dalam pembuatan selai	bahan kayu, <i>food grade</i>
Wajan (Maspion)	Pemasakan bahan-bahan hingga menjadi selai	bahan <i>stainless steel</i>
Panci (Maspion)	Wadah yang digunakan untuk memasak selai	material enamel
Kompur (Rinnai)	Sumber perapian dalam proses pembuatan selai	bahan <i>stainless steel</i> , terdapat 2 tungku
Sendok	Mempermudah dalam pengambilan bahan	sendok makan berbahan <i>stainless steel</i>
Baskom	Wadah untuk mencuci buah	bahan <i>stainless steel</i> , ukuran diameter 20 cm
Toples/jar selai	Wadah yang digunakan untuk penyimpanan selai yang sudah matang	bahan kaca yang sudah disterilisasi
Timbangan	Penimbangan bahan yang digunakan pada proses pembuatan selai	timbangan dapur digital
Gelas ukur	Penakaran air dan bubur buah sesuai dengan formula	bahan plastik, <i>food grade</i> , ukuran 500mL

2) Bahan pembuatan selai

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat selai telah diverifikasi kehalalannya. Tabel 10 mencantumkan produk beserta nomor sertifikat halal bahan yang dipakai dalam penelitian.

Tabel 10. Spesifikasi Bahan

No	Bahan	Spesifikasi	Titik Kritis	Nomor Sertifikat
1.	Buah Kawista	Pembelian buah kawista di Rembang, Jawa Tengah	tidak kritis	-
2.	Gula pasir	Merk Gulaku Premium,	kritis	LPPOM-00230096380619
3.	<i>Raw cane sugar</i>	Merek Country Fams, berat 1 kg	kritis	JAKIM.700-2/3/1051-07/2009
4.	Air mineral	Berwarna jernih, merk aqua	kritis	LPPOM-15160006190612
5.	CMC	Merek Koepoe-koepoe, berwarna putih, halus	kritis	LPPOM-00310056751110
6.	Asam sitrat	Merek Koepoe-koepoe, berwarna putih, halus	kritis	LPPOM-00310056751110

Formulasi bahan pembuatan selai kawista dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

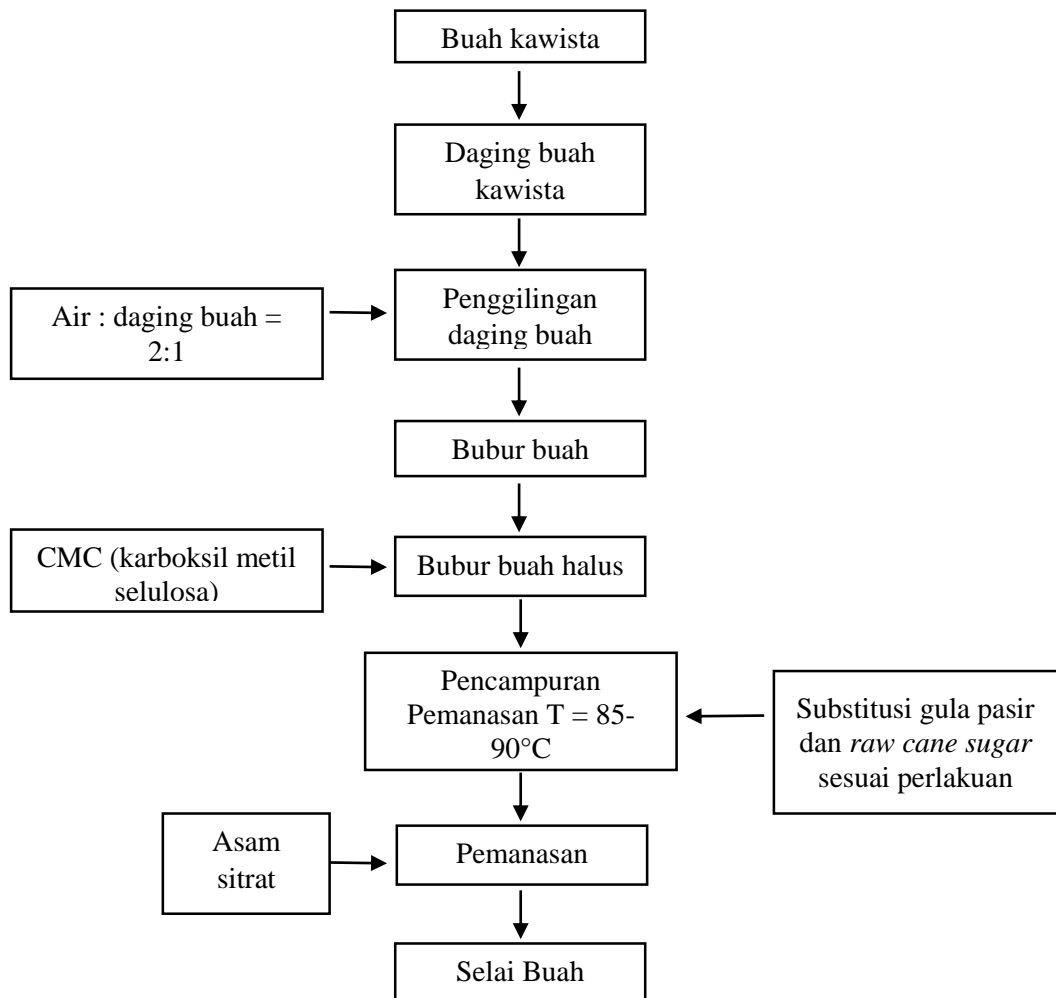
Tabel 11. Formulasi Bahan Pembuatan Selai Kawista

Bahan	Perlakuan			
	F0	F1	F2	F3
Buah kawista (g)	200	200	200	200
Air (ml)	400	400	400	400
Gula pasir (g)	110	87,5	55	27,5
<i>Raw cane sugar</i> (g)	0	27,5	55	87,5
CMC (g)	6	6	6	6
Asam sitrat (g)	0,6	0,6	0,6	0,6

Modifikasi dari: (Cervera-Chiner *et al*, 2021) dan (Linggawati *et al*, 2020)

b. Proses Pelaksanaan dan Penyelesaian

Proses pembuatan selai buah kawista (Gambar 10) yang memodifikasi pada Linggawati, Utomo, dan Kuswardani (2020) sebagai berikut:



Gambar 10. Proses Pembuatan Selai Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

2. Proses Pembuatan Ekstraksi Sampel Selai Buah Kawista

Proses pembuatan ekstrak selai yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

a. Persiapan Bahan

Sampel selai buah kawista diambil sebanyak 20 gram dan dikeringkan sehingga diperoleh bubuk selai kawista. Hasil tersebut kemudian disimpan untuk dilanjutkan dengan proses ekstraksi.

b. Pengambilan Ekstrak Selai Buah Kawista dengan Metode Maserasi

Pengambilan ekstrak selai buah kawista dilakukan menggunakan metode ekstraksi maserasi dan dilanjutkan dengan evaporasi. Setiap formula masing-masing ditambahkan dengan pelarut dengan perbandingan 1:5 selanjutnya didiamkan 3x24 jam pada wadah tertutup di suhu ruang. Selama proses maserasi dilakukan pengadukan setiap 4 jam sekali selama 5 menit. Selanjutnya filtrat disaring dan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* suhu 40°C kecepatan 100 rpm sehingga diperoleh filtrat kental (Suryani *et al.*, 2016).

3. Analisis Kadar Total Fenolik Metode *Folin-Ciocalteu*

Salah satu metode paling sederhana untuk mengukur aktivitas antioksidan adalah metode *Folin-Ciocalteu*. Tujuan dari mereaksikan reagen *Folin-Ciocalteu* yaitu untuk menentukan kandungan fenolik dengan melihat jumlah total senyawa fenolik dalam sampel. Dalam mengukur semua senyawa fenolik dalam sampel uji, reaksi reduksi dan oksidasi kolorimetri adalah metode dasarnya. Pada saat penelitian, dihasilkan larutan berwarna kuning kehijauan jika asam galat digabungkan dengan pereaksi *Folin-Ciocalteu*. Larutan kompleks berwarna biru kemudian dibuat dengan menambahkan larutan Na₂CO₃. Banyaknya warna biru yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi asam galat yang digunakan. Hal ini sejalan dengan fakta bahwa senyawa fenol dapat mengubah fusi-fungsi fosfomolibdat menjadi molibdenum biru karena adanya inti aromatik (Lee *et al.*, 2003). Pengukuran kadar total fenolik dinyatakan dalam mg asam galat tiap gram ekstrak atau mgGAE/g ekstrak sampel.

a. Alat

Alat yang digunakan dalam analisis kadar total fenolik yaitu alat spektrofotometer UV-Vis (*Thermo Scientific*), kuvet, gelas beker, kertas saring whatman 42, spatula, pengaduk, labu ukur (*Iwaki*), pipet volume (*HBG*), pipet tetes, neraca analitik (*Duratron*), tabung reaksi (*Iwaki*), dan rak tabung reaksi.

b. Bahan

Sampel yang digunakan adalah selai buah kawista dengan penambahan *raw cane sugar*. Selai dibuat dengan formulasi gula tertentu dan telah disimpan minimal 1x24 jam sejak selai dibuat. Bahan kimia dan reagen yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya aquades, etanol, metanol pa, reagen *Folin-Ciocalteu*, serbuk asam galat, dan sodium karbonat.

c. Cara Kerja

Penentuan kadar total fenolik menggunakan uji *Folin-Ciocalteu* dengan asam galat sebagai pembanding sesuai dengan yang dilakukan oleh (Apsari & Susanti, 2011) dengan beberapa modifikasi sebagai berikut:

1) Pembuatan Larutan Na_2CO_3 7,5%

Larutan Na_2CO_3 dibuat dengan melarutkan 7,5 gram Na_2CO_3 dengan 80mL aquades hingga larut sempurna. Larutan tersebut kemudian disaring dan diencerkan dengan aquades hingga batas 100 mL labu ukur.

2) Pembuatan Larutan Induk Asam Galat 50 mg/L

Dalam labu ukur 50 mL, sebanyak 2,5 mg asam galat dilarutkan hingga batas dalam aquades untuk menghasilkan larutan induk 50 mg/L.

3) Pembuatan Reagen Folin-Ciocalteu

Sebanyak 5mL reagen folin-ciocalteu diencerkan dengan aquades (1:10) pada labu ukur 50 mL kemudian digojog hingga larut sempurna.

4) Penetapan Panjang Gelombang Maksimum

Penetapan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mereaksikan 0,3 mL larutan asam galat konsentrasi 0,5 mg/L ditambahkan 1,5 mL larutan folin-ciocalteu, digojog, dan didiamkan selama 3 menit. Kemudian larutan tersebut ditambahkan 1,2 mL larutan Na_2CO_3 7,5% dihomogenkan dan didiamkan pada

suhu kamar selama 10 menit. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 700–800 nm (Dhurhanian & Novianto, 2019).

5) Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Pembuatan kurva baku dilakukan dengan mengambil 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mL larutan induk asam galat 50 mg/L sehingga didapatkan konsentrasi larutan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mg/L asam galat. Masing-masing konsentrasi larutan tersebut dipipet sebanyak 0,3 mL ditambahkan 1,5 mL reagen Folin-Ciocalteu lalu dikocok dan diinkubasi selama 3 menit. Kemudian masing-masing ditambahkan 1,2 mL larutan Na_2CO_3 , dikocok hingga homogen dan diinkubasi lagi selama 10 menit pada suhu kamar. Setelah itu diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum sehingga didapatkan kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat (mg/L) dengan absorbansi yang diperoleh.

6) Penentuan Kadar Total Fenolik Ekstrak Sampel

Sebanyak 0,3 mL ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan direaksikan 1,5 reagen *Folin-Ciocalteu* lalu dikocok dan diinkubasi selama 3 menit. Kemudian ditambahkan 1,2 mL larutan Na_2CO_3 , dikocok hingga homogen dan diinkubasi lagi selama 10 menit pada suhu kamar. Setelah itu diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimal.

7) Perhitungan Kadar Total Fenolik

Analisis diawali dengan membuat persamaan regresi linier yang didasarkan pada hasil absorbansi dari kalibrasi asam galat, dengan syarat nilai $R^2 > 0,95$. Persamaan regresi secara umum dirumuskan dengan $y = ax + b$, dengan Konsentrasi asam galat ditentukan sebagai nilai x , sedangkan nilai y ditentukan dari nilai absorbansi hasil spektrofotometri yang dibaca. Selanjutnya, memasukkan nilai absorbansi ekstrak sampel pada rumus sehingga diperoleh kadar

total fenolik yang dinyatakan dalam mgGAE/g sampel. Rumus perhitungan kadar total fenolik sebagai berikut:

$$\text{Kadar Total Fenolik} = \frac{V(L) \times x \left(\frac{\text{mgGAE}}{L} \right) \times FP}{\text{berat sampel ekstrak (g)}}$$

Keterangan:

V = volume sampel (L)

x = konsentrasi asam galat (mgGAE/L)

FP = faktor pengenceran

4. Analisis Kadar Antioksidan Metode DPPH

Metode yang dapat digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan salah satunya dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Metode DPPH berfungsi dalam mengukur aktivitas penghambatan radikal bebas dengan cara transfer hidrogen (Wulansari, 2018). Prinsip yang digunakan dalam metode ini adalah reduksi warna yang mengubah warna ungu menjadi kekuningan setelah inkubasi yang diperoleh dari gugus pikril (Nurul Aisyah *et al.*, 2021).

Kelebihan metode DPPH yakni mudah, cepat, sederhana, dan sensitif terhadap sampel bahkan dengan konsentrasi kecil (Wulansari, 2018). Selain itu, dalam jurnal perbandingan metode uji aktivitas antioksidan ditemukan bahwa metode DPPH dalam uji aktivitas antioksidan terhadap radikal paling efektif dan efisien dibandingkan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) dan metode FIC (*Ferrous Ion Chelating*) (Maesaroh *et al.*, 2018). Sedangkan kelemahan dari teknik DPPH adalah dalam sistem pengujiannya harus dilakukan dengan pelarut alami sehingga sulit untuk menguji yang bersifat hidrofilik (Wulansari, 2018).

a. Alat

Alat yang digunakan dalam analisis kadar antioksidan yaitu alat spektrofotometer UV-Vis (*Thermo Scientific*), kuvet, gelas kimia (*Iwaki*), labu ukur (*Iwaki*), gelas beaker (*Schott*), batang pengaduk, pipet volume (*HBG*), neraca analitik (*Duratron*), tabung reaksi (*Iwaki*), rak tabung reaksi, dan gelas ukur (*Iwaki*).

b. Bahan

Sampel yang digunakan adalah selai buah kawista dengan penambahan *raw cane sugar*. Selai dibuat dengan formulasi gula tertentu dan telah disimpan minimal 1x24 jam sejak selai dibuat. Selai buah kawista memiliki warna cokelat, memiliki tekstur lembut, dan cukup padat. Bahan kimia dan reagen yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya serbuk DPPH, etanol, metanol pa, dan serbuk asam askorbat.

c. Cara kerja

Aktivitas antioksidan ditentukan menggunakan metode DPPH. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan dalam pengujian aktivitas antioksidan:

1) Pembuatan Larutan DPPH

Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan 2 mg DPPH dalam 20 ml metanol sehingga diperoleh larutan DPPH konsentrasi 100 mg/L. Setelah itu diencerkan lagi dengan metanol sehingga diperoleh konsentrasi 20 mg/L sebanyak 100 mL. Larutan DPPH harus selalu ditutup dengan aluminium foil dan selalu dibuat baru. (Albab *et al.*, 2018).

2) Optimasi Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Pengukuran absorbansi larutan DPPH 20 mg/L pada panjang gelombang 450 – 550 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Fibonacci, 2020).

3) Uji Larutan Blanko

Pengukuran nilai absorbansi larutan DPPH 20 mg/L sebanyak 4 mL pada panjang gelombang maksimumnya (Restiana, 2020).

4) Pengujian Antioksidan Ekstrak Sampel

Setiap ekstrak sampel dilakukan pengenceran dengan variasi 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L. Larutan DPPH 20 mg/L sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL ekstrak sampel untuk setiap konsentrasi. Larutan tersebut

dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit dalam kondisi gelap pada suhu ruangan, atau harus selalu ditutup dengan aluminium foil (Fibonacci, 2020).

5) Pembuatan Larutan Perbandingan (Vitamin C)

Vitamin C digunakan sebagai perbandingan dan kontrol positif dalam penelitian ini. Pembuatan larutan vitamin C dengan melarutkan 0,1 mg serbuk vitamin C dengan metanol hingga 10 mL sehingga diperoleh larutan stok dengan konsentrasi 10 mg/L. Kemudian larutan induk vitamin C 10 mg/L tersebut dilarutkan dengan metanol ada labu ukur berukuran 10 mL sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 mL hingga berbagai konsentrasi yakni 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 mg/L.

6) Pengujian Antioksidan Larutan Perbandingan (Vitamin C)

Untuk setiap seri konsentrasi larutan perbandingan diambil 2 mL ke dalam tabung reaksi selanjutnya tambahkan 2 mL larutan DPPH 20 mg/L, kemudian dikocok dan dibiarkan selama 30 menit lalu pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Restiana, 2020).

7) Penentuan Nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan yang diperoleh dari masing-masing sampel dan antioksidan perbandingan vitamin C dinyatakan dalam persen inhibisi. Perhitungan tersebut dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{(A \text{ blanko} - A \text{ sampel}) \times 100\%}{A \text{ blanko}}$$

Keterangan:

A blanko = Absorbansi DPPH

A sampel = Absorbansi sampel uji

Rumus regresi linier menunjukkan hubungan antara konsentrasi fraksi antioksidan sebagai sumbu x dan persentase penghambatan dari rangkaian replikasi pengukuran sebagai sumbu y. Persamaan

yang diperoleh digunakan untuk menghitung nilai IC_{50} untuk setiap konsentrasi sampel (Purwanto *et al.*, 2017).

E. Teknik Pengolahan Data

Berikut ini merupakan teknik pengolahan data dari penelitian ini:

1. Jenis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data primer kuantitatif berupa hasil uji laboratorium dari kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan

- a. Data kadar total fenolik diperoleh dengan melakukan uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
- b. Data aktivitas antioksidan diperoleh dengan melakukan uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

2. Instrumen Penelitian

Berikut adalah instrumen yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Analisis kadar total fenolik diperoleh dari hasil konsentrasi fenolik yang dinyatakan dalam satuan mgGAE/g sampel dengan menggunakan uji *Folin-Ciocalteu* metode spektrofotometri UV-Vis.
- b. Analisis aktivitas antioksidan diperoleh dari hasil uji daya tangkap radikal bebas yang dinyatakan dalam IC_{50} dengan menggunakan uji DPPH metode spektrofotometri UV-Vis.

F. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini merupakan jenis data kuantitatif. Microsoft Excel dan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) digunakan untuk mengolah semua data yang diperoleh. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian hipotesis penelitian (Dahlan, 2014):

1. Uji Normalitas Data

Uji normalitas data merupakan langkah awal dalam pengujian hipotesis penelitian untuk mengetahui sebaran data berdistribusi normal

atau tidak. Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas yakni memenuhi nilai signifikansi. Jika nilai sig. $>0,05$ maka data berdistribusi normal, namun jika nilai sig. $<0,05$ maka data tersebut tidak terdistribusi normal. Hipotesis yang digunakan dalam uji normalitas yaitu:

H_0 : data terdistribusi normal

H_a : data terdistribusi tidak normal

2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang dilakukan adalah uji komparatif numerik tidak berpasangan 4 kelompok tidak berpasangan. Berdasarkan uji normalitas sebelumnya, apabila data yang diperoleh terdistribusi normal maka menggunakan **Uji One Way Anova**, namun apabila data yang diperoleh tidak terdistribusi normal maka dilakukan **Uji Kruskal Wallis**. Uji hipotesis tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata kadar fenolik dan aktivitas antioksidan berdasarkan perlakuan substitusi *raw cane sugar* yang dilakukan dalam proses pembuatan selai buah kawista. Hipotesis yang digunakan yakni sebagai berikut:

a. Hipotesis 1

H_0 : Tidak terdapat pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap kadar total fenolik dalam selai buah kawista

H_a : Terdapat pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap kadar total fenolik dalam selai buah kawista

b. Hipotesis 2

H_0 : Tidak terdapat pengaruh substitusi *raw cane sugar* terhadap aktivitas antioksidan selai buah kawista

H_a : Terdapat pengaruh substitusi *raw cane sugar*. terhadap aktivitas antioksidan selai buah kawista

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Produk Selai Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

Selai merupakan salah satu bentuk pengolahan dari bubur buah-buahan yang diolah dengan menggunakan gula hingga mengental. Syarat selai yang baik adalah transparan, mudah dioleskan, dan memiliki rasa dan aroma buah asli (PATPI, 2020). Dalam proses pembuatan selai yang bermutu dibutuhkan bahan baku yang berkualitas, cara pengolahan dan komposisi yang tepat, serta penambahan bahan tambahan yang sesuai. Terdapat empat bahan utama yang diperlukan dalam pembuatan selai, yaitu buah, pektin, gula, dan asam.

Buah yang digunakan dalam pembuatan selai yaitu buah kawista. Buah kawista termasuk ke dalam suku jeruk-jerukan (*Rutaceae*) dan dikenal dengan aroma dan rasa yang khas. Setiap 100 gram daging buah kawista mengandung pektin sebanyak 3 – 5% (Bhavsar *et al.*, 2022). Buah-buahan yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan selai yakni buah yang memiliki tekstur yang padat dan memiliki kandungan pektin tinggi karena berperan penting dalam keberhasilan hasil akhir dari pembuatan selai (PATPI, 2020). Selama proses pemanasan buah, pektin akan terlepas membentuk rantai panjang dan berikatan satu sama lain sehingga membentuk gel. Proses ini yang mengakibatkan kandungan air dalam selai semakin berkurang dan selai akan mengental (Brunning, 2014).

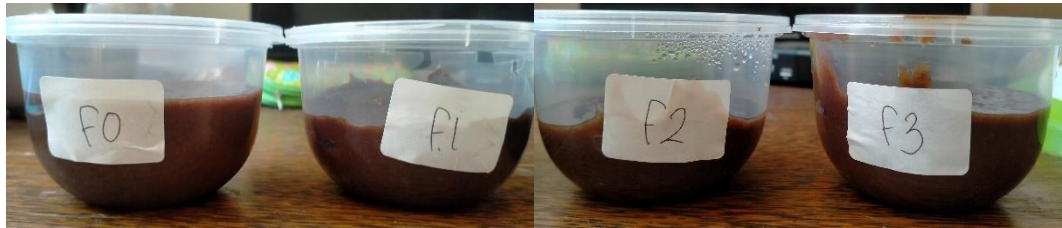
Gula yang digunakan terdiri dari dua macam yakni gula pasir dan *raw cane sugar* (gula tebu mentah). Kedua jenis gula tersebut memiliki persamaan yakni dapat dijadikan pemanis dalam makanan atau minuman. Namun, hal yang membedakan dari keduanya yaitu zat gizi yang terkandung di dalamnya. Gula pasir terdiri atas sukrosa saja, sedangkan *raw cane sugar* kaya akan senyawa senyawa bioaktif alami seperti asam fenolik (caffaic, asam klorogenat, kumarat), flavonoid (naringenin, tricetin, apigenin, dan turunan luteolin) serta alkohol rantai panjang yang dikenal sebagai policosanol (Azlan *et al.*, 2020). Maka penggunaan *raw cane sugar* dapat berkontribusi dalam meningkatkan

nilai gizi makanan sehingga mendukung pola konsumsi makan yang lebih sehat (Cervera-Chiner *et al.*, 2021). Penambahan gula pada pembuatan selai berperan untuk aktivasi pektin melalui dehidrasi molekul pektin. Selain itu, selama pemanasan akan terjadi pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa sehingga terjadi karamelisasi yang mengakibatkan warna selai menjadi gelap (Rahmah & Aulia, 2022).

Asam yang ditambahkan yakni asam sitrat. Asam sitrat merupakan senyawa intermediet dari asam organik dengan bentuk serbuk putih atau kristal yang bersifat mudah larut air, spiritus, dan etanol, rasanya asam, tidak berbau, dan jika dipanaskan akan meleleh. Asam sitrat juga dapat dijadikan sebagai pengawet karena mencegah kristalisasi pada madu dan gula-gula. Asam berperan dalam membantu pektin mengeras. Gugus COOH dalam pektin akan terionisasi dan muatan negatif pada molekul yang disebabkan oleh ionisasi menyebabkan tolakan sehingga mencegah rantai pektin membentuk gel. Oleh karena itu dibutuhkan pH kisaran 2,8 – 3,3 karena pada pH yang lebih asam, gugus COOH tidak terionisasi dan menurunkan gaya tolak (Brunning, 2014).

Bahan lain yang dapat ditambahkan dalam pembuatan selai yaitu CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). CMC berperan sebagai *gelling agent* atau pengental sehingga diperoleh tekstur selai yang diinginkan. Penambahan CMC tidak berpengaruh rasa dan warna pada selai(Linggawati *et al.*, 2020).

Pembuatan selai dalam penelitian ini dilakukan pada bulan September 2023. Selai buah kawista berwarna coklat, kental, memiliki rasa asam dan manis, serta beraroma khas buah kawista. Pembuatan selai buah kawista dilakukan variasi komposisi gula dengan empat taraf perlakuan yaitu 100% gula pasir (F0), 75% gula pasir dan 25% *raw cane sugar* (F1), 50% gula pasir dan 50% *raw cane sugar* (F2), dan 25% gula pasir dan 75% *raw cane sugar* (F3).Serangkaian proses pengolahan menghasilkan hasil produk akhir seperti pada Gambar 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Selai Buah Kawista
(Dokumentasi Pribadi)

Pangan merupakan kebutuhan esensial manusia yang harus terpenuhi. Makanan yang dimakan tidak hanya diartikan sebagai keinginan yang memuaskan namun makanan yang dimakan dibutuhkan juga dalam aspek kesehatan. Semua hal yang dimakan hari ini akan memberikan keuntungan di beberapa tahun mendatang. Dengan demikian, makanan yang dikonsumsi harus berkualitas (kandungan gizi) dan memberikan dampak positif bagi tubuh. Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

﴿يٰۤاَيُّهَاۤ اٰدَمُ خُذْ وَاٰزِيۤنَكَ مِمَّا رَزَقْنٰكَ عِنۡدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَّكُلُوۡا وَشَرِبُوۡا وَاَلَّا تُسْرِفُوۡۤا اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيۡنَ ؕ﴾

“ Wahai anak cucu Adam, pakailah pakaianmu yang indah pada setiap (memasuki) masjid dan makan serta minumlah, tetapi janganlah berlebihan. Sesungguhnya Dia tidak menyukai orang-orang yang berlebihan ” (QS al-A'raf [7]:31).

Dalam tafsir ayat tersebut memerintahkan untuk makan makanan yang halal, enak, bermanfaat lagi bergizi, dan perintah untuk tidak berlebih-lebihan dalam segala sesuatu (Shihab, 2016). Riwayat ath-Thabrani dan al-Baihaqi dari Ibnu Umar bahwa pada masa Jahiliyah ketika melaksanakan haji manusia makan makanan yang mengenyangkan saja tanpa menambah zat gizi dan vitamin yang diperlukan oleh tubuh sehingga diturunkanlah ayat ini. Ayat tersebut memerintahkan manusia untuk makan makanan dan minum minuman yang harus disempurnakan zat gizinya dan diatur waktu makannya sehingga terpelihara kesehatannya. Mengatur makan dan minum erat kaitannya dengan kesehatan. Tubuh yang sehat dapat meningkatkan beribadah kepada Allah. Oleh karena itu, Allah makan dan minum berlebihan dan melampaui batas karena dapat mendatangkan penyakit.

2. Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan yaitu selai buah kawista dengan empat formulasi yang dibedakan oleh komposisi gula yang digunakan selama proses pembuatan. Proses pembuatan selai diawali dengan sortasi buah. Kriteria buah kawista yang dipilih yaitu utuh, tidak pecah, tidak berair, dan bagian dalam buahnya berwarna coklat yang mengindikasikan buah tersebut matang. Buah kawista kemudian dibersihkan dengan dicuci menggunakan air mengalir. Buah kawista dikupas, diambil daging buahnya kemudian ditimbang sebanyak 200 gram untuk setiap perlakuan. Setelah penimbangan buah kawista dihancurkan menggunakan blender dengan penambahan air (rasio buah:air = 1:2). Bubur buah disaring agar didapat bubur buah dengan biji halus. Kemudian bubur buah dicampurkan dengan CMC sebanyak 1% (b/b dari bubur buah). Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 85 – 90°C selama 15 menit. Selama pemanasan ditambahkan dengan gula dengan total 110 gram gula tiap formula pada menit ke 5. Asam sitrat ditambahkan sebanyak asam sitrat sebanyak 0,1% b/b setelah kompor dimatikan. Selai kawista tersebut kemudian dikemas dalam jar kaca 200 mL dengan metode hot filling. Selai Kawis yang sudah dibotolkan kemudian disimpan pada refrigerator.

Masing-masing formulasi selai tersebut dilakukan tahap ekstraksi untuk dilakukan uji kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan. Sampel selai kawista berbagai formulasi tersebut dikeringkan sehingga diperoleh bubuk selai. Proses ini bertujuan untuk mempermudah ekstraksi sampel. Sampel yang sudah dikeringkan kemudian diekstraksi dengan metode maserasi. Metode ekstraksi maserasi merupakan metode sederhana untuk mengekstraksi bahan alam tanpa dilakukan pemanasan. Proses ekstraksi ini dilakukan dengan prosedur dan alat yang sederhana tanpa adanya pemanasan sehingga metode ini dapat menghindari rusaknya senyawa metabolit sekunder yang tidak stabil pada suhu tinggi (Mukhtarini, 2014).

Metode ekstraksi penelitian ini dilakukan menggunakan pelarut etanol karena mampu menghasilkan ekstrak murni dari bahan aktif yang lebih banyak mulai dari yang bersifat polar dan semipolar sehingga mempermudah proses

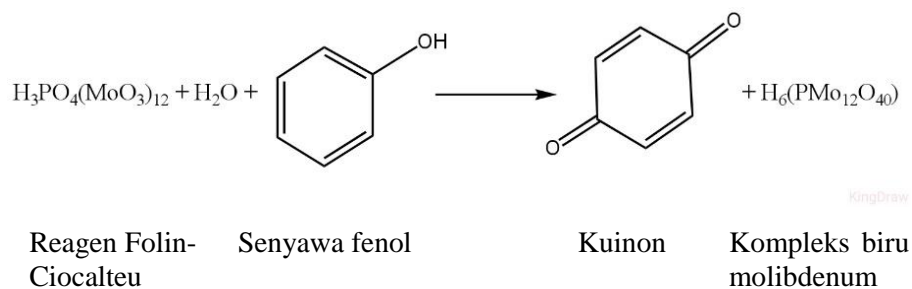
identifikasi. Pelarut etanol mampu menyaring senyawa kimia lebih banyak dibandingkan metanol dan air (Riwanti *et al.*, 2020). Prinsipnya adalah pengikatan atau pelarutan zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut atau dikenal dengan istilah *like dissolved like*. Langkah kerjanya yaitu dengan merendam simplisia dalam suatu wadah menggunakan pelarut selama beberapa hari sambil diaduk, kemudian disaring sehingga diperoleh cairan bening (Agoes, 2009). Perendaman selama proses maserasi bertujuan untuk merusak dinding sel sehingga dapat mengekstrak senyawa-senyawa kimia yang larut dan berdifusi untuk mencapai kesetimbangan konsentrasi (Azwanida, 2015). Proses maserasi dilaksanakan selama tiga hari dengan pengadukan secara berkala. Selanjutnya filtrat disaring dan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* suhu 40°C kecepatan 100 rpm sehingga diperoleh filtrat kental (Suryani *et al.*, 2016).

Metode yang digunakan untuk mengukur kadar total fenolik yaitu metode *Folin-Ciocalteu* dan aktivitas antioksidan pada sampel yaitu metode DPPH. Keduanya diukur menggunakan alat yang sama yaitu spektrofotometer Ultra Violet-Visibel (UV-Vis). Prinsip kerja alat ini berdasar pada serapan cahaya, dimana atom dan molekul pada sampel berinteraksi dengan cahaya (Aleixandre-Tudo & du Toit, 2019)

3. Uji Total Fenolik

Analisis kadar total fenolik dilakukan pada keempat formula produk selai. Pengukuran kadar total fenolik pada sampel dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu*. Metode *Folin-Ciocalteu* dipilih karena mudah digunakan, sensitif, dan murah. Namun, kekurangan metode ini yaitu tidak dapat menentukan kandungan senyawa fenolik secara spesifik dan dapat bereaksi dengan senyawa lain yang mengandung gugus hidroksil (Salim *et al.*, 2020). Prinsip dari metode ini adalah terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru yang dapat diukur dengan panjang gelombang 730 nm. Reagen tersebut dapat bereaksi dengan gugus fenolik yang berada pada sampel sehingga membentuk larutan berwarna biru. Semakin pekat warna biru yang terlihat, maka semakin besar konsentrasi senyawa fenolik pada sampel (Ismail *et al.*, 2012). Pereaksi ini mengoksidasi

dan mereduksi fosfotungstat-fosfomolibdat yang terdapat pada *Folin-Ciocalteu* menjadi suatu kompleks molibdenum tungstat (Gambar 12). Reagen *Folin-Ciocalteu* akan tereduksi sementara hidroksil pada fenol akan teroksidasi. Senyawa fenolik bereaksi dalam suasana basa agar terjadi disosiasi proton pada senyawa fenolik menjadi ion fenolat. Oleh karena itu, agar reaksi tersebut dapat berlangsung maka diperlukan penambahan sodium hidroksida untuk menciptakan suasana basa (Furi *et al.*, 2020). Reaksi senyawa fenol dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen Folin-Ciocalteu

Proses analisis total fenolik melewati beberapa tahapan yaitu penentuan panjang gelombang maksimum, pembuatan kurva larutan asam galat, dan pengukuran absorbansi sampel.

a. Optimasi Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang suatu zat dapat menyerap cahaya paling banyak. Selain itu mengukur penyerapan pada panjang gelombang ini sangat penting digunakan untuk menghitung jumlah senyawa fenolik yang ada dalam sampel secara akurat (Aleixandre-Tudo & du Toit, 2019). Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan rangkaian spektrofotometer UV-Vis menunjukkan nilai absorbansi maksimum pada panjang gelombang 730 nm.

b. Kurva Kalibrasi Asam Galat

Asam galat merupakan salah satu senyawa alami turunan asam hidroksibenzoat. Asam galat yang direaksikan dengan pereaksi *Folin-Ciocalteu* dalam suasana basa dapat menghasilkan warna biru yang

menandakan positif mengandung fenol (Nofita *et al.*, 2020). Larutan standar asam galat dengan berbagai konsentrasi dan direaksikan dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dan Na_2CO_3 untuk menghasilkan kompleks berwarna biru. Semakin tinggi konsentrasi asam galat, maka warna biru yang dihasilkan akan semakin pekat. Hal ini sesuai dengan ketentuan bahwa adanya inti aromatis pada senyawa fenol dapat mereduksi fosfomolibdat fosfotungstat menjadi senyawa berwarna biru (Sam *et al.*, 2016).

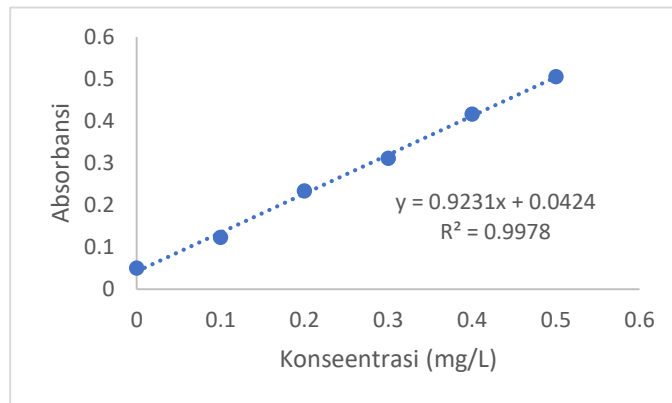
Pada penentuan kadar fenolik total, larutan asam galat dibuat dengan deret konsentrasi yaitu 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5 mg/L. Larutan asam galat tersebut direaksikan dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dan Na_2CO_3 7,5% lalu didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya matahari. Selanjutnya, larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 730 nm. Masing-masing konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Hasil dari pengukuran tersebut diperoleh rata-rata nilai absorbansi seperti terlihat pada Tabel 12 berikut:

Tabel 12. Rerata Hasil Absorbansi Larutan Standar Asam Galat

Konsentrasi (mg/L)	Rata-Rata Absorbansi \pm SD
0,5	0,504 \pm 0,001
0,4	0,413 \pm 0,003
0,3	0,312 \pm 0,001
0,2	0,235 \pm 0,001
0,1	0,122 \pm 0,002
0	0,050 \pm 0,002

Keterangan: SD : Standar Deviasi

Berdasarkan hasil rata-rata absorbansi larutan asam galat (Tabel 12) dapat diperoleh persamaan regresi linier yaitu $y = 0,92x + 0,0427$ dengan $R^2 = 0,9977$ seperti pada Gambar 13. Nilai R yang mendekati satu menunjukkan bahwa persamaan regresi yang dihasilkan adalah linear. Perhitungan ini didasarkan pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa konsentrasi larutan sampel linear dengan absorbansinya. Persamaan regresi linier tersebut digunakan untuk mengukur kadar total fenolik pada keempat formulasi selai buah kawista dengan memasukkan nilai pengukuran absorbansi sampel ke dalam persamaan.



