

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, VITAMIN C, DAN DAYA TERIMA
KIMCHI BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus L.*) DENGAN VARIASI
WAKTU FERMENTASI**

SKRIPSI

Diajukan kepada
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Sebagai bagian dari persyaratan dalam menyelesaikan Program Strata Satu
(S-1) Gizi (S.Gz)



SALMA AFIFAH NUGRAHANI

1907026079

PROGRAM STUDI GIZI

**FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

SEMARANG

2025



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan, Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi
Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*) dengan Variasi Waktu
Fermentasi
Penulis : Salma Afifah Nugrahani
NIM : 1907026079
Program Studi : Gizi

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

Semarang, ..³ Januari 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Rais Nur Latifah, M.Si
NIP. 19920304 201903 2 019

Penguji II,

Ratih Rizqi Nirwana, S.Si., M.Pd
NIP. 19810414 200501 2 003

Pembimbing I,

Angga Hardiansyah, S.Gz., M.Si
NIP. 19890323 201903 1 012

Pembimbing II,

Dr. Dina Sugiyanti, M.Si
NIP. 19840829 201101 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Salma Afifah Nugrahani

NIM : 1907026079

Program Studi : Gizi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang
(*Pachyrhizus erosus* L.) dengan Variasi Waktu Fermentasi

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

Semarang, 2 Januari 2025

Pembuat Pernyataan,



Salma Afifah Nugrahani

NIM. 1907026079

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 2 Oktober 2024

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 Perbedaan Waktu Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*)

Nama : Salma Afifah Nugrahani

NIM : 1907026079

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,



Angga Hardiansyah, S.Gz., M.Si

NIP. 19890323 201903 1 012

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 25 Oktober 2024

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 Perbedaan Waktu Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*)

Nama : Salma Afifah Nugrahani

NIM : 1907026079

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,



Dr. Dina Sugivanti, M.Si

NIP. 19840829 201101 2 005

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*) dengan Variasi Waktu Fermentasi”. Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari karena keterbatasan dan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, maka penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pihak lain pada umumnya. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat pelajaran, motivasi, dan bantuan berupa bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak mulai dari awal pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan skripsi. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag selaku Plt. Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Baidi Bukhori, S.Ag., M,Si selaku Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Angga Hardiansyah, S,Gz., M,Si selaku Kepala Jurusan Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Farohatus Solichah, S.K.M., M.Gizi selaku Sekretaris Jurusan Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
5. Ibu Dr. Dina Sugiyanti, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Rais Nur Latifah, M.Si dan Ibu Ratih Rizqi Nirwana, S.Si., M.Pd selaku Dosen Penguji I dan II yang bersedia memberikan masukan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.
7. Ibu Farohatus Solichah, S.K.M., M.Gizi selaku dosen wali saya yang telah membantu memberikan semangat, motivasi, dan saran kepada saya.
8. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, pegawai dan civitas akademik di Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
9. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Sunarno dan Ibu Satiti Lestariningsih yang tiada hentinya memberikan motivasi, semangat, dan do'a serta dukungan baik secara moral maupun material kepada penulis.
10. Kepada kedua kakak saya, Sayyid Jundi Adhi Nugraha dan Fattah Jundi Adhi Nugraha yang selalu menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis.
11. Kepada sahabat "Dakwah Online", yaitu Nabila Jasmine Safitri, Nurvanda Rounaoun Azzaly, dan Sabrina Azmi Kamila yang telah menemani, menghibur dan selalu memberi semangat, dukungan, motivasi, saran, serta berbagi keluh kesah selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
12. Kepada teman seperjuangan saya, Annisa Zahra Indriani yang selalu memberi semangat dan menemani dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai.
13. Kepada sahabat "Sistursss", yaitu Widella Aprianti, Rini Anisya, dan Rana Rasyida yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan, masukan, saran, dan berbagi keluh kesah kepada penulis hingga saat ini.
14. Kepada sahabat saya, Dini Agnes Wijaya yang telah menghibur dengan caranya dan memberikan semangat kepada penulis hingga saat ini.
15. Kepada teman-teman saya yang telah bersedia untuk membantu penulis dalam melakukan penelitian, yaitu Afifah Sri Nuraini, Nopi Lestari, Salma Innayatul Maula, dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

16. Kepada teman-teman yang telah bersedia untuk berkontribusi dalam pelaksanaan uji organoleptik sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
17. EXO dan SEVENTEEN yang telah menghibur penulis melalui karyanya.
18. Seluruh pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semarang, 11 Desember 2024

Salma Afifah Nugrahani

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri, kedua orang tua saya, Bapak Sunarno dan Ibu Satiti Lestariningsih, dan kedua kakak saya yang senantiasa memberikan motivasi, semangat, dan do'a serta dukungan baik secara moral maupun material yang tiada hentinya diberikan kepada saya, serta seluruh teman-teman yang selalu memberikan semangat, motivasi, saran, dan berbagi informasi serta keluh kesah selama masa perkuliahan.

MOTTO

“Hiduplah sesuai dengan apa yang kamu yakini bukan apa yang orang lain yakini”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
1. Bagi Peneliti.....	6
2. Bagi Masyarakat.....	6
E. Keaslian Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Landasan Teori.....	9
1. Bengkuang.....	9
2. Kimchi.....	12
3. Fermentasi.....	15
4. Daya Terima.....	18
5. Vitamin C.....	21
6. Antioksidan.....	27
B. Kerangka Teori.....	33
C. Kerangka Konsep.....	34
D. Hipotesis Penelitian.....	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Desain Penelitian.....	36

B. Subjek dan Objek Penelitian	36
C. Tempat dan Waktu Penelitian	36
D. Variabel dan Definisi Operasional	37
E. Prosedur Penelitian	38
1. Proses Pembuatan Kimchi Bengkuang.....	38
2. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang.....	41
3. Analisis Nilai pH Kimchi Bengkuang	42
4. Uji Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkuang Metode HPLC....	42
5. Uji Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang Metode DPPH.....	46
F. Pengumpulan Data	50
G. Analisis Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Hasil.....	52
1. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang.....	52
2. Uji Nilai pH Kimchi Bengkuang.....	58
3. Uji Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkuang	59
4. Uji Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang.....	61
B. Pembahasan	63
1. Proses Pembuatan Kimchi Bengkuang.....	63
2. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang.....	64
3. Nilai pH Kimchi Bengkuang.....	70
4. Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkuang.....	71
5. Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian	7
Tabel 2. Klasifikasi Bengkuang.....	10
Tabel 3. Kandungan Gizi Bengkuang.....	11
Tabel 4. Kandungan Gizi Kimchi.....	13
Tabel 5. Kategori Aktivitas Antioksidan	33
Tabel 6. Definisi Operasional.....	37
Tabel 7. Skala Hedonik 5 Poin	41
Tabel 8. Hasil Uji Organoleptik Parameter Rasa.....	53
Tabel 9. Hasil Uji Organoleptik Parameter Aroma.....	54
Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik Parameter Tekstur.....	55
Tabel 11. Hasil Uji Organoleptik Parameter Warna	57
Tabel 12. Hasil Uji Nilai pH.....	58
Tabel 13. Luas Area Larutan Standar	59
Tabel 14. Hasil Uji Kandungan Vitamin C.....	60
Tabel 15. Hasil Persentase Nilai Inhibisi Sampel	61
Tabel 16. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	62
Tabel 17. Hasil Persentase Nilai Inhibisi Vitamin C	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bengkuang.....	9
Gambar 2. Kimchi.....	12
Gambar 3. Proses Pembuatan Kimchi	14
Gambar 4. Struktur DPPH.....	32
Gambar 5. Mekanisme Reaksi DPPH dengan Antioksidan	32
Gambar 6. Kerangka Teori.....	34
Gambar 7. Kerangka Konsep	34
Gambar 8. Diagram alir pembuatan kimchi bengkuang	41
Gambar 9. Diagram alir pembuatan larutan induk.....	44
Gambar 10. Diagram alir pembuatan kurva kalibrasi	44
Gambar 11. Diagram alir penentuan kandungan vitamin C.....	45
Gambar 12. Hasil Uji Organoleptik Parameter Rasa	52
Gambar 13. Hasil Uji Organoleptik Parameter Aroma	53
Gambar 14. Hasil Uji Organoleptik Parameter Tekstur.....	55
Gambar 15. Hasil Uji Organoleptik Parameter Warna	56
Gambar 16. Hasil Uji Nilai pH.....	58
Gambar 17. Kurva Kalibrasi Vitamin C	59
Gambar 18. Hasil Uji Kandungan Vitamin C.....	60
Gambar 19. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	62
Gambar 20. Kurva Kalibrasi Larutan Pembanding.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Uji Organoleptik	89
Lampiran 2. Perhitungan Uji Nilai pH	91
Lampiran 3. Perhitungan Uji Kandungan Vitamin C.....	91
Lampiran 4. Perhitungan Uji Aktivitas Antioksidan.....	96
Lampiran 5. Perhitungan SPSS	106
Lampiran 6. Inform Consent	115
Lampiran 7. Form Uji Organoleptik.....	116
Lampiran 8. Ethical Clearance	117
Lampiran 9. Dokumentasi	118
Lampiran 10. Riwayat Hidup	121

ABSTRAK

Latar Belakang: Kimchi merupakan makanan yang mengandung antioksidan, yang dapat membantu menjaga kesehatan tubuh dengan mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Bengkuang menjadi bahan utama dalam pembuatan kimchi karena mengandung vitamin C yang berfungsi dalam menangkal radikal bebas.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan, kandungan vitamin C, dan daya terima produk kimchi bengkuang dengan perbedaan waktu fermentasi.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 variasi waktu fermentasi yaitu 0, 1, 3, 5, dan 7 hari dengan 2 kali pengulangan analisis. Uji organoleptik dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih. Uji vitamin C menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography*. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* spektrofotometer Uv-Vis.

Hasil: Hasil uji organoleptik pada kimchi bengkuang menunjukkan terdapat perbedaan pada parameter rasa, aroma, tekstur, dan warna. Hasil uji vitamin C pada kimchi bengkuang menunjukkan tidak terdapat perbedaan dengan kandungan vitamin C tertinggi pada sampel hari ke-0 sebesar 0,119 mg. Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan tidak terdapat perbedaan, namun aktivitas antioksidan pada kimchi bengkuang menurun dengan nilai IC_{50} terendah sebesar 50,05 mg/L pada sampel hari ke-0 dan tertinggi sebesar 19,49 pada sampel hari ke-7.

Kesimpulan: Terdapat perbedaan yang signifikan terhadap uji organoleptik kimchi bengkuang. Hasil uji vitamin C dan aktivitas antioksidan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: aktivitas antioksidan, bengkuang, daya terima, vitamin C, waktu fermentasi

ABSTRACT

Background: *Kimchi is a food that contains antioxidant, which can help maintain a healthy body by preventing cell damage caused by free radicals. Jicama is the main ingredient in making kimchi because it contains vitamin C which functions in inhibiting free radicals.*

Objective: *This study aims to determine the antioxidant activity, vitamin C content, and acceptability of jicama kimchi products with different fermentation times.*

Methods: *This research is an experimental study using a Completely Randomized Design (CRD) with 5 variations of fermentation time, namely 0, 1, 3, 5, and 7 days with 2 repetitions of analysis. Organoleptic tests was conducted by 30 untrained panelists. Vitamin C test using High Performance Liquid Chromatography method. Antioxidant activity test using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl method of spectrophotometer Uv-Vis.*