Gambar 13. Kurva Kalibrasi Asam Galat

c. Pengukuran Absorbansi Ekstrak Sampel

Pengukuran kadar total fenolik pada sampel selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* dilakukan dengan mereaksikan larutan sampel dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dan Na_2CO_3 7,5% lalu didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya matahari. Larutan ekstrak sampel yang telah direaksikan dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dan Na_2CO_3 tersebut berubah warna menjadi berwarna biru. Hal ini menandakan bahwa sampel selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* terdapat kandungan senyawa fenolik di dalamnya. Selanjutnya, masing-masing larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang 730 nm. Sama halnya dengan sebelumnya, pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil yang tepat. Hasil rata-rata data absorbansi masing-masing sampel yang diperoleh tersaji pada Tabel 13. berikut.

Tabel 13. Rerata Hasil Absorbansi Ekstrak Sampel

Sampel	Rata-Rata Absorbansi \pm SD
F0	0,228 \pm 0,001
F1	0,235 \pm 0,001
F2	0,242 \pm 0,002
F3	0,273 \pm 0,001

Keterangan: SD : Standar Deviasi

Rata-rata absorbansi yang diperoleh dari berbagai variasi perlakuan, selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier dari kurva standar asam galat. Kandungan total fenolik pada masing-masing ekstrak sampel dinyatakan sebagai GAE (ekuivalen asam galat). Hasil akhir

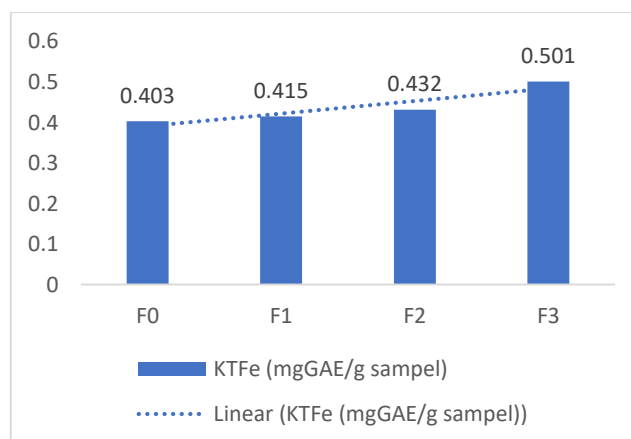
perhitungan kadar total fenolik pada sampel selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* terdapat pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Hasil Kadar Total Fenolik Sampel

Sampel	KTFe (mgGAE/g sampel) \pm SD	p (value)
F0	0,403 ^a \pm 0,001	0,000*
F1	0,415 ^b \pm 0,003	
F2	0,432 ^c \pm 0,005	
F3	0,501 ^d \pm 0,003	

Keterangan: SD : Standar Deviasi; *) perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$)

Hasil pengukuran dan perhitungan sampel didapatkan kandungan total fenolik pada ekstrak selai buah kawista dengan variasi substitusi *raw cane sugar* seperti tersaji dalam Tabel 14. Hasil uji statistik yang diperoleh dari kadar total fenolik ekstrak selai buah kawista menunjukkan data normal (nilai sig. $> 0,05$) dan data homogen (nilai sig $0,571 > 0,05$) sehingga dapat dilanjutkan uji ANOVA. Berdasarkan hasil uji ANOVA yang telah dilakukan nilai sig yang diperoleh yaitu 0,000 (sig $< 0,05$) sehingga H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan ekstrak selai kawista substitusi *raw cane sugar* pada kadar fenolik totalnya. Hasil uji lanjut Duncan terhadap kadar total fenolik masing-masing formulasi menunjukkan perbedaan yang nyata antara satu formulasi dengan formulasi lainnya, ditunjukkan dengan notasi huruf yang berbeda.



Gambar 14. Diagram kadar total fenolik pada sampel uji

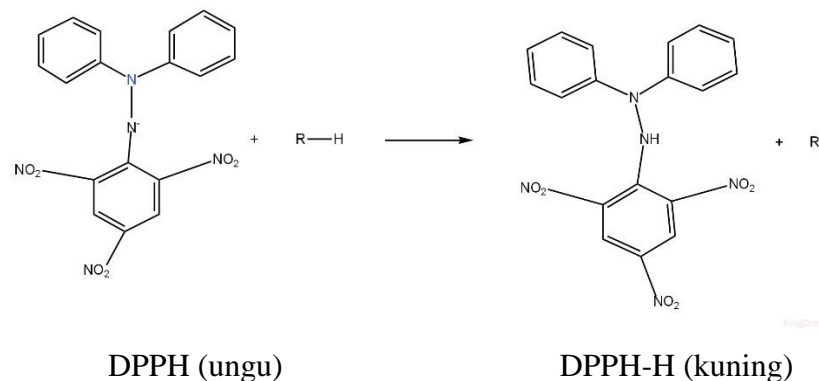
Menurut data tabel (Tabel 14) dan grafik (Gambar 14) yang telah disajikan, data yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel selai kawista F3 menunjukkan kadar total fenolik tertinggi dibandingkan formulasi lainnya yang memperlihatkan bahwa naiknya persentase *raw cane sugar* yang disubstitusikan dalam sampel mengakibatkan kenaikan kadar total fenolik sampel uji. Dengan kata lain hasil kadar total fenolik semakin meningkat seiring dengan banyaknya substitusi *raw cane sugar* pada formulasi selai. Hal ini membuktikan senyawa fenolik yang terkandung pada *raw cane sugar* berkontribusi besar dalam kenaikan total fenolik selai buah kawista. Penelitian menunjukkan bahwa jenis gula yang ditambahkan dapat memengaruhi kandungan total fenolik pada sampel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cervera (2021) bahwa peningkatan persentase *raw cane sugar* meningkatkan kandungan total fenol dan flavonoid pada selai kiwi dan stroberi yang disebabkan oleh kandungan fenolik tebu pada *raw cane sugar* (Cervera-Chiner *et al.*, 2021).

Hasil penelitian kadar total fenolik menunjukkan bahwa ekstrak etanol selai kawista substitusi *raw cane sugar* memiliki kadar total fenolik tertinggi pada F3 sebesar 0,501 mgGAE/g sampel. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti asal India yaitu Darsini, *et al.*, (2013) bahwa hasil kandungan fenolik ekstrak metanol buah kawista yang diekstraksi dengan metode sokhletasi sebesar 22,52 GAE/g berat kering. Adanya perbedaan hasil yang signifikan tersebut dikarenakan sampel yang digunakan, metode ekstraksi yang dipilih, dan pelarut yang digunakan berbeda. Hasil penentuan kadar total fenolik pada ekstrak etanol daun kersen dengan metode maserasi lebih rendah dibandingkan dengan kadar total fenolik pada ekstrak etanol daun kersen dengan metode sokletasi (Puspitasari & Prayogo, 2017).

4. Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan terhadap empat formulasi ekstrak etanol selai kawista substitusi *raw cane sugar*, yaitu F0 (kontrol), F1, F2, dan F3 dengan urutan substitusi *raw cane sugar* 0%, 25%, 50%, dan 75%.

Pengujian dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Pemilihan metode ini karena mudah, sederhana, cepat, sensitif dan hanya memerlukan sedikit sampel serta memberikan hasil yang akurat (Molyneux, 2004). Prinsip dasarnya adalah pengukuran daya penangkapan radikal bebas dalam pelarut polar oleh senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan. Adanya reaksi antara antioksidan dengan radikal bebas DPPH (Gambar 15) ditentukan dengan adanya penurunan nilai absorbansi. Pada awalnya, radikal bebas DPPH berwarna ungu tua karena memiliki elektron yang tidak berpasangan. Ketika radikal bebas DPPH bereaksi dengan senyawa antioksidan dalam jumlah yang lebih banyak maka DPPH akan tereduksi sehingga akan terjadi perubahan warna yaitu pemudaran warna ungu (DPPH) dan menjadi warna kuning (DPPH-H) yang berasal dari gugus pikril (Martiningsih *et al.*, 2016). Pengukuran aktivitas antioksidan diukur dengan panjang gelombang 517 nm.



Gambar 15. Reaksi DPPH dengan Senyawa Antioksidan

a. Optimasi Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Optimasi panjang gelombang DPPH dilakukan melalui pengukuran absorbansi sehingga diperoleh panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum ini akan memberikan serapan paling optimal dan memberikan kepekaan yang paling besar pada larutan uji sehingga dengan menggunakan panjang gelombang maksimum dapat diperoleh nilai absorbansi yang optimal pada sampel (Membri *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi DPPH pada didapatkan panjang gelombang maksimumnya adalah 517 nm. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Tirzitis

dan Bartosz (2010) bahwa DPPH (radikal bebas yang stabil) akan kehilangan warna ungu tua saat menerima hidrogen dari pendonor pada panjang gelombang maksimal 515 – 517 nm.

b. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Selai Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dilakukan untuk menentukan seberapa besar aktivitas suatu sampel untuk menghambat radikal stabil DPPH dengan cara mendonorkan atom hidrogen. Sampel yang memiliki aktivitas antioksidan akan mereduksi DPPH menjadi DPPH-H. Reduksi terjadi ditandai dengan perubahan warna DPPH (ungu) menjadi DPPH-H (kuning) (Molyneux, 2004). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penambahan ekstrak etanol selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* mampu memudahkan warna ungu dari larutan DPPH tersebut. Perubahan warna ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan yaitu bahwa radikal bebas DPPH telah tereduksi oleh sampel. Selain itu, proses reduksi radikal bebas terlihat dari adanya penurunan nilai absorbansi larutan uji (Apak *et al.*, 2007).

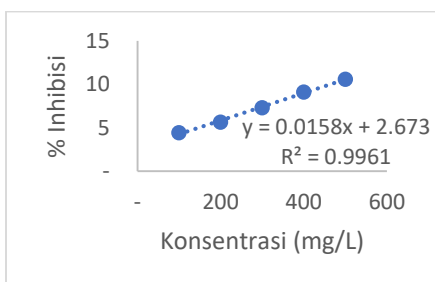
Uji aktivitas antioksidan pada sampel dilakukan dengan bervariasi ekstrak selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* menjadi berbagai konsentrasi yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L dan dilakukan pengukuran dengan panjang gelombang 517 nm. Berdasarkan pengukuran pada masing-masing perlakuan sampel tersebut didapatkan hasil berupa nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi sampel sehingga diperoleh persentase nilai inhibisi (%I) menggunakan rumus. Persen inhibisi dapat menggambarkan kemampuan antioksidan pada sampel untuk menangkap radikal bebas pada konsentrasi larutan uji. Berdasarkan penelitian, rata-rata nilai persentase inhibisi (Tabel 15) menunjukkan perubahan yaitu terjadi kenaikan antara formulasi kontrol hingga formulasi ketiga pada konsentrasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa persentase substitusi *raw cane sugar* dapat meningkatkan kemampuan antioksidan ekstrak buah kawista.

Tabel 15. Hasil Rata-Rata Persentase Nilai Inhibisi Selai Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

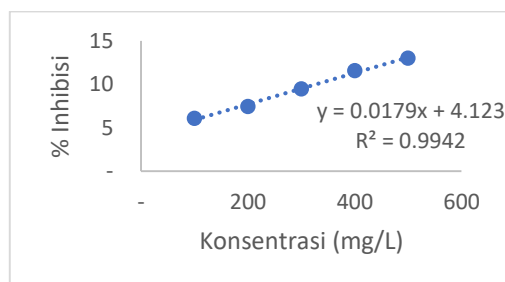
Sampel	Ekstrak (mg/L)	Rata-Rata %I Sampel ± SD
F0	100	4,429 ± 0,641
	200	5,629 ± 1,357
	300	7,279 ± 2,261
	400	9,079 ± 3,612
	500	10,580 ± 4,073
F1	100	6,081 ± 0,232
	200	7,432 ± 0,375
	300	9,458 ± 0,761
	400	11,559 ± 2,056
	500	12,984 ± 2,770
F2	100	6,015 ± 0,343
	200	7,970 ± 0,120
	300	10,000 ± 0,919
	400	12,632 ± 1,770
	500	14,588 ± 3,013
F3	100	6,993 ± 0,233
	200	8,722 ± 0,473
	300	11,353 ± 0,570
	400	13,836 ± 2,094
	500	16,993 ± 2,524

Keterangan: %I : Persentase penghambatan; SD : Standar Deviasi

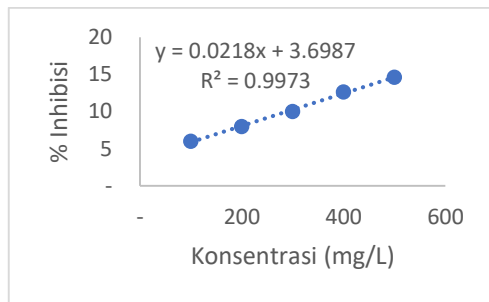
Berdasarkan hasil nilai persen inhibisi masing-masing sampel kemudian dibuat kurva regresi linier. Kurva persamaan regresi linier yang diperoleh berdasarkan persentase inhibisi radikal bebas DPPH terhadap ekstrak etanol selai kawista F0 terdapat pada Gambar 16, ekstrak etanol selai kawista F1 terdapat pada Gambar 17, ekstrak etanol selai kawista F2 terdapat pada Gambar 18, dan ekstrak etanol selai kawista F3 terdapat pada Gambar 19.



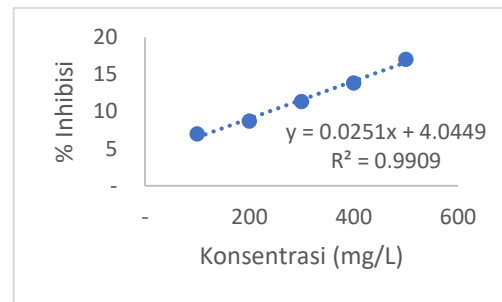
Gambar 16. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F0



Gambar 17. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F1



Gambar 18. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F2



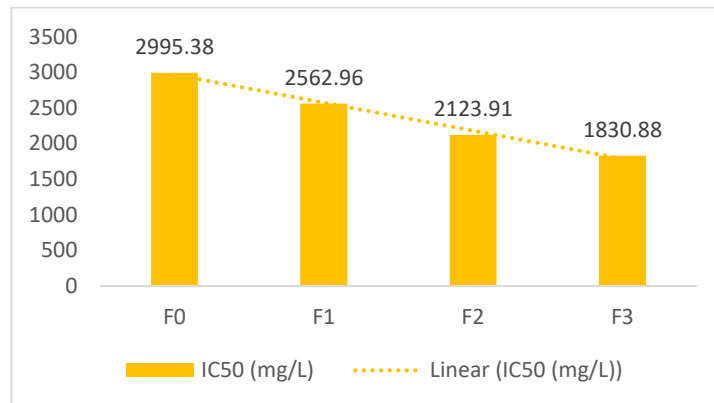
Gambar 19. Kurva Rata-Rata Persen Inhibisi Sampel F3

Hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dilaporkan sebagai nilai IC_{50} . Penentuan nilai IC_{50} dengan cara mensubstitusikan “y” dengan angka 50 karena kita mencari nilai konsentrasi penghambatan 50%. Nilai IC_{50} diwakili oleh nilai “x” yang diperoleh dari akhir perhitungan. Tabel 16 menunjukkan hasil akhir perhitungan IC_{50} pada masing-masing formulasi ekstrak selai buah kawista substitusi *raw cane sugar*.

Tabel 16. Hasil Nilai IC_{50} Selai Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

Sampel	Nilai IC_{50} (mg/L)	p (value)	Kategori
F0	2995,38 ^a	0,000*	Sangat lemah
F1	2562,96 ^a		
F2	2123,91 ^a		
F3	1830,88 ^a		

Hasil pengukuran dan perhitungan sampel didapatkan aktivitas antioksidan pada ekstrak selai buah kawista dengan variasi substitusi *raw cane sugar* seperti tersaji dalam Tabel 16. Hasil uji statistik yang diperoleh dari perhitungan aktivitas antioksidan ekstrak selai buah kawista menunjukkan data normal (nilai sig. > 0,05) sehingga dapat dilanjutkan uji ANOVA. Berdasarkan hasil uji ANOVA yang telah dilakukan nilai sig yang diperoleh yaitu 0,000 (sig < 0,05) sehingga H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan ekstrak selai kawista substitusi *raw cane sugar* pada aktivitas antioksidannya. Hasil uji lanjut Duncan terhadap aktivitas antioksidan masing-masing formulasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara satu formulasi dengan formulasi lainnya, ditunjukkan dengan notasi huruf yang sama.



Gambar 20. Diagram Nilai Aktivitas Antioksidan Sampel Uji

Berdasarkan data (Tabel 16) dan grafik (Gambar 20) yang telah disajikan, dapat diketahui bahwa aktivitas antioksidan dari ekstrak F0 sebagai kontrol paling rendah (2995,38 mg/L) dari formulasi lainnya. Sementara ekstrak selai kawista dengan substitusi *raw cane sugar* terbanyak (75%) atau F3 memiliki aktivitas antioksidan tertinggi yakni 1830,88 mg/L. Data tersebut membuktikan bahwa penambahan konsentrasi *raw cane sugar* pada selai buah kawista meningkatkan kemampuan sebagai antioksidan yang ditandai dengan turunnya nilai IC_{50} . Semakin kecil nilai IC_{50} pada suatu sampel, artinya semakin kuat bahan tersebut dalam menangkal radikal bebas (Maryam, 2015; Widyasanti *et al.*, 2016). Namun aktivitas antioksidan yang terkandung dalam selai buah kawista termasuk dalam kategori sangat lemah. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi pengikatan DPPH dan IC_{50} pada ekstrak selai buah kawista berada di atas 500 mg/L (Suratmo, 2008).