Result: *The results of the organoleptic tests on jicama kimchi showed differences in taste, aroma, texture, and color parameters. Vitamin C test result on jicama kimchi showed no difference with the highest vitamin C content in the sample on day 0 of 0,119 mg. The antioxidant activity test result showed no difference, but the antioxidant activity in jicama kimchi decreased with the lowest IC_{50} value of 50,05 mg/L in the sample on day 0 and the highest of 19,49 in the sample on day 7.*

Conclusion: *There is a significant difference in the organoleptic test of jicama kimchi. Vitamin C and antioxidant activity tests result showed no significant difference.*

Keywords: *antioxidant activity, fermentation time, jicama, organoleptic test, vitamin C*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut *World Health Organization* (2024), kanker merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia, dengan tercatat 20 juta kasus dan 9,7 juta kematian. Sementara itu, berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI tahun 2022, di Indonesia terdapat 408.661 kasus kanker dengan 242.988 orang diantaranya meninggal dunia, terutama disebabkan oleh kanker payudara, leher rahim, paru-paru, dan kolorektal. Tanpa adanya intervensi, diperkirakan jumlah kasus kanker di Indonesia akan meningkat sebesar 63% antara tahun 2025 hingga 2040.

Kanker adalah kelompok penyakit yang dapat terjadi di hampir semua organ atau jaringan tubuh, ketika sel-sel abnormal berkembang secara tidak terkendali, melampaui batas normal, dan menyerang area tubuh sekitarnya atau menyebar ke organ lain. Penyebab kanker dibagi menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berkaitan dengan riwayat keluarga yang memiliki penderita kanker, sedangkan faktor eksternal mencakup kebiasaan hidup yang tidak sehat, seperti pola makan yang buruk, kurangnya aktivitas fisik, konsumsi alkohol berlebihan, dan merokok (WHO, 2022). Kerusakan sel akibat radikal bebas, terutama kerusakan DNA, dapat berperan dalam perkembangan kanker serta gangguan kesehatan lainnya (Valko *et al.*, 2007).

Radikal bebas adalah molekul, atom, atau gugus yang sangat reaktif karena memiliki satu atau lebih elektron tak berpasangan di lapisan terluarnya. Radikal bebas terbentuk akibat proses oksidasi biologis dalam sel atau jaringan tubuh manusia yang menghasilkan oksigen reaktif, yang pada dasarnya merupakan bentuk dari oksidan (Yuslianti, 2017). Sering terpapar radikal bebas dapat menyebabkan tubuh terserang penyakit. Penyakit yang timbul akibat radikal bebas

bersifat kronis, dimana dalam jangka waktu yang panjang akan memicu terjadinya penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, dyslipidemia, penyakit jantung, dan menurunnya fungsi ginjal (Fakriah *et al.*, 2019).

Salah satu makanan yang memiliki kandungan antioksidan tinggi adalah kimchi. Kimchi merupakan makan dengan kandungan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh dalam mencegah kerusakan terhadap sel yang dipicu oleh tindakan radikal bebas (Azka, 2018). Vitamin C adalah zat antioksidan yang berperan dalam peningkatan sistem kekebalan tubuh. Selain itu, vitamin C merupakan salah satu antioksidan yang memiliki kemampuan untuk menetralkan toksin dan radikal bebas dalam sirkulasi darah dan cairan tubuh sel. Kekuatan antioksidan vitamin C membantu melindungi tubuh yang rusak karena adanya molekul-molekul radikal bebas seperti superoksida, peroksida, radikal hidroksil, dan oksigen tunggal (Saputro, 2013).

Menurut penelitian Ryu (2019) mengenai aktivitas antioksidan kimchi yang ditambahkan dengan raspberry hitam selama fermentasi diketahui bahwa efek antioksidan tertinggi terjadi pada 2 minggu fermentasi dengan penambahan konsentrasi 1% ekstrak raspberry hitam. Menurut penelitian Park (2011) pada kimchi fermentasi jangka pendek (7 hari) dan jangka panjang (lebih dari 2 tahun) menunjukkan jika aktivitas antioksidan pada kimchi fermentasi jangka panjang lebih tinggi daripada kimchi fermentasi jangka pendek. Selain itu, berdasarkan penelitian Korus *et al* (2021) mengenai konstituen pendukung kesehatan dan parameter kualitas terpilih dari berbagai jenis kimchi produk tanaman fermentasi dapat disimpulkan bahwa kimchi dapat direkomendasikan untuk dikonsumsi sebagai sumber serat makanan, vitamin C, vitamin B, abu, serta kandungan fenolik dalam jumlah yang tinggi karena dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan.

Bahan pangan utama yang digunakan di penelitian ini adalah bengkuang. Bengkuang merupakan sayuran yang mengandung mineral dan vitamin seperti vitamin C, vitamin E, vitamin B6, folat, kalsium,

magnesium, fosfor, seng, dan tembaga yang berperan sangat penting dalam memelihara kesehatan. Bengkuang mengandung serat kasar dan protein yang tinggi, menjadikannya pilihan yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan kimchi sebagai alternatif pengganti kubis (Syadiah, 2022). Hasil dari panen bengkuang di Indonesia rata-rata dalam satu kali panen menghasilkan sebesar 35 ton/ha (Wilis, 2022). Kandungan air yang mencapai sekitar 86-90% menyebabkan bengkuang memiliki rasa manis, sejuk, dan dingin (Yeni *et al.*, 2013).