Hal ini sejalan dengan penelitian Cervera (2021) bahwa peningkatan persentase *raw cane sugar* dalam selai meningkatkan aktivitas antioksidan, dimana aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dapat meningkat hingga tiga kali lipat saat mengganti gula pasir menjadi *jaggery* (Cervera-Chiner *et al.*, 2021). Dengan demikian, penggunaan bahan-bahan alami yang kaya akan senyawa bioaktif alami seperti *raw cane sugar* dalam reformulasi makanan dapat berkontribusi pada kesehatan karena mampu meningkatkan zat gizi yang dikandungnya.

Hasil penelitian sebelumnya mengenai aktivitas antioksidan ekstrak metanol kulit buah kawista dan ekstrak metanol daging buah kawista yaitu diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 233,16 ppm dan 698,44 ppm (Kusuma *et al.*, 2019). Selain itu, terdapat penelitian lain bahwa nilai aktivitas antioksidan ekstrak metanol daging buah kawista diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 1275 ppm (Rustiah & Umriani, 2018). Perbedaan hasil perolehan nilai IC₅₀ dengan penelitian sebelumnya karena ekstrak sampel yang digunakan yaitu olahan pangan sehingga bahan dasar selai yaitu buah kawista telah melewati berbagai tahap pemasakan yang memungkinkan berpotensi menurunkan aktivitas antioksidan. Menurut penelitian, pemasakan buah pisang kepok kuning dapat menurunkan kandungan aktivitas (Lovabyta, 2017).

c. Uji Aktivitas Antioksidan Pembeding (Vitamin C)

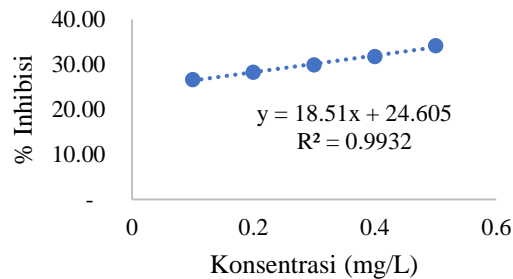
Larutan pembeding yang digunakan dalam penelitian uji aktivitas antioksidan yaitu asam askorbat atau Vitamin C. Vitamin C bersifat sebagai antioksidan primer. Vitamin C diukur dengan panjang gelombang yang sama yakni 517 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan pada berbagai konsentrasi vitamin C tersebut didapatkan hasil berupa nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi vitamin C sehingga diperoleh persentase nilai inhibisi (%I) menggunakan rumus. Hasil data perhitungan persen inhibisi larutan pembeding atau vitamin C terhadap radikal bebas DPPH ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Rata-Rata Persentase Nilai Inhibisi Vitamin C

Konsentrasi Vitamin C (mg/L)	Rata-Rata %I Sampel ± SD
0,1	26,64 ± 0,22502
0,2	28,29 ± 0,25981
0,3	29,95 ± 0,51962
0,4	31,75 ± 0,13279
0,5	34,16 ± 0,25981

Rata-rata nilai inhibisi dari larutan pembeding vitamin C yang diperoleh kemudian dibuat kurva regresi linier seperti pada Gambar 19 sehingga diperoleh $y = 18,51x + 24,605$. Berdasarkan hasil IC₅₀ pada larutan pembeding vitamin C yaitu sebesar 1,37 mg/L. Aktivitas pembeding larutan vitamin C dikategorikan sebagai antioksidan sangat

kuat. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi pengikatan DPPH dan IC_{50} pada vitamin C yaitu kurang dari 50 mg/L (Suratmo, 2008).



Gambar 21. Kurva Regresi Linear Pembanding Vitamin C

Hasil aktivitas antioksidan terbaik pada sampel selai buah kawista substitusi *raw cane sugar* menunjukkan hasil yang setara dengan 1/1384 aktivitas antioksidan vitamin C. Aktivitas antioksidan sampel menunjukkan hasil yang jauh lebih rendah dibandingkan vitamin C karena vitamin C itu sendiri sudah terbukti memiliki aktivitas antioksidannya dalam menangkal radikal bebas. Dalam beberapa penelitian, vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi (Indrawati *et al.*, 2022; Lung & Destiani, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa vitamin C dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD) yang dapat membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Tarigan *et al.*, 2018).

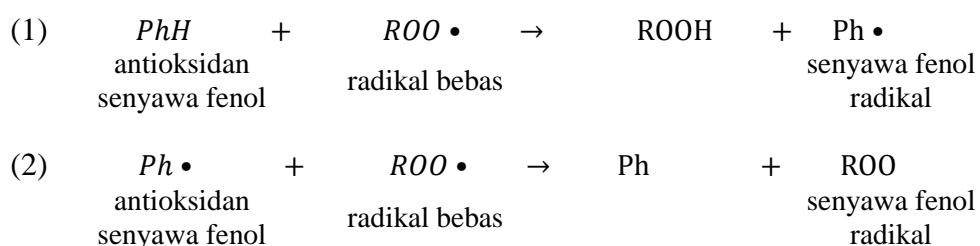
5. Senyawa Fenolik sebagai Antioksidan

Dalam penelitian ini, bahan utama pembuatan selai yaitu buah kawista dan *raw cane sugar* menjadi penyumbang utama naiknya hasil kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan karena mengandung fitokimia. Buah kawista diketahui mengandung fitokimia diantaranya tanin, flavonoid, saponin, terpenoid, dan glikosida yang berpotensi sebagai sumber antioksidan (Rahmi & Rahmadewi, 2020). Selain itu *raw cane sugar* mengandung fitokimia *raw cane sugar* kaya akan senyawa senyawa bioaktif alami seperti asam fenolik (caffeic, asam klorogenat, kumarat), flavonoid (naringenin, tricetin, apigenin, dan turunan luteolin) serta alkohol rantai panjang yang dikenal sebagai policosanol (Azlan

et al., 2020). Fitokimia yang dominan pada sari tebu adalah asam fenolik (asam hidroksisinamat, asam caffeic, dan asam sinapic) serta polifenol, dan flavonoid (Maurício Duarte-Almeida *et al.*, 2006). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penambahan *raw cane sugar* pada selai terbukti dapat meningkatkan kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol selai buah kawista.

Adanya aktivitas antioksidan diketahui memiliki hubungan dengan kandungan total fenolik, hal ini sejalan dengan penelitian Konyalioğlu *et al.*, 2005 menemukan bahwa kandungan total fenolik berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kandungan total fenolik maka kekuatan antioksidannya semakin meningkat (Lushaini *et al.*, 2015). Senyawa fenolik pada tanaman memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat membantu melindungi sel terhadap kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Hal ini terjadi karena adanya struktur cincin terkonjugasi dan gugus hidroksil sehingga senyawa fenolik berpotensi berfungsi sebagai antioksidan dengan pemulungan anion superoksida, oksigen singlet, dan radikal peroksi lipid, dan menstabilkan radikal bebas yang terlibat dalam proses oksidatif melalui hidrogenasi atau kompleks dengan spesies pengoksidasi (Apak *et al.*, 2007).

Beberapa senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan umumnya adalah senyawa fenolik atau polifenolik berupa flavonoid, asam sinamat, tokoferol, kumarin, dan asam organik polifungsional (Rustiah & Umriani, 2018; Yuslianti, 2018). Senyawa fenol memiliki aktivitas antioksidan karena memiliki kemampuan membentuk ion fenoksida (tidak reaktif) yang dapat mendonorkan elektron kepada radikal bebas. Gambaran umum tahapan (Dhianawaty & Ruslin, 2015) sebagai berikut:



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian uji kadar total fenolik dan aktivitas antioksidan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan substitusi *raw cane sugar* pada setiap formula selai buah kawista memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar total fenolik. Peningkatan substitusi *raw cane sugar* sebanding dengan peningkatan kadar fenolik pada sampel. Hasil kadar total fenolik pada sampel selai F0 sebesar 0,403 mgGAE/g sampel, sampel selai F1 sebesar 0,415 mgGAE/g sampel, sampel selai F2 sebesar 0,431 mgGAE/g sampel, dan sampel selai F3 sebesar 0,501 mgGAE/g sampel.
2. Perlakuan substitusi *raw cane sugar* pada setiap formula selai buah kawista memberikan pengaruh terhadap peningkatan aktivitas antioksidan sampel. Peningkatan substitusi *raw cane sugar* sebanding dengan peningkatan aktivitas antioksidan pada sampel. Nilai IC₅₀ pada selai F0 sebesar 2995,38 mg/L, selai F1 sebesar 2562,96 mg/L, selai F2 sebesar 2123,91 mg/L, dan selai F3 sebesar 1830 mg/L.

B. Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengujian daya simpan produk untuk mengetahui umur produk yang aman untuk dikonsumsi dan pengaruhnya terhadap kandungan fenolik dan antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S. R., Sabir, S. M., Ahmad, S. D., Boligon, A. A., & Athayde, M. L. (2014). Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane (*Saccharum officinarum*). *Food Chemistry*, *147*, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.113>
- Agoes, G. (2009). *Teknologi Bahan Alam*. ITB Press.
- AGRI. (2021). *Blog Edukasi & Informasi | Gula Kristal Rafinasi | Episode #2 Proses Produksi Gula Kristal Rafinasi*. Asosiasi Gula Rafinasi Indonesia. <https://www.agri.or.id/blog/view/30.html>
- Albab, U., Nirwana, R. R., & Firmansyah, R. A. (2018). Aktivitas Daun Jambu Air (*Syzygium Samarangense* (BL.) Merr Et. Perry) serta Optimasi Suhu dan Lama Penyeduhan. *Walisongo Journal of Chemistry*, *1*(1), 18. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.2670>
- Aleixandre-Tudo, J. L., & du Toit, W. (2019). The Role of UV-Visible Spectroscopy for Phenolic Compounds Quantification in Winemaking. *Frontiers and New Trends in the Science of Fermented Food and Beverages*, 1–21. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79550>
- Ali, S. E., El Gedaily, R. A., Mocan, A., Farag, M. A., & El-Seedi, H. R. (2019). Profiling metabolites and biological activities of sugarcane (*saccharum officinarum* linn.) juice and its product molasses via a multiplex metabolomics approach. *Molecules*, *24*(5). <https://doi.org/10.3390/molecules24050934>
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I., & Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, *12*(7), 1496–1547. <https://doi.org/10.3390/12071496>
- Apsari, P. D., & Susanti, H. (2011). Perbandingan Kadar Fenolik Total Ekstrak Metanol Kelopak Merah dan Ungu Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) secara Spektrofotometri. *Phamaciana*, 73–78.
- Asikin, Y., Takahara, W., Takahashi, M., Nirose, N., & Wada, K. (2017). Compositional and Electronic Discrimination Analyses of Taste and Aroma Profiles of Non-Centrifugal Cane Brown Sugars. *Food Analytical Methods*, *10*(1844–1856). <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0746-5>
- Asikin, Y., Takahashi, M., Hirose, N., Hou, D.-X., Takara, K., & Wada, K. (2012). Wax, policosanol, and long-chain aldehydes of different sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *114*(5), 583–591. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ejlt.201100300>
- Azlan, A., Khoo, H. E., Sajak, A. A. B., Aizan Abdul Kadir, N. A., Yusof, B. N. M., Mahmood, Z., & Sultana, S. (2020). Antioxidant activity, nutritional and

physicochemical characteristics, and toxicity of minimally refined brown sugar and other sugars. *Food Science and Nutrition*, 8(9), 5048–5062. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1803>

- Azwanida. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03), 3–8. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Bhavsar, S., Sapra, P., Maitreya, B., & Mankad, A. (2022). a Review on Potential of Medicinal Plant: Limonia Acidissima L. *International Association of Biologicals and Computational Digest*, 1(2), 159–165. <https://doi.org/10.56588/iabcd.v1i2.63>
- BPS. (2016). *Luas Panen dan Produksi Kawis Menurut Kecamatan di Kabupaten Rembang*, 2016. <https://rembangkab.bps.go.id/statictable/2017/07/28/315/luas-panen-dan-produksi-kawis-menurut-kecamatan-di-kabupaten-rembang-2016.html>
- Brunning, A. (2014). *What Makes Jam Set? The Chemistry of Jam-Making*. <https://www.compoundchem.com/2014/09/22/what-makes-jam-set-the-chemistry-of-jam-making/>
- Cervera-Chiner, L., Barrera, C., Betoret, N., & Seguí, L. (2021). Impact of sugar replacement by non-centrifugal sugar on physicochemical, antioxidant and sensory properties of strawberry and kiwifruit functional jams. *Heliyon*, 7(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05963>
- Dahlan, M. S. (2014). *STATISTIK UNTUK KEDOKTERAN DAN KESEHATAN: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat Dilengkapi Aplikasi Menggunakan SPSS Edisi 6*. Alqaprint.
- Darsini, D. T., Maheshu, V., Vishnupriya, M., Nishaa, S., & Sasikumar, J. M. (2013). Antioxidant potential and amino acid analysis of underutilized tropical fruit Limonia acidissima L. *Free Radicals and Antioxidants*, 3, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.fra.2013.08.001>
- Dhianawaty, D., & Ruslin. (2015). Kandungan Total Polifenol dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metanol Akar Imperata cylindrica (L) Beauv. (Alang-alang). *Majalah Kedokteran Bandung*, 47(1), 60–64. <https://doi.org/10.15395/mkb.v47n1.398>
- Dhurhania, C. E., & Novianto, A. (2019). Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v5i22018.62-68>

- Diniyah, N., & Lee, S.-H. (2020). Komposisi Senyawa Fenol Dan Potensi Antioksidan Dari Kacang-Kacangan: Review. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 91. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.17965>
- Ditjenbun. (2021). *Buku Statistik Perkebunan*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/>
- Fatmawati, I. (2019). Asupan gula sederhana sebagai faktor risiko obesitas pada siswa-siswi sekolah menengah pertama di Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan. *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), 147. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v2i2.113>
- Fibonacci, A. (2020). Antioxidant Activity of Nabeez Water from Ajwa Palm Date Fruits (*Phoenix dactylifera* L) as a Favourite Drink of the Prophet Muhammad SAW. *Journal of Physics: Conference Series*, 1594(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1594/1/012001>
- Furi, M., Al Basit, N., Ikhtiarudin, I., & Utami, R. (2020). PENENTUAN TOTAL FENOLIK, FLAVONOID DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN FRAKSI DAUN KEDABU (*Sonneratia ovata* Backer). *JFIONline | Print ISSN 1412-1107 | e-ISSN 2355-696X*, 12(1), 48–59. <https://doi.org/10.35617/jfionline.v12i1.56>
- Haminiuk, C. W. I., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S. V., & Peralta, R. M. (2012). Phenolic compounds in fruits - an overview. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(10), 2023–2044. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03067.x>
- Handoyo Sahumena, M., Ruslin, R., Asriyanti, A., & Nurrohwiata Djuwarno, E. (2020). Identifikasi Jamu Yang Beredar Di Kota Kendari Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 2(2), 65–72. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v2i2.6977>
- Hasnita, M., Safrizal, S., & Ratna, R. (2022). Pengolahan Minuman Sari Buah Kawista (*Limonia acidissima* L) Sebagai Minuman Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 545–554. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.19958>
- Hidayat, R. S., Cahyaningsih, R., Safarinanugraha, D., Fijridiyanto, I. A., & Karyantara, I. D. (2016). Jalur Wisata Tumbuhan Obat di Kebun Raya Bogor. In *Jalur Wisata Tumbuhan Obat di Kebun Raya Bogor*. <https://doi.org/10.14203/press.301>
- Hirpara, P., Thakare, N., Patel, D., & Kele, V. D. (2020). Jaggery: A natural sweetener. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 3145–3148. www.phytojournal.com
- Ilango, K., & Chitra, V. (2010). Wound healing and anti-oxidant activities of the fruit pulp of *Limonia acidissima* linn (Rutaceae) in rats. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 9(3), 223–230. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v9i3.56281>

- Indrawati, A., Baharuddin, S., & Kahar, H. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang Tanaman Ungu (*Graptophyllum pictum* (L.) Griff) Kabupaten Takalar Menggunakan Pereaksi DPPH Secara Spektrofotometri Visibel. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.31764/lf.v3i1.7213>
- Ismail, J., Runtuwene, M. R. ., & Fatimah, F. (2012). PENENTUAN TOTAL FENOLIK DAN Uji AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BIJI DAN KULIT BUAH PINANG YAKI (*Areca vestiaria* Giseke). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 84. <https://doi.org/10.35799/jis.12.2.2012.557>
- Jaffe, W. R. (2015). Nutritional and functional components of non-centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature. *Journal of Food Compostion and Analysis*, 43, 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.06.007>
- Konyalioglu, S., Sađlam, H., & Kivçak, B. (2005). α -tocopherol, flavonoid, and phenol contents and antioxidant activity of *Ficus carica* leaves. *Pharmaceutical Biology*, 43(8), 683–686. <https://doi.org/10.1080/13880200500383538>
- Kore, M. M., Nitsae, M., & Nge, S. T. M. (2019). Uji AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA GANGGANG COKELAT (*Sargassum polycystum*) DAN GANGGANG HIJAU (*Euchema cottoni*) PADA PERAIRAN DAHI' AE. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 1(3), 1–9. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v1i3.7>
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292–7295. <https://doi.org/10.1021/jf0344385>
- Linggawati, Andrianus Rulianto Utomo, dan I. K. (2020). PENGARUH PENGGUNAAN CMC (*carboxymethyl cellulose*) SEBAGAI GELLING AGENT TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK SELAI KAWIS (*Limonia acidissima*) (*The Effects of Using CMC (Carboxymethyl Cellulose) as Gelling Agent on Physiochemical and Organol.* 19(2), 109–113.
- Linggawati, Utomo, A. R., & Kuswardani, I. (2020). PENGARUH PENGGUNAAN CMC (carboxymethyl cellulose) SEBAGAI GELLING AGENT TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK SELAI KAWIS (*Limonia acidissima*). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 19(2).
- Lung, J. K. S., & Destiani, D. P. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH. *Farmaka*, 15(1), 53–62.
- Lushaini, S., Wibowo, M. A., & Ardiningsih, P. (2015). Kandungan Total Fenol , Aktivitas Aantioksidan dan Sitotoksik Daun Kedadai (*Ficus variegata* Blume). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(2), 1–5.

<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/8791/8753>

- Maesaroh, K., Kurnia, D., & Al Anshori, J. (2018). Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 93. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>
- Martiningsih, N. W., Widana, G. A. B., Kristiyanti, P. L. P., BANDYOPADHYAY, S., MUKERJI, J., Yenerel, N. M., Dinc, U. A., Gorgun, E., Radical, F., Activity, S., Alsophila, O. F., Sm, J., Zuhra, C. F., Tarigan, J. B., & Sihotang, H. (2016). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode DPPH. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 3(3), 332–338. Hehakaya, M. O., Edy, H. J. and Siampa, J. P. (2022) ?Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Body Scrub Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia pinnata*)?, *Pharmacoon*, 11(4), pp. 1778?1785. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/pharma>
- Maruya Kusuma, I., Veryanti, R., Tri, E., & Saragih, D. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Kawista (*Limonia acidissima*) Sebagai Anti Asam Urat Secara In Vivo Pada Mencit Jantan. *Sainstech Farma*, 12(2), 65–69. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/saintechfarma/article/view/445>
- Maryam, S. (2015). KADAR ANTIOKSIDAN DAN IC 50 TEMPE KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L) YANG DIFERMENTASI DENGAN LAMA FERMENTASI BERBEDA. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*, 347–352.
- Maurício Duarte-Almeida, J., Novoa, A. V., Linares, A. F., Lajolo, F. M., & Inés Genovese, M. (2006). Antioxidant activity of phenolics compounds from sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) juice. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(4), 187–192. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0032-6>
- Membri, D. K., Yudistira, A., & Abdullah, S. S. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Spons *Liosina paradoxa* Yang Dikoleksi Dari Pulau Mantehage. *Pharmacoon*, 10(2), 774. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34024>
- Molyneux. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 50(June 2003), 211–219.
- Mukhtarini. (2014). Mukhtarini, “Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif,” *J. Kesehat.*, vol. VII, no. 2, p. 361, 2014. *J. Kesehat.*, VII(2), 361. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
- N Ninthya, S. (2010). In vitro antioxidant and antibacterial efficacy of *Feronia elephantum* Correa fruit. *Indian Journal of Natural Products and Resources*.
- Nofita, D., Sari, S. N., & Mardiah, H. (2020). Penentuan Fenolik Total dan

- Flavonoid Ekstrak Etanol Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata* J.R& G.Forst) secara Spektrofotometri. *Chimica et Natura Acta*, 8(1), 36. <https://doi.org/10.24198/cna.v8.n1.26600>
- Novita Santi Lovabyta. (2017). *Profil Zat Antioksidan Pisang Kepok Kuning (Musa Paradisiaca var. bluggoe) Pada Variasi Metode Pemasakan*.
- Nurhamudin. (2017). *Bahan Kimia Keseharian*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Nurhikmah, S., Indani, & Hamid, Y. H. (2019). *ANALISIS PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP SELAI BUAH KAWISTA (FERONI ELEPAHNTUM)*.
- Nurul Aisyah, D., Kurniaty, N., & Cahya Eka Darma, G. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L.) serta Formulasi Pembuatan Selai. *Prosiding Farmasi*, 7(1), 37–42. <http://dx.doi.org/10.29313/.v7i1.26002>
- Nyoman Citra Suryani, Dewa Gede Mayun Permana, A. A. G. N. A. J. (2016). PENGARUH JENIS PELARUT TERHADAP KANDUNGAN TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN MATOA (*Pometia pinnata*). *Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana*, 5(1), 1–10.
- Parvez, G. M. M., & Sarker, R. K. (2021). Pharmacological potential of wood apple (*Limonia acidissima*): A Review. *International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants*, 7(2), 40–47. <https://doi.org/10.53552/ijmfmap.2021.v07ii02.003>
- PATPI. (2020). Teknologi Pengemasan dan Penyimpanan Pangan. In *Perspektif global ilmu dan teknologi pangan jilid 2 (PATPI)*.
- Pereira, X., & Federal, U. (2006). *Biological Oxidations and Antioxidant Activity of Natural Products*. 1–22.
- Pradana, A. (2017). *Strategi Pengembangan Umkm Kawista Di Kabupaten Rembang*. <https://lib.unnes.ac.id/29667/>
- Pradhan, D., Tripathy, G., & Patanaik, S. (2012). Anticancer activity of *Limonia acidissima* Linn (Rutaceae) fruit extracts on human breast cancer cell lines. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 11(3), 413–419. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v11i3.10>
- Pratiwi, A. ., Yusran, & Islawati. (2023). ANALISIS KADAR ANTIOKSIDAN PADA EKSTRAK DAUN BINAHONG HIJAU *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 8(August 2022), 66–74. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>
- Priyanto, A., & Islamiyati, R. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Pada Batang Tebu Hijau Dan Batang Tebu Merah Menggunakan Metode Peredaman Radikal Bebas Dpph. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 50–59.

<https://doi.org/10.31596/cjp.v2i1.17>

- Purwanto. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Teknodik*, 6115, 196–215. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i0.554>
- Purwanto, D., Bahri, S., & Ridhay, A. (2017). UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK BUAH PURNAJIWA (*Kopsia arborea* Blume.) DENGAN BERBAGAI PELARUT. *Kovalen*, 3(1), 24. <https://doi.org/10.22487/j24775398.2017.v3.i1.8230>
- Puspitasari, A. D., & Prayogo, L. S. (2017). Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi terhadap kadar fenolik total ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 1(2), 1–8.
- Putra, A. (2013). *Proses Pembuatan Gula (Tebu) dan Risiko Pabrik Gula*. Reinfokus Edisi 1. <https://indonesiare.co.id/id/article/proses-pembuatan-gula-tebu-dan-risiko-pabrik-gula>
- Raharjo, T. J. (2013). *Kimia Hasil Alam*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rahmah, N., & Aulia, A. (2022). Penambahan Gula Pasir dengan Konsentrasi Berbeda pada Pembuatan Selai Nanas. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Pertanian*, 8(2), 259–266.
- Rahmi, H., & Rahmadewi, R. (2020). Aktivitas antioksidan Ekstrak Daun dan Kulit Buah Kawista (*Limonia acidissima* L.) Asal Kabupaten Karawang. *Midpro*, 3(2), 118–122. <http://www.tjybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- Ramadhan, P. (2015). *Mengenal Antioksidan*. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Renata Colombo, Fernando, J. (2006). Determination of flavonoids in cultivated sugarcane leaves, bagasse, juice and in transgenic sugarcane by liquid chromatography-UV detection. *National Library of Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.11.007>
- Riwanti, P., Izazih, F., & Amaliyah. (2020). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Etanol pada Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol 50,70 dan 96%. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 2(2), 82–95.
- Rohyami, Y. (2021). *Analisis Pangan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta.
- Rustiah, W., & Umriani, N. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Buah Kawista (*Limonia Acidissima*) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indo. J. Chem. Res.*, 6(1), 22–25. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.6-wao>
- Salim, S. A., Levita, J., Saptarini, N. M., & Saputri, F. A. (2020). Review Artikel: Kelebihan dan Keterbatasan Pereaksi Folinciocalteu dalam Penentuan Kadar Fenol Total Pada Tanaman. *Farmaka*, 18(1), 46–57. <http://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/21909/pdf>

- Sam, S., Malik, A., & Handayani, S. (2016). Penetapan Kadar Fenolik Total dari Ekstrak Etanol Bunga Rosella Berwarna Merah (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(2), 182–187.
- Santoso, U. (2006). *ANTIOKSIDAN*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Santoso, U. (2016). *Antioksidan Pangan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Setiani, A. (2022). PROSES PENGOLAHAN TEBU MENJADI GULA KRISTAL PUTIH PADA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIV UNIT PABRIK GULA CAMMING BONE. In *Politeknik ATI Makassar*.
- Shihab, M. Q. (2016). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Quran*. PT. Lentera Hati.
- Simin Feng, Z. L. (2014). Phytochemical contents and antioxidant capacities of different parts of two sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 151, 452–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.057>
- Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., Nim, L., Shevkani, K., Kaur, H., & Arora, D. S. (2016). In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. *Lwt*, 65, 1025–1030. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.038>
- SNI 3768:2008. (2008). Badan Standarisasi Nasional.
- Sonawane, S., & Arya, S. S. (2013). Antioxidant activity of jambhul, wood apple, ambadi and ambat chukka: An indigenous lesser known fruits and vegetables of India. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(3), 270–275. <https://doi.org/10.19026/ajfst.5.3256>
- Suhaera, S., Sammulia, S. F., & Arischa, I. (2019). Penetapan Kadar Fenolat Total Dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Daun Nyireh (*Xylocarpus granatum*) Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Seminar Nasional Sains, Teknologi, Dan Sosial Humaniora UIT*, 1–12.
- Suratmo. (2008). *Potensi Ekstrak Daun Sirih Merah (Piper crocatum)*. Universitas Gadjah Mada.
- Sutanto, R. A., & Muljaningsih, S. (2022). Volume 19 Issue 1 (2022) Pages 29-36 KINERJA : Jurnal Ekonomi dan Manajemen ISSN : 1907-3011 (Print) 2528-1127 (Online) Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi impor gula di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 19(1), 29–36. <https://doi.org/10.29264/jkin.v19i1.10880>
- Tarigan, T., Batubara, L., & Ngestiningsih, D. (2018). Uji Efektivitas Vitamin C Dalam Meningkatkan Kadar Superoksida Dismutase (Sod) Plasma Tikus Sprague Dawley Yang Terpapar Heat Stress. *Uji Efektivitas Vitamin C Dalam Meningkatkan Kadar Superoksida Dismutase (Sod) Plasma Tikus Sprague*

Dawley Yang Terpapar Heat Stress, 7(2), 1334–1343.

Tirzitis, G., & Bartosz, G. (2010). basic principles and new insights ct ed r re Un co Pa pe r i n Pr es s ct co r re Un Pa pe r i n Pr es. *Science*, 57(1915). <https://doi.org/10.18388/abp.2010>

Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, Standar Nasional Indonesia (SNI). (n.d.).

Veryanti, P. R. R., & Kusuma, I. M. (2021). Uji Efektivitas Ekstrak Buah Kawista (*Limonia acidissima*) Terhadap Penurunan Kadar Asam Urat Darah Pada Mencit Jantan. *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi*, 17(2), 105. <https://doi.org/10.12928/mf.v17i2.18025>

Weerawatanakorn, M., Asikin, Y., Kamchonemenukool, S., Tamaki, H., Takara, K., & Wada, K. (2021). Physicochemical, antioxidant, volatile component, and mass spectrometry-based electronic nose analyses differentiated unrefined non-centrifugal cane, palm, and coconut sugars. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 1563–1577. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00749-x>

Weerawatanakorn, M., Asikin, Y., Takahashi, M., Tamaki, H., Wada, K., Ho, C. T., & Chuekittisak, R. (2016). Physico-chemical properties, wax composition, aroma profiles, and antioxidant activity of granulated non-centrifugal sugars from sugarcane cultivars of Thailand. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11), 4084–4092.

Widyasanti, A., Rohdiana, D., & Ekatama, N. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Teh Putih (*Camellia sinensis*) dengan Metode DPPH (2,2 Difenil-1-Pikrilhidrazil). *Fortech*, 1(1), 1–9. <http://ejournal.upi.edu/index.php>

Wulansari, A. N. (2018). ALTERNATIF CANTIGI UNGU (*Vaccinium varingiaefolium*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI : REVIEW. *Farmaka*, 16(2), 419–429.

Yanlinastuti, & Fatimah, S. (2016). PENGARUH KONSENTRASI PELARUT UNTUK MENENTUKANKADAR ZIRKONIUM DALAM PADUAN U-Zr DENGANMENGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *Issn 1979-2409*, IX(17), 22–33.

Yuslianti, E. R. (2018). *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. PENERBIT DEEPUBLISH.

Zidan, D., & Azlan, A. (2022). Non-Centrifugal Sugar (NCS) and Health: A Review on Functional Components and Health Benefits. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/app12010460>

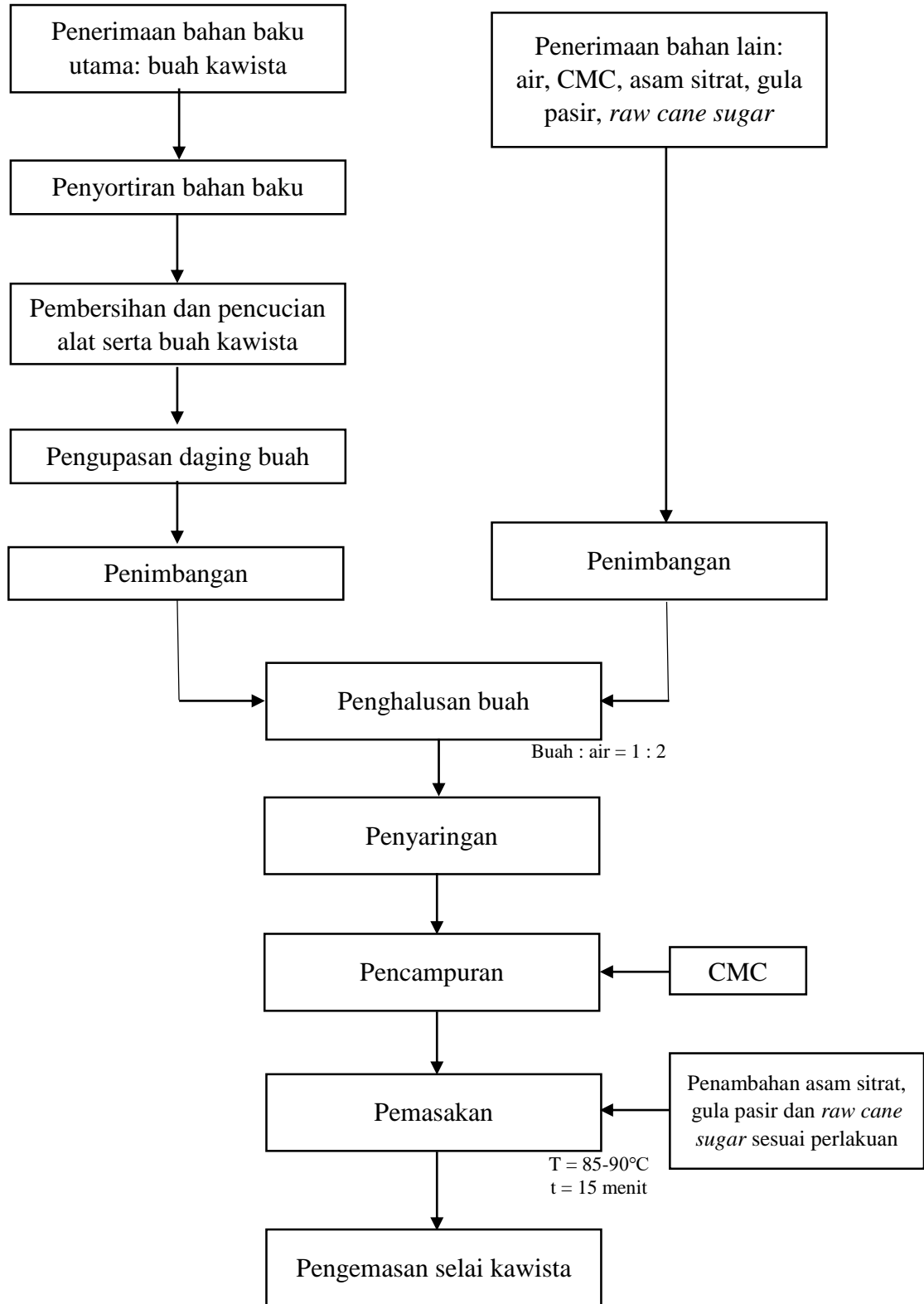
LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis HACCP Produk Selai Buah Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*

A. Deskripsi Produk Selai Kawista

Kriteria	Keterangan
Nama Produk	Selai Kawista Substitusi <i>Raw Cane Sugar</i>
Deskripsi	Selai kawista merupakan produk pangan bertekstur kental yang terbuat dari bahan baku utama yakni buah kawista dan gula yang disubstitusi dengan <i>raw cane sugar</i> .
Komposisi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buah kawista 2. Gula pasir 3. <i>Raw cane sugar</i> 4. Air 5. Asam sitrat 6. CMC
Metode Pengawetan	Penambahan gula
Tahap Pengolahan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyiapan alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses pembuatan 2. Penyortiran bahan baku 3. Pembersihan dan pencucian alat dan bahan 4. Penimbangan bahan pembuatan selai kawista 5. Penghalusan buah kawista menjadi bubur buah 6. Penyaringan bubur buah 7. Pencampuran bubur buah dengan CMC 8. Pemasakan pada suhu 85-90°C selama 15 menit 9. Pengemasan selai ke dalam jar kaca
Pengemasan	Wadah atau jar kaca ukuran 250 mL
Penyimpanan	Disimpan dalam wadah/jar kaca tertutup pada suhu rendah
Konsumen	Seluruh lapisan masyarakat rentang usia 5-60 tahun
Cara Penyajian	Dikonsumsi secara langsung, dioleskan pada roti atau kue
Persyaratan yang Ditetapkan	SNI 3746:2008 tentang Selai Buah

B. Diagram Alir Proses Pembuatan Selai Buah Kawista Substitusi *Raw Cane Sugar*



C. Analisis Risiko pada Bahan Selai Kawista

Bahan	Kelompok Bahaya						Kategori Bahaya
	A	B	C	D	E	F	
Buah kawista	-	+	-	+	+	-	III
Gula pasir	-	+	-	+	-	-	II
<i>Raw cane sugar</i>	-	-	-	+	-	-	I
Air	-	+	-	+	-	-	II
Asam sitrat	-	-	-	+	-	-	I
CMC	-	-	-	+	-	-	I

Keterangan:

A = Kelompok makanan khusus yang terdiri dari makanan NON STERIL yang ditujukan untuk konsumen berisiko tinggi, seperti bayi, balita, orang sakit/pasien, orang tua, ibu hamil, ibu menyusui, usia lanjut.

B = Makanan yang mengandung bahan yang SENSITIF terhadap bahaya biologis, kimia, atau fisik.

C = Di dalam proses pengolahan makanan TIDAK terdapat tahap yang dapat membunuh mikroorganisme berbahaya atau mencegah/menghilangkan bahaya kimia/fisik

D = Makanan kemungkinan mengalami PENCEMARAN KEMBALI setelah pengolahan SEBELUM pemanasan/penyajian.