Bengkuang termasuk dalam bahan pangan yang mengandung gizi tinggi. Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017), kandungan gizi pada 100 gram bengkuang, terdapat nilai gizi berupa 59 kkal kalori; 1,4 gram protein; 0,2 gram lemak; 12,8 gram karbohidrat; 1 mg serat; 20 mg vitamin C; dan 0,1 mg vitamin B2. Menurut penelitian Mun *et al* (2020), ditemukan bahwa di dalam bengkuang mempunyai kandungan flavonoid, vitamin C, serta saponin yang memiliki manfaat dalam melawan radikal bebas yang dianggap sebagai potensi sumber antioksidan yang kuat. Berdasarkan hasil penelitian Siregar (2019), ekstrak bengkuang dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat yaitu dengan nilai IC50 antara 84-98 $\mu\text{g/mL}$.

Menurut Fella (2020), budaya Korea Selatan sedang populer di kalangan remaja Indonesia baru-baru ini. Mulai dari produk hiburan populer, seperti musik, drama, dan film hingga berkembang ke produk asli seperti makanan, minuman, kosmetik, dan alat elektronik juga ikut dikenal. Salah satu makanan Korea Selatan yang paling populer di Indonesia adalah kimchi (Yolanda *et al.*, 2017). Kimchi biasanya dikonsumsi secara mentah dan mempunyai rasa asam seperti acar, serta dibuat melalui proses fermentasi dengan garam dan bumbu pedas yang mirip dengan asinan sayuran (Azka, 2018). Pada proses fermentasinya kimchi melibatkan peran bakteri asam laktat (BAL) yang bermanfaat bagi kesehatan dan berkontribusi dalam menciptakan cita rasa yang khas serta membantu memperlancar sistem pencernaan (Arini, 2017 dan

Ardilla *et al.*, 2022). Kimchi merupakan makanan yang baik karena memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Hal ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah [2] ayat 168 yang berbunyi:

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

Artinya: “Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu.”

Berdasarkan Tafsir Al Mishbah oleh Quraish Shihab pada jilid 1 (2002), ayat diatas menunjukkan bahwa Allah mempersiapkan bumi untuk seluruh manusia, baik mukmin ataupun kafir untuk makan makanan yang halal yang ada di bumi agar tidak merugikan orang lain dan bertentangan dengan ketentuan Allah. Namun, tidak semua makanan yang ada di dunia halal untuk dimakan. Makanan halal adalah makanan yang tidak dilarang oleh agama. Akan tetapi, tidak semua makanan halal itu baik bagi kesehatan seperti makanan yang halal tetapi tidak bergizi, maka makanan tersebut menjadi kurang baik.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan jika proses fermentasi pada kimchi dapat meningkatkan kandungan aktioksidan. Hal ini dikarenakan adanya peran mikroba terhadap proses fermentasi kimchi, yaitu bakteri asam laktat (Enjelly, 2022). Pada penelitian ini, penggunaan bengkuang sebagai bahan baku kimchi karena selain kaya akan vitamin dan mineral, tetapi juga membantu melawan radikal bebas. Disisi lain agar masyarakat dapat membuat kimchi sendiri dirumah menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh dan terjangkau. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas kimchi bagi masyarakat dan menunjukkan manfaatnya bagi kesehatan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan kimchi yang mengandung antioksidan dapat dimanfaatkan oleh penderita kanker untuk dikonsumsi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan aktivitas antioksidan serta kandungan vitamin C pada kimchi dalam kurun waktu fermentasi 0, 1, 3, 5, dan 7 hari dengan bahan pangan bengkuang dan untuk mengetahui efek dari proses fermentasi terhadap kandungan zat gizi. Hasil dari kajian ini akan membantu dalam memahami lebih lanjut tentang kimchi dan manfaat kesehatannya. Oleh karena itu, peneliti berkeinginan membuat olahan kimchi berbahan dasar bengkuang untuk meningkatkan pemanfaatan pangan serta mengetahui karakteristik sensoris pada daya terima kesukaan panelis yang dilakukan dengan menggunakan uji hedonik atau biasa disebut uji kesukaan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap daya terima kimchi bengkuang?
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan vitamin C pada kimchi bengkuang?
3. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada kimchi bengkuang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini memiliki tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap daya terima kimchi bengkuang.
2. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan vitamin C pada kimchi bengkuang.
3. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada kimchi bengkuang.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

- a) Memberikan pengetahuan terkait inovasi pangan yang berkaitan dengan pengaruh waktu fermentasi kimchi bengkuang dengan daya terima, aktivitas antioksidan, dan kandungan vitamin C.
- b) Meningkatkan pemahaman dalam ilmu pangan tentang pemanfaatan bengkuang sebagai inovasi dalam memenuhi kebutuhan gizi manusia, terutama untuk masyarakat Indonesia.

2. Bagi Masyarakat

Hasil kajian ini diharapkan menjadi rujukan untuk penelitian setelahnya serta dapat menjadi acuan kepada masyarakat mengenai pengolahan bengkuang dengan cara fermentasi.

E. Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengetahuan yang diketahui oleh penulis, untuk saat ini belum ditemukan penelitian yang terkait berdasarkan judul proposal dan topik penelitian yang diajukan. Ada beberapa hasil pengujian dan penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai rujukan keaslian pada penelitian ini, rincian tersebut dapat dirujuk pada Tabel 1.