E = Kemungkinan dapat terjadi KONTAMINASI KEMBALI atau penanganan yang salah SELAMA distribusi, penanganan oleh konsumen, sehingga makanan menjadi berbahaya bila dikonsumsi.

F = Tidak ada proses pemanasan setelah pengemasan/penyajian atau waktu dipersiapkan di tingkat konsumen yang dapat memusnahkan/menghilangkan BAHAYA BIOLOGIS. Atau tidak ada cara bagi konsumen untuk mendeteksi, menghilangkan, atau menghancurkan BAHAYA KIMIA atau FISIK.

D. Identifikasi Bahaya dan Tindakan Pencegahan pada Bahan

Bahan	Bahaya	Tindakan Pencegahan
Buah kawista	Biologi: Bakteri pembusuk pada buah	Disimpan dalam penyimpanan kering dan tidak lembab
	Fisik: Benturan dengan benda padat, cemaran kulit buah	Melakukan pengecekan disesuaikan dengan spesifikasi bahan yang telah ditentukan
	Kimia: Cemaran pestisida	Melakukan pencucian dengan air mengalir sebelum digunakan
Gula pasir	Kimia: Cemaran bahan kimia pemutih	Menggunakan gula dengan merk yang sudah tersertifikasi SNI dan halal MUI
	Fisik: Cemaran benda asing: batu, kerikil	Penyimpanan dalam wadah tertutup pada suhu ruang
<i>Raw cane sugar</i>	Fisik: Cemaran benda asing: batu, kerikil	Penyimpanan dalam wadah tertutup pada suhu ruang
Air	Biologi: Bakteri <i>E. coli</i>	Menggunakan air matang saat pengolahan
	Fisika: Cemaran benda asing: debu, kerikil	Pengecekan terhadap air secara visual untuk memeriksa ada atau tidaknya kontaminasi benda asing
	Kimia: Cemaran logam	Pengecekan terhadap air yang akan digunakan dengan standar yang dapat diminum dan tidak berbau
Asam sitrat	Fisik: Cemaran benda asing: batu, kerikil	Penyimpanan dalam wadah tertutup pada suhu ruang
CMC	Fisik: Cemaran benda asing: batu, kerikil	Penyimpanan dalam wadah tertutup pada suhu ruang

E. Identifikasi Bahaya dan Tindakan Pencegahan pada Proses

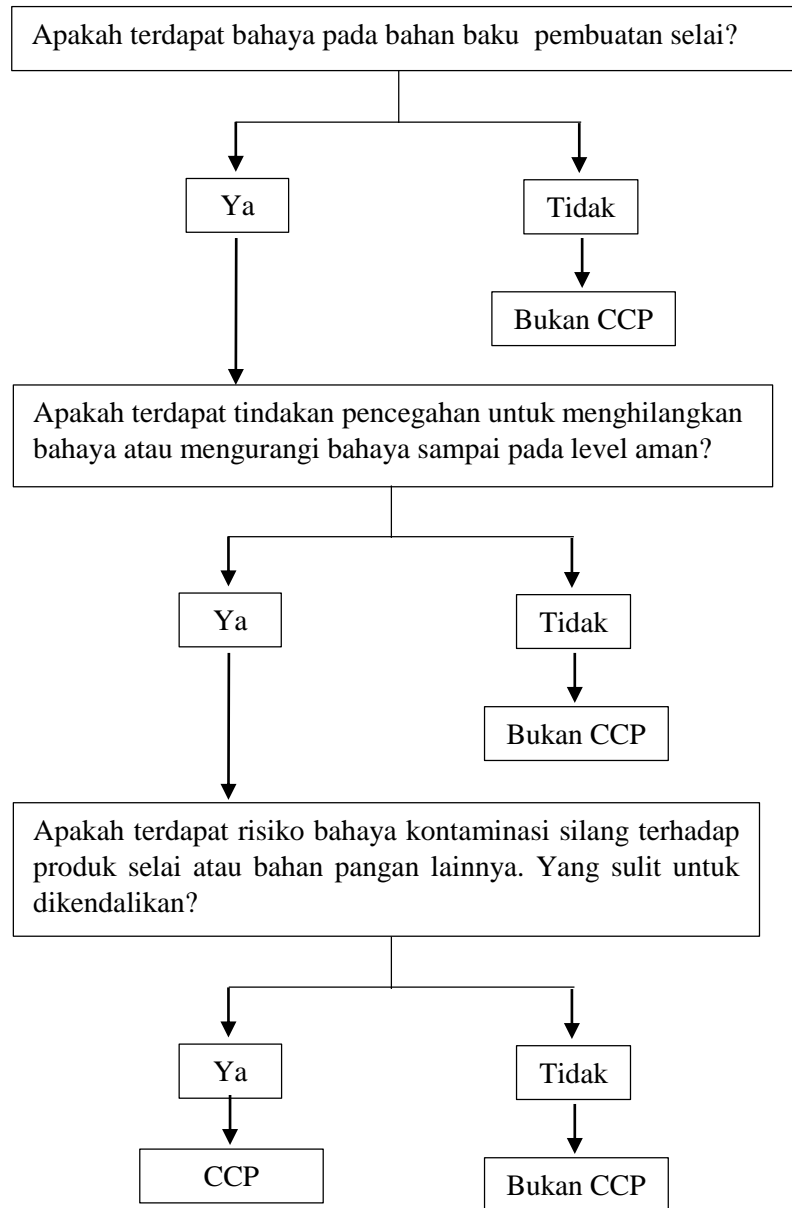
Proses	Bahaya	Tindakan pencegahan
Penerimaan bahan baku pembuatan selai	Fisik: Kerusakan pada bahan makanan	Pengecekan terhadap bahan baku sesuai dengan spesifikasi
	Biologi: Serangga, jamur	Disimpan di tempat penyimpanan bahan makanan kering untuk bahan kering dan penyimpanan suhu rendah untuk bahan basah
	Kimia: Residu pestisida	Mencuci bahan dengan air mengalir
Pembersihan dan pencucian alat	Biologi: Bakteri <i>E.coli</i> , kotoran	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan
Pengupasan daging buah kawista	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan
	Biologi: Kotoran , bakteri <i>E.coli</i>	Mencuci tangan dengan air mengalir agar tetap terjaga sanitasinya
	Kimia: Residu pestisida	Mencuci buah dengan air mengalir sebelum dikupas
Penimbangan bahan pembuatan selai	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan	Menggunakan tempat penimbangan yang berbeda bagi setiap bahan
Penghalusan buah kawista	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan
Penyaringan bubur buah kawista	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan Mencuci tangan dengan air yang mengalir
Pencampuran bahan	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan Kontaminasi benda asing (kayu, plastik, dan logam)	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan Pengecekan secara visual selama prose
Pemasakan	Fisik: Kontaminasi silang pada penggunaan peralatan	Mencuci alat sebelum dan sesudah digunakan

	Biologi: Bakteri E.Coli	Pemasakan dengan suhu yang tepat yaitu 80-90°C
Pengemasan selai	Fisik: Kontaminasi debu atau benda asing (plastik, kayu, kotoran)	Segera dilakukan pengemasan ke dalam jar atau wadah selai
	Biologi: Kontaminasi bakteri di udara	Penggunaan tutup jar yang rapat

F. Identifikasi Bahaya dan Tindakan Pencegahan pada Lingkungan

Kondisi Lingkungan	Bahaya	Tindakan pencegahan
Penjamah makanan	Fisik: Kotoran, rambut, kuku Biologi: Bakteri E.coli,	Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap seperti apron, masker dan penutup kepala 1. Menjaga kebersihan diri 2. Mencuci tangan sebelum menjamah makanan
Peralatan masak	Fisik: Residu sabun cuci Fisik kerusakan alat Biologi: Bakteri E.coli	1. Pencucian alat sesuai dengan ketentuan 2. Pengecekan ,maintenance alat secara berkala Pencucian alat dengan air mengalir
Kondisi ruang	Biologi: Cemar debu atau kotoran	Ruang produksi dibersihkan secara berkala

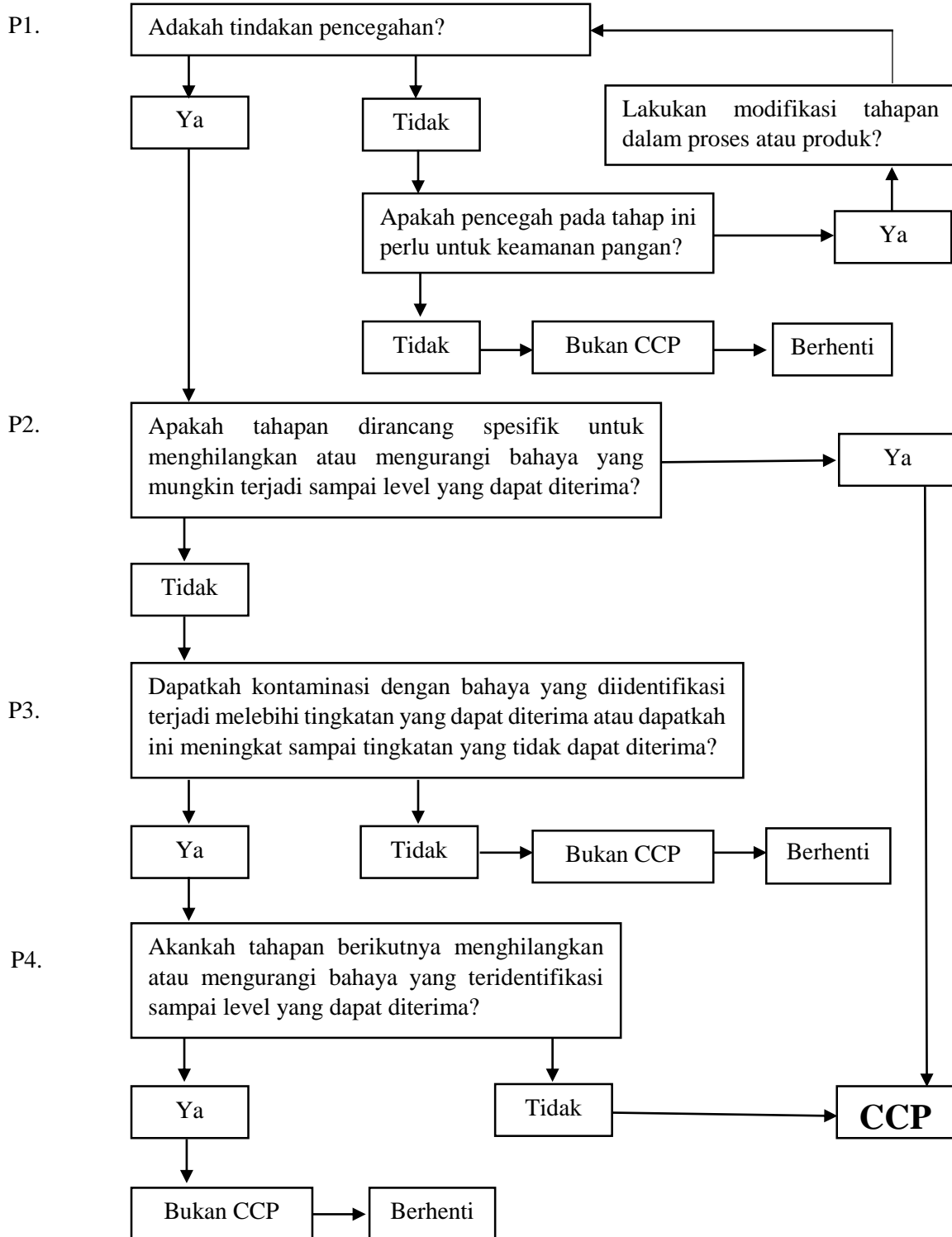
G. *Decision Tree* Bahan Baku Selai Kawista



H. Penetapan CCP pada Bahan Baku

Bahan	P1	P2	P3	CP/N-CCP
Kawista	Y	Y	Y	CCP
Gula pasir	Y	Y	T	N-CCP
Raw cane sugar	Y	Y	T	N-CCP
Air	Y	Y	T	N-CCP
Asam sitrat	Y	Y	T	N-CCP
CMC	Y	Y	T	N-CCP

I. *Decision Tree* Penetapan CCP Proses Pembuatan



J. Penetapan CCP pada Proses Pembuatan

Proses	P1	P2	P3	P4	Kesimpulan
Penerimaan bahan baku pembuatan selai	Y	Y			CCP
Pemilihan bahan mentah	Y	T	Y	Y	Bukan CCP
Pembersihan dan pencucian bahan dan alat	Y	T	T		Bukan CCP
Pengupasan daging buah	Y	T	T		Bukan CCP
Penimbangan bahan	Y	T	T		Bukan CCP
Penghalusan	Y	T	T		Bukan CCP
Penyaringan	Y	T	T		Bukan CCP
Pencampuran	Y	T	T		Bukan CCP
Pemasakan	Y	Y			CCP
Pengemasan	Y	T	Y	T	CCP

K. Rencana Penerapan CCP

CCP	Bahaya yang Signifikan	Batas Kritis	Monitoring			Tindakan Koreksi	Verifikasi	Pencatatan
			Apa	Bagaimana	Frekuensi			
Penerimaan bahan baku	Biologi : kapang/jamur <i>Aspergillus sp.</i> Kimia: kandungan pestisida	Buah yang tidak terdapat jamur atau kapang <i>Aspergillus sp.</i> dan tidak mengandung pestisida	Kondisi buah yang akan diolah	observasi visual pada buah kawista	Setiap proses	Meningkatkan pemeriksaan secara visual melakukan penyortiran terhadap bahan baku sebelum diolah Memilih <i>supplier</i> yang dipercaya	Memastikan bahan baku yang digunakan segar dan dibeli dari petani langsung atau terpercaya	Pencatatan bahan yang diterima
Pemasakan	Kimia: kontaminasi alat yang bereaksi dengan asam Biologi: kontaminasi mikroba selama pemasakan	Suhu dan waktu pemasakan yang tepat	Waktu dan suhu pemasakan	Memasang timer dan melakukan pengecekan secara berkala	Setiap proses	Pengamatan suhu dan waktu pemasakan	Pengecekan secara berkala	Pencatatan suhu dan waktu
Pengemasan	Biologi: bakteri patogen	Proses pengemasan dilakukan dalam kondisi panas untuk mengurangi kemungkinan bahaya mikrobiologis	Waktu pengemasan dan kondisi selai	Pengaturan suhu	Setiap proses	Melakukan perhitungan waktu dan suhu Memperhatikan sanitasi alat pengemas	Memperhatikan suhu dan waktu yang sesuai Memastikan sanitasi alat baik	Pencatatan waktu dan suhu yang sesuai saat pengemasan

Lampiran 2. Perhitungan Uji Kadar Total Fenolik

Perhitungan Konsentrasi Larutan Induk Asam Galat

Pembuatan larutan induk konsentrasi 50 ppm dengan melarutkan 2,5 mg asam galat dalam metanol hingga 50 mL.

Perhitungan Deret Larutan Asam Galat

Asam Galat 0,5 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 50 &= 50 \times 0,5 \\V_1 &= \frac{50 \times 0,5}{50} \\V_1 &= 0,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Asam Galat 0,2 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 50 &= 50 \times 0,2 \\V_1 &= \frac{50 \times 0,2}{50} \\V_1 &= 0,2 \text{ mL}\end{aligned}$$

Asam Galat 0,4 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 50 &= 50 \times 0,4 \\V_1 &= \frac{50 \times 0,4}{50} \\V_1 &= 0,4 \text{ mL}\end{aligned}$$

Asam Galat 0,1 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 50 &= 50 \times 0,1 \\V_1 &= \frac{50 \times 0,1}{50} \\V_1 &= 0,1 \text{ mL}\end{aligned}$$

Asam Galat 0,3 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 50 &= 50 \times 0,3 \\V_1 &= \frac{50 \times 0,3}{50} \\V_1 &= 0,3 \text{ mL}\end{aligned}$$

Pembuatan Larutan Na_2CO_3 7,5%

$$\% = \frac{gr}{mL} \times 100\%$$

$$7,5\% = \frac{gr}{100 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$\frac{7,5\%}{100\%} \times 100 = gr$$

$$7,5 = gr$$

Tabel Data Hasil Pengukuran Absorbansi Standar Asam Galat

Konsentrasi (mg/L)	A. Pengukuran			Rata-Rata ± SD
	1	2	3	
0,5	0,505	0,503	0,504	0,504 ± 0,001
0,4	0,416	0,413	0,410	0,413 ± 0,003
0,3	0,311	0,312	0,313	0,312 ± 0,001
0,2	0,234	0,236	0,235	0,235 ± 0,001
0,1	0,123	0,120	0,123	0,122 ± 0,002
0	0,050	0,048	0,052	0,050 ± 0,002

Tabel Hasil Rata-Rata Absorbansi Standar Asam Galat

Sampel	Absorbansi Sampel			Rata-Rata ± SD
	1	2	3	
F0	0,228	0,227	0,229	0,228 ± 0.001
F1	0,236	0,235	0,234	0,235 ± 0.001
F2	0,241	0,242	0,244	0,242 ± 0.001
F3	0,272	0,273	0,274	0,273 ± 0.001