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Nama Peneliti, Tahun, Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Kang-Hee Lee, Seung-Min Oh, Won-Ho Hong, Jiyeon Chun (2023) “Vitamin contents and antioxidant characteristics of red and gold kimchi cabbages (<i>Brassica rapa L. ssp. pekinensis</i>)”	Aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode uji aktivitas penangkap radikal DPPH. Dengan analisis statistik one-way ANOVA dengan nilai signifikansi $p < 0,05$	Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada ketebalan atau panjang ketiga kimchi kubis. Kimchi kubis merah memiliki kandungan vitamin B6 dan B9 tertinggi. Disisi lain, vitamin A, K, dan E semua sampel memiliki kandungan yang tinggi. Kimchi kubis merah memiliki aktivitas antioksidan, total polifenol, dan flavonoid tertinggi diantara ketiga kubis. Hasil menunjukkan bahwa kimchi kubis merah, dan <i>gold cabbage kimchi</i> dapat digunakan sebagai bahan baku makanan.
Essa Annisa Syadiah, Kartika, Hasbiadi, Fitrah Adelina (2022) “Karakteristik Fisikokimia, Organoleptik, dan Total Bakteri Asam Laktat Kimchi Bengkuang”	RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan tiga taraf konsentrasi garam dan tiga taraf lama waktu fermentasi	Lama waktu fermentasi dan konsentrasi garam mempengaruhi kualitas kimchi bengkuang. Selain itu, atribut fisikokimia seperti kadar pH, kadar lemak, salinitas, dan serat kasar memiliki dampak yang signifikan ($p < 0,05$). Warna, aroma, dan total bakteri asam laktat dalam kimchi bengkuang juga terbukti memiliki pengaruh yang nyata ($p < 0,05$).

Luthfi (2019)	'Afifah	Eksperimental laboratorium dan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.	Kimchi selada air mengandung senyawa-senyawa yang berfungsi sebagai agen antioksidan. Semakin lama proses fermentasi kimchi selada air, maka semakin besar kemampuan dalam menghambat radikal bebas.
Syifa Fauzia (2019)	Nurul	RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan pola faktorial 3x3 dengan 3 kali ulangan. Respon kimia yang diukur yaitu vitamin C (iodometri), total asam laktat (volumetri), pengujian total bakteri (TPC), dan respon organoleptik (uji hedonik)	Konsentrasi garam yang bervariasi berpengaruh terhadap respon kimia, juga berpengaruh terhadap respon organoleptik. Lama fermentasi yang bervariasi juga berpengaruh terhadap respon kimia dan respon organoleptik. Dampak dari interaksi antara konsentrasi garam dan durasi fermentasi pada respons mikrobiologis dapat teramati dalam pengujian total bakteri (TPC).
Ye-Rang Sung-In (2019)	Rang-Hee Park, Hwan Kim	Aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode FRAP dan TAC. Dengan analisis statistik menggunakan uji t-test dua sisi berpasangan.	Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan pada kimchi dengan penambahan 7% konsentrat jeruk lebih tinggi dibandingkan kimchi normal. Efek antiobesitas konsentrat jeruk ditunjukkan dengan penurunan kadar trigliserida dan total kolesterol. Secara keseluruhan, konsentrat jeruk menunjukkan efek antioksidan dan antiobesitas yang paling kuat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Bengkuang

a) Pengertian Bengkuang



Gambar 1. Bengkuang

Sumber: (Halodoc.com, 2023)

Bengkuang merupakan tanaman yang dibudidayakan menggunakan biji yang berasal dari kawasan Amerika Tengah. Bengkuang memiliki kulit berwarna coklat terang sampai gelap dan daging berwarna putih, kuning keputih-putihan hingga ada yang berwarna kemerahan. Bengkuang memiliki kandungan gizi melimpah berupa mineral dan vitamin yang memberikan khasiat positif untuk kesehatan. Bengkuang adalah bahan makanan yang dapat dimakan secara langsung atau dijadikan bahan dasar produk makanan. Kandungan serat kasar dan protein cukup tinggi pada bengkuang menjadikannya alternatif yang sesuai untuk menggantikan kubis dalam pembuatan kimchi (Syadiah, 2022). Kandungan air mencapai tingkat yang cukup tinggi, berkisar antara 86-90% menyebabkan bengkuang mempunyai cita rasa manis, bersifat sejuk, dan dingin (Yeni, 2013).

b) Hasil Produksi Bengkuang

Pemanenan bengkuang sama seperti pemanenan berbagai jenis umbi-umbian lainnya. Umbi bengkuang harus dipanen di waktu yang tepat agar memiliki kualitas yang baik,

pada rentang tidak terlalu muda dan terlalu tua (Warisno, 2019). Bengkuang sudah dapat dipanen sejak umur empat bulan dan maksimal berumur satu tahun karena jika lebih maka umbinya akan berserat dan rasa manisnya akan berkurang, sehingga biasanya bengkuang yang sudah tua digunakan sebagai pakan ternak atau produksi pati (Yeni, 2013). Di Indonesia dalam satu kali panen bengkuang menghasilkan sebanyak 35 ton/ha (Wilis, 2022).

Tanah yang akan digunakan untuk menanam bengkuang umumnya akan ditumpang sarikan terlebih dahulu dengan cara penanaman kacang panjang atau jagung. Selama memiliki pengairan yang baik bengkuang dapat tumbuh dengan subur walaupun pada tanah lempung berpasir. Selain itu, bengkuang juga mudah beradaptasi terhadap perubahan iklim yang berkaitan dengan curah hujan berlebihan dan musim kemarau. Namun, suhu ideal pada pertumbuhan bengkuang yaitu berkisar suhu 21-28°C (Yeni, 2013).

c) **Klasifikasi Bengkuang**

Menurut Hilman (2012), klasifikasi tanaman bengkuang yaitu:

Tabel 2. Klasifikasi Bengkuang

<i>Division</i>	<i>Spermatophyta</i>
<i>Family</i>	<i>Fabaceae</i>
<i>Genus</i>	<i>Pachyrhizus</i>
<i>Kelas</i>	<i>Dicotyledoneae</i>
<i>Kingdom</i>	<i>Plantae</i>
<i>Ordo</i>	<i>Fabales</i>
<i>Spesies</i>	<i>Pachyrhizus erosus L.</i>
<i>Sub Division</i>	<i>Angiospermae</i>

d) Kandungan Gizi Bengkuang

Menurut Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2019), kandungan gizi bengkuang yaitu:

Tabel 3. Kandungan Gizi Bengkuang

Zat Gizi	Kandungan
Energi	59 kkal
Karbohidrat	12,8 gr
Lemak	0,2 gr
Protein	1,4 gr
Serat	1 gr
Vitamin B2	0,2 mg
Vitamin C	20 mg

e) Manfaat Bengkuang

Bengkuang memiliki berbagai manfaat, baik tanamannya itu sendiri maupun posisinya sebagai ekosistem. Dalam ekosistem, bengkuang berguna sebagai pelindung tanah (*cover land*) yang dapat melindungi lahan dan memperbaiki lahan yang krisis karena kemampuan bersimbiosis dengan bakteri-bakteri pengikat nitrogen. Bengkuang adalah bahan makanan yang kaya akan zat gizi. Bengkuang di Indonesia pada umumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan makanan segar, meskipun terdapat potensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai sektor seperti industri kesehatan, kecantikan, dan pangan. Umumnya bengkuang diolah menjadi bahan makanan seperti asinan, rujak, dan bahan pelengkap tekwan. Sedangkan, dalam bidang kecantikan bengkuang digunakan untuk perawatan kulit (Fauzia, 2019). Selain itu, ketika musim kemarau bengkuang juga sering dimanfaatkan untuk pakan ternak dan pembuatan pupuk hijau (Warisno, 2019).

Penjelasan mengenai manfaat bengkuang sebagai tumbuh-tumbuhan juga tertuang di dalam Al-Qur'an. Tumbuhan seringkali digunakan dalam Al-Qur'an sebagai

bukti kebesaran Allah, di mana terdapat firman Allah yang menerangkan manfaat tumbuh-tumbuhan. Sebagaimana dalam QS. Qaf [50] ayat 9:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ

Artinya: “Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak dan manfaatnya, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam”.

Berdasarkan Tafsir Al Mishbah oleh Quraish Shihab pada jilid 13 (2002), Allah mengungkapkan karunia-Nya kepada ciptaan-Nya dengan memberikan air sebagai sumber kehidupan bagi mereka di dunia ini. Selain itu, kata “tumbuhkan pohon-pohon dan biji-biji tanaman”, dapat merujuk bahwa Allah swt telah menciptakan tumbuhan untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh manusia.

2. Kimchi

a) Pengertian Kimchi



Gambar 2. Kimchi

Sumber: (SURA Korean Cuisine, 2015)

Kimchi adalah hidangan tradisional Korea Selatan yang mirip dengan sayuran asinan yang difermentasi dengan bumbu pedas. Komposisi kimchi melibatkan sayuran seperti bawang putih, lobak, dan cabai yang difermentasi dengan bahan-bahan lain seperti garam dan ragi. Rasa asam pada kimchi mirip dengan yang terdapat pada acar (Azka, 2018). Menurut Kim *et al* (2020), suhu fermentasi adalah faktor kunci yang menentukan pembentukan mikroba dan kecepatan

fermentasi. Kimchi biasanya disimpan pada suhu ruang dengan suhu penyimpanan 20°C untuk mempercepat proses fermentasi. Suhu penyimpanan kimchi setelah proses fermentasi harus dengan suhu rendah yaitu berkisar antara 2-6°C yang berguna untuk proses pematangan dan pengawetan (Jung *et al.*, 2014).

Kimchi mempunyai variasi karakteristik yang berbeda sesuai pada jenis bumbu dan bahan baku, serta proses pembuatannya. Kimchi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kimchi dan mul-kimchi (kimchi mengandung tambahan air). Kimchi yang tidak melibatkan penambahan air adalah *baechu* kimchi (potongan kubis), *yeolmu* kimchi (lobak muda), *tongbaechu* kimchi (kubis utuh), *kakkgugi* (kimchi lobak). Sementara itu, yang termasuk dalam kategori mul-kimchi mencakup *baechu* kimchi (kimchi dengan penambahan air), *nabak* kimchi (kimchi dengan potongan lobak dan kubis), dan *dongchimi* (kimchi lobak dengan penambahan air) (Akyuni, 2022).

b) Kandungan Gizi Kimchi

Menurut Fatsecret (2022), kandungan gizi kimchi yaitu:

Tabel 4. Kandungan Gizi Kimchi

Zat Gizi	Kandungan
Energi	35 kkal
Karbohidrat	6 gr
Lemak	0 gr
Protein	2 gr
Serat	1 gr
Sodium	650 mg

c) **Proses Pembuatan Kimchi**

Langkah-langkah dalam pembuatan kimchi menurut Kim *et al* (2017), dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pembuatan Kimchi

d) Manfaat Kimchi bagi Kesehatan

Kimchi memiliki sejumlah manfaat positif bagi kesehatan, seperti mengandung antioksidan yang berfungsi melindungi tubuh pada potensi kerusakan sel dari pengaruh radikal bebas (Azka, 2018). Selain itu, konsumsi kimchi juga berperan dalam menjaga kesehatan usus dan dapat mengurangi risiko penyakit pencernaan. Kandungan asam amino dan vitamin B yang terkandung dalam kimchi juga dapat berfungsi untuk membantu meningkatkan kesehatan otak dan fungsi kognitif (Kirana, 2021).

Menurut penelitian Park *et al* (2017), kandungan bakteri asam laktat yang ada pada kimchi menunjukkan efek antioksidan, antikanker, stimulasi kekebalan tubuh, dan antiobesitas, serta aktivitas probiotik lainnya. Sedangkan, berdasarkan hasil penelitian Yolanda *et al* (2017), kimchi mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang sering menyerang tubuh manusia dan menyebabkan infeksi pada organ tubuh.

3. Fermentasi

Fermentasi merupakan mekanisme perubahan kimiawi dengan melibatkan aktivitas enzim pada bahan organik yang diperoleh dari mikroorganisme. (Suprihatin, 2010). Zat gizi tambahan dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam mempercepat proses fermentasi. Selain membutuhkan karbohidrat, nitrogen dan mineral yang cukup juga diperlukan agar mikroorganisme dapat tumbuh dan memiliki hasil yang optimal (Akbar *et al.*, 2013 dan Suryani *et al.*, 2013). Selain menggunakan kapang dan khamir, penggunaan bakteri atau campuran dari berbagai mikroorganisme juga dapat dilakukan dalam proses fermentasi. Bakteri asam laktat merupakan salah satu mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi.

Bakteri asam laktat berasal dari hasil akhir metabolisme gula (karbohidrat). Penggunaan bakteri asam laktat dalam proses fermentasi akan menghasilkan asam laktat yang memiliki efek menurunkan nilai pH, memberikan cita rasa asam, dan sekaligus menghambat pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme lain (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi bakteri asam laktat terdiri dari dua kategori, di antaranya adalah bakteri heterofementatif dan homofementatif. Bakteri asam laktat yang melakukan fermentasi homofementatif menghasilkan asam laktat melalui metabolisme gula. Bakteri asam laktat heterofementatif selain menghasilkan asam laktat juga memproduksi karbon dioksida serta jumlah yang lebih sedikit dari asam-asam volatil lainnya, alkohol, dan ester (Yanti, 2013).

Fermentasi dapat dibedakan sesuai sumber mikroorganismenya terbagi dua kategori, di antaranya adalah fermentasi secara spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan adalah jenis fermentasi di mana proses pembuatannya tidak adanya tambahan mikroorganisme ragi. Sedangkan, fermentasi dengan proses secara tidak spontan adalah jenis fermentasi di mana dalam pembuatannya melibatkan penambahan starter atau ragi. Bahan yang digunakan dalam proses fermentasi akan berubah menjadi produk yang diinginkan karena adanya pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme secara aktif yang terjadi (Suprihatin, 2010). Jenis mikroorganisme yang digunakan akan berpengaruh terhadap proses optimum fermentasi (Sulistyaningrum, 2008). Menurut Hidayat dan Suhartini (2013) terdapat faktor yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu jumlah inokulum, jenis substrat, kandungan gizi, nilai pH pada awal fermentasi, serta suhu.

a) Fungsi Garam pada Proses Fermentasi Kimchi

Garam atau yang umum dikenal sebagai NaCl diproduksi dari air laut, di mana garam dapat memberikan rasa

asin. Pada proses fermentasi garam berfungsi sebagai pengontrol fermentasi, memberikan cita rasa asin pada produk, dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk (Murti *et al.*, 2021). Pada proses fermentasi kimchi konsentrasi garam memiliki pengaruh yang sangat besar. Di mana semakin tinggi konsentrasi garam maka total bakteri asam laktat semakin rendah. Hal ini terjadi karena konsentrasi garam yang tinggi dapat menyebabkan sel-sel bakteri mengalami kehilangan tekanan turgor yang berpengaruh pada aktivitas enzim, metabolisme sel, dan fisiologi (Ibourahema *et al.*, 2008).

Konsentrasi garam yang digunakan sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi kimchi. Penggunaan garam di bawah 2% akan berakibat pada tumbuhnya bakteri pembusuk dan bakteri proteolitik yang mengganggu proses fermentasi, sedangkan jika konsentrasi garam di atas 10% maka dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri halofilik yang juga dapat menghambat proses fermentasi (Azka *et al.*, 2018 dan Saskia *et al.*, 2017). Oleh karena itu, konsentrasi garam yang rendah dapat membuat bakteri asam laktat lebih efektif dalam menghasilkan asam laktat yang lebih banyak. Konsentrasi garam yang baik digunakan pada fermentasi kimchi yaitu antara 2-3% dimana konsentrasi garam yang sesuai akan merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat secara optimal dan menekan pertumbuhan bakteri yang tidak dikehendaki (Anggraeni *et al.*, 2021).

b) Peran Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat memiliki ciri yaitu termasuk bakteri gram positif, tidak membentuk spora, berbentuk basil atau coccus, dan katalase negatif. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang produk utama dalam memetabolisme karbohidrat yaitu berupa asam laktat. Asam laktat merupakan

senyawa metabolit yang memiliki efek penghambatan karena molekul asam laktat dapat masuk ke dalam membran sel dan menurunkan pH sitoplasma dan menurunkan pH lingkungan serta membunuh bakteri patogen (Halim *et al.*, 2013).

Pada proses fermentasi kimchi, bakteri asam laktat memiliki peran yang beragam. Bakteri utama yang berperan dalam proses fermentasi kimchi adalah *Leuconostoc sp.*, *Lactobacillus sp.*, dan *Weisella sp.* Pada tahap awal fermentasi tingkat keasaman kimchi masih rendah sehingga *Leuconostoc sp.*, dapat bertahan. Kemudian fermentasi dilanjutkan oleh bakteri *Lactobacillus sp.*, dan *Weisella sp.*, karena pada tahap ini tingkat keasaman kimchi sudah lebih tinggi dan kondisi lingkungan memiliki tingkat oksigen yang lebih rendah (Jung *et al.*, 2014 dan Park *et al.*, 2014). Proses metabolisme bakteri asam laktat dalam kimchi menghasilkan asam laktat, asam asetat, karbon dioksida, ester, dan beberapa metabolit organik lainnya (Jung *et al.*, 2014).