Lampiran 3. Perhitungan Total Fenolik

A. Sampel F0

Rata-Rata Absorbansi (y) = 0,228

Berat Sampel = 1,33 gram

Volume = 100 mL

Persamaan Regresi

$$y = 0,92x + 0,0427$$

$$0,228 = 0,92x + 0,0427$$

$$x = \frac{0,228 - 0,0427}{0,92}$$

$$x = 0,201 \text{ mgGAE/L}$$

$$KTFe = \frac{x \left(\frac{\text{mgGAE}}{\text{L}} \right) x V(L) x FP}{g \text{ ekstrak}}$$

$$KTFe = \frac{0,201 x 0,1 x 25}{1,33}$$

$$KTFe = 0,379 \text{ mgGAE/g sampel}$$

B. Sampel F1

Rata-Rata Absorbansi (y) = 0,235

Berat Sampel = 1,259 gram

Volume = 100 mL

Persamaan Regresi

$$y = 0,92x + 0,0427$$

$$0,235 = 0,92x + 0,0427$$

$$x = \frac{0,235 - 0,0427}{0,92}$$

$$x = 0,209 \text{ mgGAE/L}$$

$$KTFe = \frac{x \left(\frac{\text{mgGAE}}{\text{L}} \right) x V(L) x FP}{g \text{ ekstrak}}$$

$$KTFe = \frac{0,209 x 0,1 x 25}{1,259}$$

$$KTFe = 0,415 \text{ mgGAE/g sampel}$$

C. Sampel F2

Rata-Rata Absorbansi (y) = 0,242

Berat Sampel = 1,26 gram

Volume = 100 mL

Persamaan Regresi

$$y = 0,92x + 0,0427$$

$$0,242 = 0,92x + 0,0427$$

$$x = \frac{0,242 - 0,0427}{0,92}$$

$$x = 0,216 \text{ mgGAE/L}$$

$$KTFe = \frac{x \left(\frac{\text{mgGAE}}{\text{L}} \right) x V(\text{L}) x FP}{g \text{ ekstrak}}$$

$$KTFe = \frac{0,216 x 0,1 x 25}{1,26}$$

$$KTFe = \mathbf{0,429 \text{ mgGAE/g sampel}}$$

D. Sampel F3

Rata-Rata Absorbansi (y) = 0,273

Berat Sampel = 1,43 gram

Volume = 100 mL

Persamaan Regresi

$$y = 0,92x + 0,0427$$

$$0,273 = 0,92x + 0,0427$$

$$x = \frac{0,273 - 0,0427}{0,92}$$

$$x = 0,250 \text{ mgGAE/L}$$

$$KTFe = \frac{x \left(\frac{\text{mgGAE}}{\text{L}} \right) x V(\text{L}) x FP}{g \text{ ekstrak}}$$

$$KTFe = \frac{0,250 x 0,1 x 25}{1,43}$$

$$KTFe = \mathbf{0,437 \text{ mgGAE/g sampel}}$$

Lampiran 4. Hasil Analisis Data Uji Total Fenolik Menggunakan SPSS

A. Data Deskriptif

Descriptives

Kadar_fenolik

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Formula 0	3	.38267	.006429	.003712	.36670	.39864	.378	.390
Formula 1	3	.41700	.005568	.003215	.40317	.43083	.412	.423
Formula 2	3	.42767	.003055	.001764	.42008	.43526	.425	.431
Formula 3	3	.43967	.005033	.002906	.42716	.45217	.435	.445
Total	12	.41675	.022628	.006532	.40237	.43113	.378	.445

B. Uji Normalitas

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_fenolik	Formula 0	.328	3	.	.871	3	.298
	Formula 1	.238	3	.	.976	3	.702
	Formula 2	.253	3	.	.964	3	.637
	Formula 3	.219	3	.	.987	3	.780

a. Lilliefors Significance Correction

C. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kadar_fenolik

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.713	3	8	.571

D. Uji One Way Anova

ANOVA

Kadar_fenolik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.005	3	.002	67.517	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.006	11			

E. Uji Lanjutan Duncan

Kadar_fenolik

Duncan^a

Formula	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Formula 0	3	.38267			
Formula 1	3		.41700		
Formula 2	3			.42767	
Formula 3	3				.43967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 5. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel

Perhitungan Larutan Induk DPPH 100 ppm

Pembuatan larutan induk konsentrasi 100 ppm dengan melarutkan 2 mg DPPH dalam metanol hingga 20 mL

Pengenceran DPPH 20 ppm

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 20 \times 100$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Perhitungan Deret Larutan Sampel

Larutan Sampel

$$\begin{aligned} \text{Berat Sampel} &= 20 \text{ gram} \\ &= 20.000 \text{ mg} \end{aligned}$$

Pelarut (etanol) = 100 mL

$$\begin{aligned} ppm &= \frac{20.000 \text{ mg}}{100 \text{ mL}} \\ ppm &= 200.000 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 500 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\ V_1 \times 1000 &= 500 \times 50 \\ V_1 &= \frac{500 \times 50}{1000} \\ V_1 &= 25 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 300 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\ V_1 \times 1000 &= 300 \times 50 \\ V_1 &= \frac{300 \times 50}{1000} \\ V_1 &= 15 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 100 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\ V_1 \times 1000 &= 100 \times 50 \\ V_1 &= \frac{100 \times 50}{1000} \\ V_1 &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 1000 ppm

$$\begin{aligned} ppm &= \frac{\text{mg}}{\text{L}} \\ 1000 &= \frac{\text{mg}}{0,1 \text{ L}} \\ 1000 \text{ ppm} &= \frac{100 \text{ mg}}{100 \text{ mL}} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 400 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\ V_1 \times 1000 &= 400 \times 50 \\ V_1 &= \frac{400 \times 50}{1000} \\ V_1 &= 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pengenceran Sampel 200 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\ V_1 \times 1000 &= 200 \times 50 \\ V_1 &= \frac{200 \times 50}{1000} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Perhitungan Persen Inhibisi Ekstrak Sampel

F31

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,355}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 19,865\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,371}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 16,253\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,390}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 11,364\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,402}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 9,255\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,411}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 7,223\%$$

F21

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,363}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 18,059\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,378}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 14,673\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,394}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 11,061\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,408}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 7,901\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,418}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 5,643\%$$

F11

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,373}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 16,178\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,383}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 13,933\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,399}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 10,337\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,410}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 7,865\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,419}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 5,843\%$$

F01

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,377}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 15,281\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,386}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 13,258\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,401}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 9,888\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,413}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 7,191\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,445 - 0,422}{0,445} \times 100\%$$

$$\%I = 5,169\%$$

F13

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,373}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 15,991\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,388}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 12,613\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,394}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 11,261\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,406}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 8,559\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,414}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 6,757\%$$

F22

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,386}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 13,063\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,392}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 11,712\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,402}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 9,460\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,408}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 8,109\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,417}{0,444} \times 100\%$$

$$\%I = 6,081\%$$

F12

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,392}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 11,512\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,397}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 10,384\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,403}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 9,029\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,411}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 7,223\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,416}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,095\%$$

F02

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,406}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 8,352\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,412}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,998\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,417}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 5,869\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,422}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 4,740\%$$

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,425}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 4,063\%$$

F33

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,376}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 15,124\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,387}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 12,641\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,395}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 10,835\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,406}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 8,352\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,412}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,998\%$$

F23

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,387}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 12,641\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,392}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 11,512\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,401}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 9,480\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,408}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 7,901\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,415}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,321\%$$

F13

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,394}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 11,261\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,398}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 10,360\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,404}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 9,009\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,412}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 7,207\%$$

Larutan Ekstrak 100 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,416}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,306\%$$

F03

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,408}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 8,108\%$$

Larutan Ekstrak 400 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,413}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,982\%$$

Larutan Ekstrak 300 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,417}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 6,081\%$$

Larutan Ekstrak 200 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,422}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 4,955\%$$

Larutan Ekstrak 500 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,444 - 0,426}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 4,054\%$$

Perhitungan Nilai IC₅₀ Ekstrak Sampel

IC₅₀ Ekstrak Sampel F31

$$Y = 0,0323X + 3,228$$

$$50 = 0,0323X + 3,228$$

$$X = \frac{(50 - 3,228)}{0,0323}$$

$$X = 1448,05 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F21

$$Y = 0,0316X + 1,9865$$

$$50 = 0,0316X + 1,9865$$

$$X = \frac{(50 - 1,9865)}{0,0316}$$

$$X = 1519,42 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F11

$$Y = 0,0269X + 2,3809$$

$$50 = 0,0269X + 2,3809$$

$$X = \frac{(50 - 2,3809)}{0,0269}$$

$$X = 1783,49 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F01

$$Y = 0,0264X + 2,2697$$

$$50 = 0,0264X + 2,2697$$

$$X = \frac{(50 - 2,2697)}{0,0264}$$

$$X = 1814,84 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F32

$$Y = 0,0226X + 4,2793$$

$$50 = 0,0226X + 4,2793$$

$$X = \frac{(50 - 4,2793)}{0,0226}$$

$$X = 2032,03 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F22

$$Y = 0,0176X + 4,144$$

$$50 = 0,0176X + 4,144$$

$$X = \frac{(50 - 4,144)}{0,0176}$$

$$X = 2590,09 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F12

$$Y = 0,014X + 4,6501$$

$$50 = 0,014X + 4,6501$$

$$X = \frac{(50 - 4,6501)}{0,014}$$

$$X = 3239,28 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F02

$$Y = 0,0108X + 2,754$$

$$50 = 0,0108X + 2,754$$

$$X = \frac{(50 - 2,754)}{0,0108}$$

$$X = 4374,63 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F33

$$Y = 0,0205X + 4,6275$$

$$50 = 0,0205X + 4,6275$$

$$X = \frac{(50 - 4,6275)}{0,0205}$$

$$X = 2213,29 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F23

$$Y = 0,0163X + 4,6953$$

$$50 = 0,0163X + 4,6953$$

$$X = \frac{(50 - 4,6953)}{0,0163}$$

$$X = 2779,43 \text{ mg/L}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F13

$$\begin{aligned} Y &= 0,0131X + 4,9099 \\ 50 &= 0,0131X + 4,9099 \\ X &= \frac{(50 - 4,9099)}{0,0131} \\ X &= 3441,99 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

IC₅₀ Ekstrak Sampel F03

$$\begin{aligned} Y &= 0,0102X + 2,9955 \\ 50 &= 0,0102X + 2,9955 \\ X &= \frac{(50 - 2,9955)}{0,0102} \\ X &= 4653,91 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Pembanding Vitamin C

Pembuatan Larutan Pembanding Vitamin C

Pembuatan Larutan Induk Vitamin C
10 ppm = 0,1 mg/10 mL

Pengenceran Vitamin C 0,5 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 10 &= 0,5 \times 50 \\V_1 &= \frac{0,5 \times 50}{10} \\V_1 &= 2,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Pengenceran Vitamin C 0,4 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 10 &= 0,4 \times 50 \\V_1 &= \frac{0,4 \times 50}{10} \\V_1 &= 2 \text{ mL}\end{aligned}$$

Pengenceran Vitamin C 0,3 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 10 &= 0,3 \times 50 \\V_1 &= \frac{0,3 \times 50}{10} \\V_1 &= 1,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Pengenceran Vitamin C 0,2 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 10 &= 0,2 \times 50 \\V_1 &= \frac{0,2 \times 50}{10} \\V_1 &= 1 \text{ mL}\end{aligned}$$

Pengenceran Vitamin C 0,1 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\V_1 \times 10 &= 0,1 \times 50 \\V_1 &= \frac{0,1 \times 50}{10} \\V_1 &= 0,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Perhitungan Persen Inhibisi Pembanding Vitamin C

Larutan 0,5 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,292}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 34,16\%$$

Larutan 0,4 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,302}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 31,75\%$$

Larutan 0,3 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,310}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 29,95\%$$

Larutan 0,2 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,318}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 28,29\%$$

Larutan 0,1 ppm

$$\%I = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ Sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\%$$

$$\%I = \frac{0,443 - 0,325}{0,443} \times 100\%$$

$$\%I = 26,64\%$$

Perhitungan Nilai IC₅₀ Pemanding Vitamin C

IC₅₀ Pemanding Vitamin C

$$Y = 18,51X + 24,605$$

$$50 = 18,51X + 24,605$$

$$X = \frac{(50 - 24,605)}{18,51}$$

$$X = 1,37 \text{ ppm}$$

Lampiran 7. Hasil Data Aktivitas Antioksidan

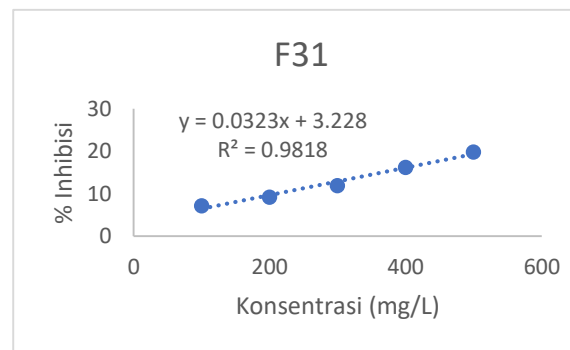
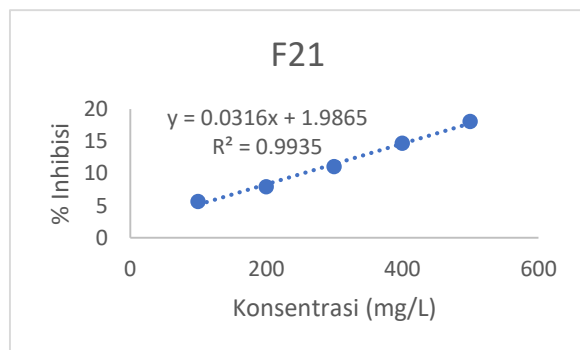
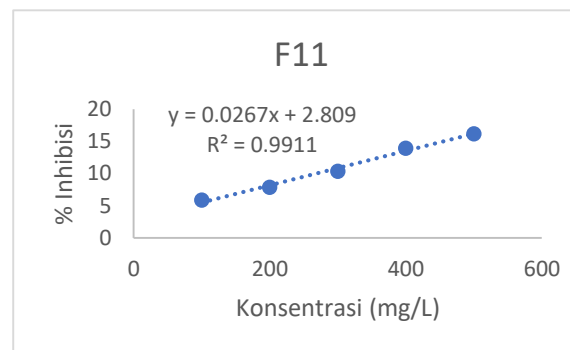
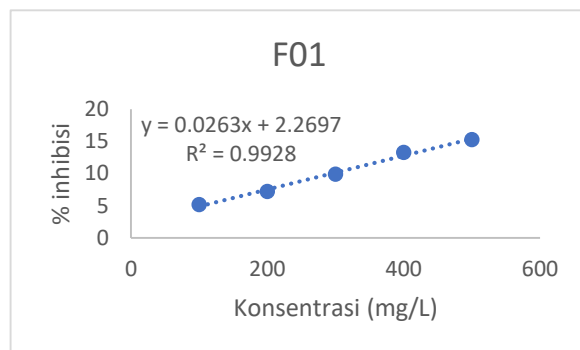
Tabel Data Absorbansi Ekstrak Sampel

Sampel	Konsentrasi	BATCH 1			BATCH 2			BATCH 3			RATA2 TIAP BATCH			SD
		1	2	3	1	2	3	1	2	4	1	2	3	
F0	500	0,370	0,382	0,380	0,406	0,403	0,408	0,408	0,406	0,409	0,377	0,406	0,408	0.017
	400	0,381	0,387	0,389	0,412	0,411	0,413	0,413	0,415	0,412	0,386	0,412	0,413	0.016
	300	0,398	0,402	0,403	0,418	0,415	0,417	0,416	0,417	0,417	0,401	0,417	0,417	0.009
	200	0,409	0,414	0,415	0,419	0,425	0,422	0,421	0,424	0,420	0,413	0,422	0,422	0.005
	100	0,422	0,422	0,421	0,424	0,425	0,427	0,425	0,427	0,426	0,422	0,425	0,426	0.002
F1	500	0,375	0,370	0,373	0,395	0,391	0,390	0,392	0,393	0,391	0,373	0,392	0,392	0.011
	400	0,382	0,383	0,383	0,398	0,397	0,396	0,397	0,400	0,398	0,383	0,397	0,398	0.009
	300	0,396	0,401	0,399	0,404	0,402	0,403	0,403	0,405	0,404	0,399	0,403	0,404	0.003
	200	0,410	0,409	0,410	0,412	0,411	0,410	0,410	0,415	0,411	0,410	0,411	0,412	0.001
	100	0,418	0,420	0,419	0,415	0,416	0,417	0,418	0,415	0,414	0,419	0,416	0,416	0.002
F2	500	0,367	0,362	0,360	0,386	0,388	0,385	0,388	0,387	0,386	0,363	0,386	0,387	0.014
	400	0,377	0,376	0,380	0,392	0,391	0,392	0,392	0,391	0,393	0,378	0,392	0,392	0.008
	300	0,395	0,394	0,392	0,402	0,404	0,400	0,402	0,403	0,399	0,394	0,402	0,401	0.005
	200	0,407	0,407	0,409	0,407	0,408	0,409	0,408	0,406	0,409	0,408	0,408	0,409	0.001
	100	0,417	0,420	0,417	0,415	0,417	0,418	0,416	0,418	0,412	0,418	0,417	0,415	0.001
F3	500	0,354	0,357	0,353	0,378	0,372	0,370	0,374	0,377	0,376	0,355	0,373	0,376	0.012
	400	0,368	0,372	0,373	0,389	0,386	0,388	0,388	0,386	0,387	0,371	0,388	0,387	0.009
	300	0,390	0,387	0,392	0,394	0,395	0,392	0,396	0,395	0,394	0,390	0,394	0,395	0.003
	200	0,403	0,400	0,402	0,405	0,405	0,408	0,404	0,408	0,405	0,402	0,406	0,406	0.002
	100	0,409	0,413	0,411	0,413	0,415	0,414	0,415	0,410	0,412	0,411	0,414	0,412	0.002

Tabel Hasil Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 1

Sampel	konsentrasi (mg/L)	Abs Sampel	Abs Blanko	%inhibisi (%)	Rata-rata %I (%)	IC ₅₀ (mg/L)
F31	500	0,355	0,443	19,865	12,912	1448,05
	400	0,371	0,443	16,253		
	300	0,390	0,443	11,964		
	200	0,402	0,443	9,256		
	100	0,411	0,443	7,223		
F21	500	0,363	0,443	18,059	11,467	1519,415
	400	0,378	0,443	14,673		
	300	0,394	0,443	11,061		
	200	0,408	0,443	7,901		
	100	0,418	0,443	5,643		
F11	500	0,373	0,445	15,801	10,832	1783,49
	400	0,383	0,445	13,544		
	300	0,399	0,445	9,932		
	200	0,410	0,445	7,449		
	100	0,419	0,445	5,417		
F01	500	0,377	0,445	14,898	10,157	1814,84
	400	0,386	0,445	12,867		
	300	0,401	0,445	9,481		
	200	0,413	0,445	6,772		
	100	0,422	0,445	4,740		

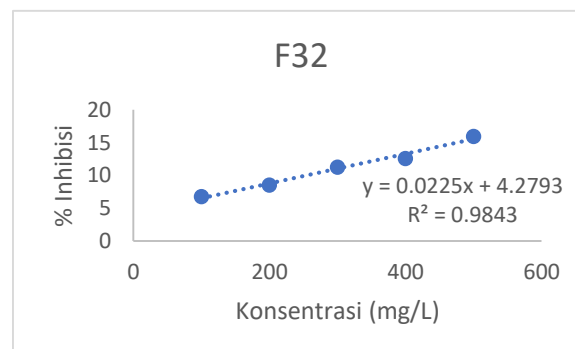
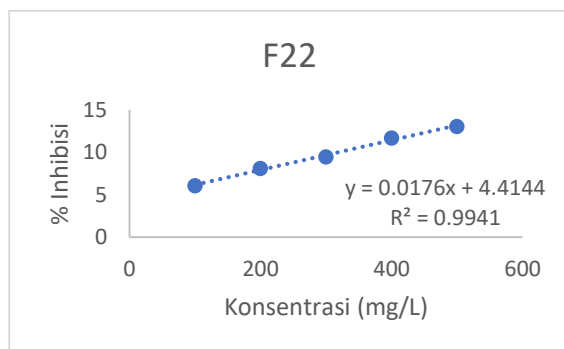
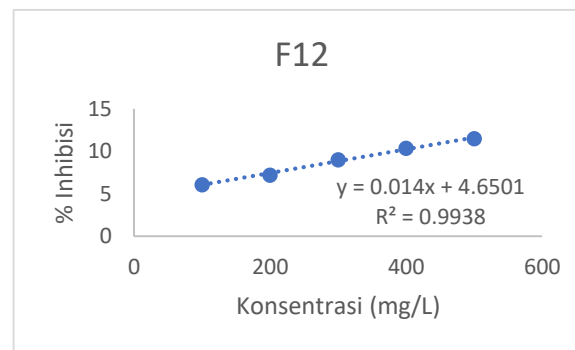
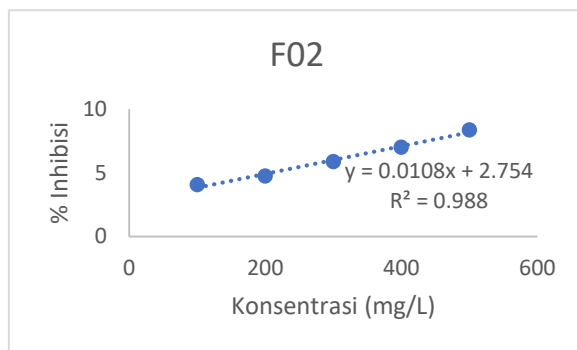
Kurva Linier Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 1



Tabel Hasil Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 2

Sampel	konsentrasi (mg/L)	Abs Sampel	Abs Blanko	%inhibisi (%)	Rata-rata %I (%)	IC ₅₀ (mg/L)
F32	500	0,373	0,444	15,801	11,036	2032,602
	400	0,388	0,444	12,415		
	300	0,394	0,444	11,061		
	200	0,406	0,444	8,352		
	100	0,414	0,444	6,546		
F22	500	0,386	0,444	12,867	9,685	2590,09
	400	0,392	0,444	11,512		
	300	0,402	0,444	9,255		
	200	0,408	0,444	7,901		
	100	0,417	0,444	5,869		
F12	500	0,392	0,443	11,512	8,849	3239,279
	400	0,397	0,443	10,383		
	300	0,403	0,443	9,029		
	200	0,411	0,443	7,223		
	100	0,416	0,443	6,095		
F02	500	0,406	0,443	8,352	6,005	4374,63
	400	0,412	0,443	6,998		
	300	0,417	0,443	5,869		
	200	0,422	0,443	4,740		
	100	0,425	0,443	4,063		

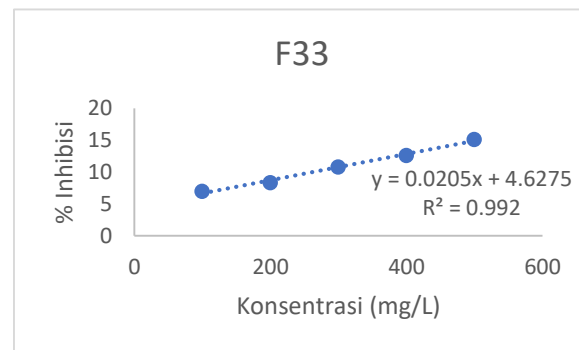
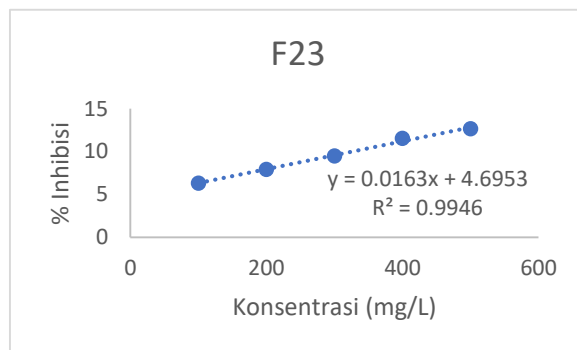
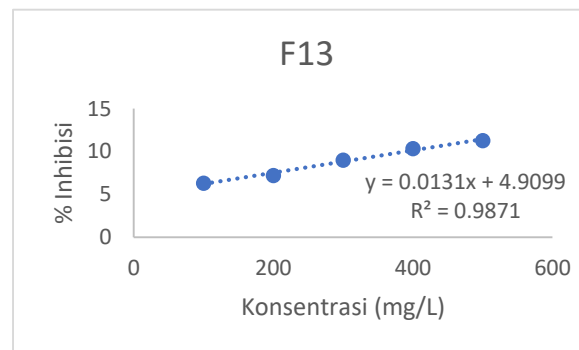
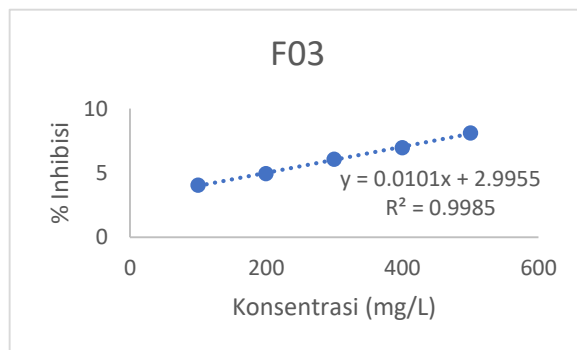
Kurva Linier Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 2



Tabel Hasil Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 3

Sampel	konsentrasi (ppm)	Abs Sampel	Abs Blanko	%inhibisi	Rata-rata %I	IC ₅₀
F33	500	0,376	0,443	15,124	10,790	2213,293
	400	0,387	0,443	12,641		
	300	0,395	0,443	10,835		
	200	0,406	0,443	8,352		
	100	0,412	0,443	6,998		
F23	500	0,387	0,443	12,641	9,571	2779,429
	400	0,392	0,443	11,512		
	300	0,401	0,443	9,481		
	200	0,408	0,443	7,901		
	100	0,415	0,443	6,321		
F13	500	0,394	0,444	11,061	8,829	3441,99
	400	0,398	0,444	10,158		
	300	0,404	0,444	8,804		
	200	0,412	0,444	6,998		
	100	0,416	0,444	6,095		
F03	500	0,408	0,444	7,901	6,036	4653,91
	400	0,413	0,444	6,772		
	300	0,417	0,444	5,869		
	200	0,422	0,444	4,740		
	100	0,426	0,444	3,837		

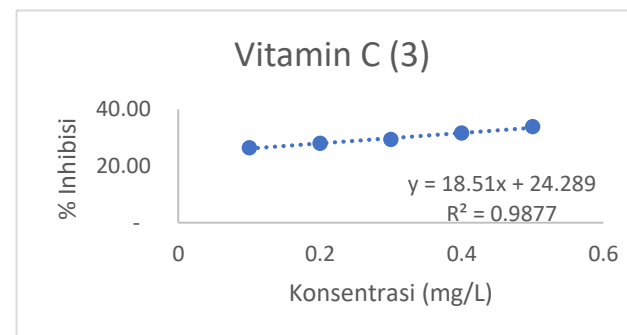
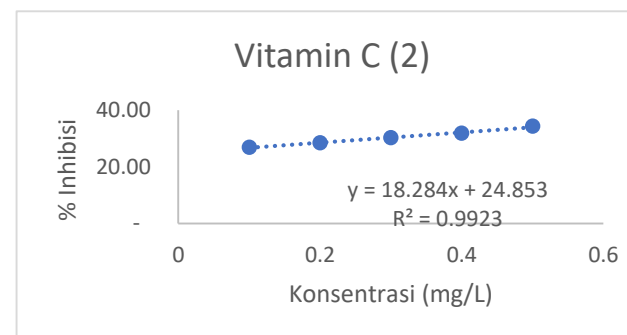
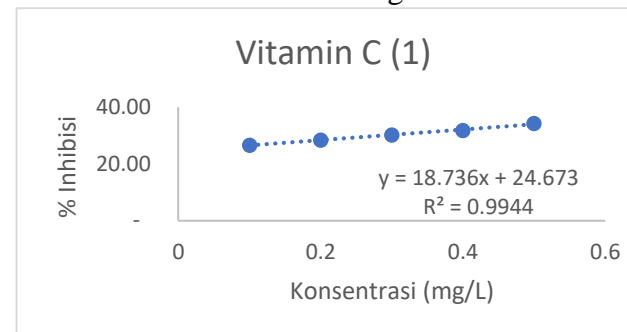
Kurva Linier Aktivitas Antioksidan Ekstrak Sampel Batch 3



Tabel Hasil Aktivitas Antioksidan Pemanding Vitamin C

Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Abs Sampel	Abs Blanko	% inhibisi (%)	Rata-rata %I (%)	IC ₅₀ (mg/L)
VIT C1	0,5	0,291	0,443	34,31	30,29	1,35
	0,4	0,302	0,443	31,83		
	0,3	0,309	0,443	30,25		
	0,2	0,317	0,443	28,44		
	0,1	0,325	0,443	26,64		
VIT C2	0,5	0,291	0,443	34,31	30,34	1,38
	0,4	0,302	0,443	31,83		
	0,3	0,309	0,443	30,25		
	0,2	0,317	0,443	28,44		
	0,1	0,324	0,443	26,86		
VIT C3	0,5	0,293	0,443	33,86	29,84	1,39
	0,4	0,303	0,443	31,60		
	0,3	0,313	0,443	29,35		
	0,2	0,319	0,443	27,99		
	0,1	0,326	0,443	26,41		

Kurva Linier Pemanding Vitamin C



Lampiran 8. Hasil Analisis Data Aktivitas Antioksidan Menggunakan SPSS

A. Data Deskriptif

Descriptives

antioksidan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F0	3	3609.68900	1551.115626	895.537024	-243.49582	7462.87382	1824.682	4629.755
F1	3	2822.75933	917.736698	529.855530	542.97499	5102.54367	1770.625	3458.374
F2	3	2300.39867	682.122190	393.823430	605.91321	3994.88412	1519.415	2779.429
F3	3	1897.98167	399.988985	230.933748	904.35395	2891.60939	1448.050	2213.293
Total	12	2657.70717	1072.891416	309.717074	1976.02448	3339.38985	1448.050	4629.755

B. Uji Normalitas

Tests of Normality

	perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
antioksidan	F0	.356	3	.	.818	3	.157
	F1	.342	3	.	.846	3	.229
	F2	.338	3	.	.853	3	.249
	F3	.298	3	.	.915	3	.435

a. Lilliefors Significance Correction

C. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Aktivitas_antioksidan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.665	3	8	.063

D. Uji One Way Anova

ANOVA

Kadar_fenolik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.006	3	.002	423.503	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.006	11			

E. Uji Lanjutan Duncan

antioksidan

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05 1
F3	3	1897.98167
F2	3	2300.39867
F1	3	2822.75933
F0	3	3609.68900
Sig.		.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 9. Surat Izin Penelitian Laboratorium Saintek Terpadu



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Website: <https://fst.walisongo.ac.id/>

SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Nomor: B-6141/Un.10.8/D/SP.01.03/08/2023

Assalamu'alaikum wr. wb

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang memberikan izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu UIN Walisongo Semarang yang berada di Kampus 2 dan Kampus 3 bagi sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi sebagai berikut:

Nama : Affah Sri Nuraini
NIM/ NIP : 1907026080
Program Studi : Gizi/FPK/UIN Walisongo Semarang
Laboratorium : Laboratorium Kimia
Nomor *Whatsapp* : 089614285699

Surat izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu ini **berlaku mulai 24 Agustus 2023 hingga 24 November 2023**. Evaluasi dan pembaruan/ perpanjangan izin penggunaan laboratorium dapat dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan mengisi formulir pembaruan izin laboratorium yang telah disediakan.

Demikian surat izin ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.
Wassalamu'alaikum wr.wb.

Semarang, 24 Agustus 2023



Tembusan:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Wakil Rektor 2/ Ketua Satgas Penanggulangan COVID-19 UIN Walisongo Semarang
3. Kabiro AUPK UIN Walisongo Semarang
4. Kabag TU FST UIN Walisongo Semarang

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

PREPARASI SAMPEL



Penimbangan Sampel



Perendaman Sampel



Penyaringan Larutan Sampel



Proses Evaporasi

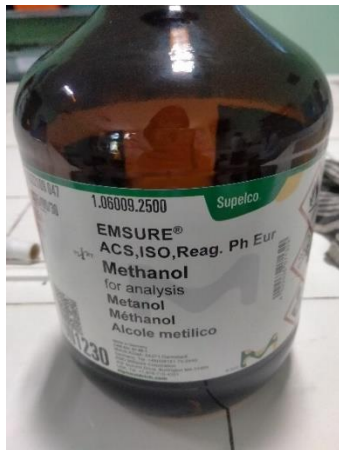
ALAT DAN BAHAN



Alat-Alat Penelitian



Spektrofotometer UV-Vis



Pelarut Metanol



Etanol



Aquades



Bubuk Na_2CO_3



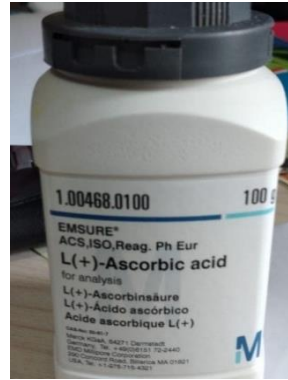
Reagen Folin-Ciocalteu



Bubuk Asam Galat



DDPH



Vitamin C

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN



Ekstrak Sampel



Deret Pengenceran Sampel



Penimbangan DPPH



Larutan DPPH



Pengujian Sampel



Pengujian Sampel



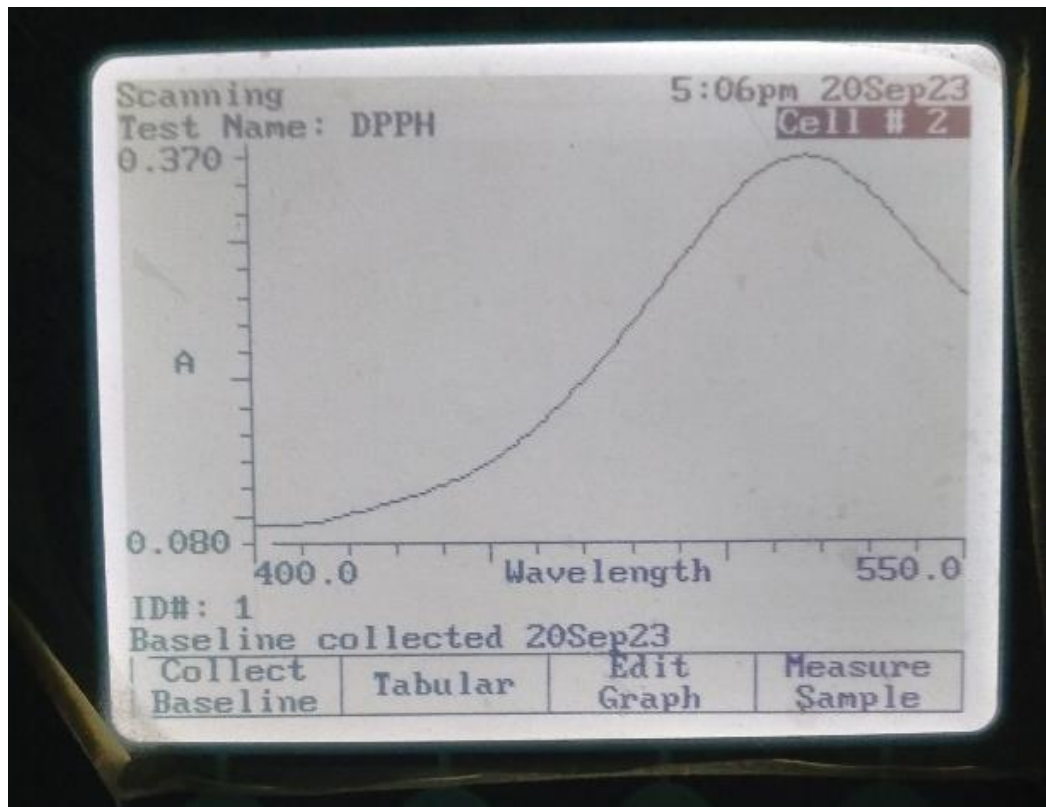
Penimbangan Pembanding Vitamin C



Deret Konsentrasi Pembanding Vitamin C



Pengujian Pembanding Vitamin C



Panjang Gelombang Maksimum DPPH

UJI KADAR TOTAL FENOLIK



Penimbangan Na_2CO_3



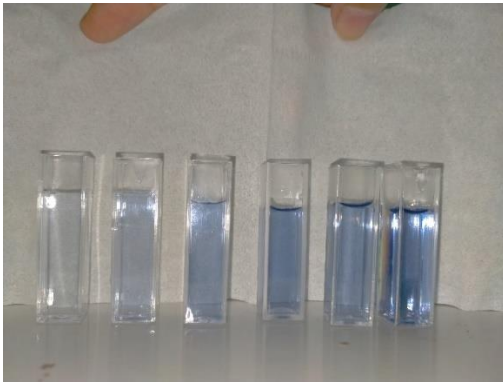
Larutan Na_2CO_3



Larutan Folin-Ciocalteu



Pengenceran Asam Galat



Pengukuran Deret Asam Galat



Pengukuran Fenolik Sampel

Lampiran 11. Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Afifah Sri Nuraini
2. Tempat, Tanggal lahir : Wonosobo, 19 Mei 2000
3. Alamat : Serang RT 2 RW 5 Wonorejo, Kecamatan Selomerto, Kabupaten Wonosobo
4. No. HP : 089614285699
5. E-mail : Afifahnur558@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri 10 Wonosobo
 - b. SMP Negeri 1 Wonosobo
 - c. SMA Negeri 1 Wonosobo
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Praktik Kerja Gizi di RSJD Amino Gondohutomo Semarang

C. Pengalaman Organisasi

1. Himpunan Mahasiswa Jurusan Gizi Periode 2020
2. Unit Kegiatan Mahasiswa GEMA SC Periode 2020
3. Himpunan Mahasiswa Jurusan Gizi Periode 2021