4. Daya Terima

Menurut Suriani (2012), daya terima makanan mengacu pada kapasitas seseorang dalam mengonsumsi seluruh makanan yang diberikan. Penilaian terhadap kualitas makanan dapat berbeda antara individu, yang dipengaruhi oleh preferensi pribadi, latar belakang etnis, pengalaman, usia, dan status ekonomi. Meskipun demikian terdapat beberapa aspek umum yang sering dinilai dalam makanan, yaitu mencakup kualitas rasa, nilai gizi, kebersihan, dan higiene makanan tersebut.

a) Uji Organoleptik

Penilaian organoleptik adalah penilaian dengan cara sensoris atau inderawi yang sudah ada dari sejak lama. Metode ini sering digunakan karena penilaian yang bersifat langsung dan cepat. Bahkan, dalam beberapa kasus penelitian sensoris

dapat memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan menggunakan alat ukur yang paling sensitif. Dalam penerapan penilaian organoleptik terdapat beberapa metode tertentu yang dapat dilakukan untuk melakukan uji organoleptik. Hasil dari pengujian ini berupa data yang selanjutnya dianalisis melalui metode statistik (Carvalho, 2019).

Uji hedonik yang dikenal sebagai uji kesukaan merupakan salah satu bentuk uji organoleptik yang digunakan dalam menilai tingkat kesukaan panelis terhadap produk (Yang *et al.*, 2019). Uji ini dilakukan dengan cara yang bersifat spontan, di mana panelis menilai produk secara langsung tanpa perlu membandingkannya dengan produk sebelum ataupun sesudahnya. Panelis diminta untuk memberikan penilaian mereka terhadap produk yang sedang dinilai menggunakan skala hedonik, yang mencakup kategori sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka dan netral. Terdapat tujuh jenis panel yang dibedakan berdasarkan tingkat keahlian panelis dalam penilaian organoleptik, yang meliputi panel tidak terlatih, panel agak terlatih, panel terlatih, panel terbatas, panel perseorangan, panel konsumen, dan panel anak-anak (Stone dan Joel, 2004). Berikut merupakan tujuh macam panel antara lain:

1) Panel perorangan

Panel perorangan adalah individu yang sangat kompeten dan memiliki tingkat sensitivitas sangat tinggi yang diperoleh melalui bakat alami atau pelatihan yang sangat mendalam.

2) Panel terbatas

Panel terbatas adalah kelompok yang terdiri dari 3-5 individu yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi dan

memahami secara mendalam faktor-faktor yang terlibat dalam penilaian organoleptik.

3) Panel terlatih

Panel terlatih adalah kelompok yang terdiri dari 15-25 individu dengan tingkat sensitivitas yang memadai, namun untuk menjadi bagian dari panel terlatih, mereka harus menjalani seleksi dan pelatihan.

4) Panel agak terlatih

Panel yang terdiri dari 15-25 individu yang telah menjalani pelatihan khusus untuk mengidentifikasi karakteristik tertentu. Panel ini dipilih dari sekelompok terbatas setelah sebelumnya melakukan pengujian terhadap data mereka.

5) Panel tidak terlatih

Panel ini terdiri dari 25-30 individu yang tidak memiliki pelatihan khusus dalam penilaian organoleptik. Mereka dipilih berdasarkan beragam faktor seperti latar belakang sosial, etnis, pendidikan, dan bangsa. Panel ini umumnya terdiri dari orang dewasa, baik pria maupun wanita.

6) Panel konsumen

Panel ini dapat berjumlah 30-100 orang tergantung pada sasaran pemasaran produk. Panel ini mencakup berbagai kalangan masyarakat yang terdiri dari individu-individu atau kelompok yang mewakili konsumen umum.

7) Panel anak-anak

Panel yang terdiri dari anak-anak dengan rentang usia 3-10 tahun, biasanya digunakan dalam penelitian produk makanan yang menargetkan pasar anak-anak, seperti permen, es krim dan sebagainya. Namun, dalam penggunaan panel anak-anak harus melakukan pendekatan

bertahap. Hal ini mencakup memberi mereka pemberitahuan awal tentang penelitian, bermain bersama sebelum proses penilaian, dan kemudian mengundang mereka untuk memberikan respon terhadap produk yang sedang dinilai.

5. Vitamin C

a) Pengertian Vitamin C

Asam askorbat atau yang dikenal dengan vitamin C merupakan vitamin yang dapat larut dalam air dan berbentuk kristal putih. Vitamin C akan mengalami oksidasi apabila terkena panas dan bereaksi dengan oksigen maupun udara. Vitamin C dikategorikan sebagai vitamin larut air karena penyerapan dan pencernaan vitamin C terjadi secara simultan dengan penyerapan air di usus halus. (Rakhmawati *et al.*, 2017). Vitamin C yang tidak berhasil diserap akan keluar melalui urine (Rahayu *et al.*, 2019).

Kebutuhan manusia akan vitamin C harus dipenuhi melalui konsumsi makanan, karena tubuh tidak mampu menghasilkan vitamin C dengan cara alami, maka karena itu dianjurkan untuk secara berkala mengonsumsi vitamin C guna mencegah defisiensi yang dapat memengaruhi fungsi tubuh manusia. Vitamin C dapat ditemukan dari beragam jenis makanan, pada kacang-kacangan, hingga buah-buahan, serta sayuran. Contohnya jeruk, pepaya, jambu biji, kembang kol, paprika, bayam, dan kacang hijau (Wahyuni, 2023).

b) Metabolisme Vitamin C

Vitamin C termasuk vitamin yang mudah diserap oleh tubuh, baik melalui proses difusi pasif maupun transport aktif Na-Dependent, terutama di usus halus bagian atas yang kemudian masuk ke dalam peredaran darah. Banyaknya vitamin C yang dapat diserap oleh tubuh tergantung dari dosis

yang dikonsumsi, dengan mengonsumsi dosis yang tinggi, maka akan semakin rendah penyerapan oleh tubuh (Rahayu *et al.*, 2019). Rata-rata tubuh mampu menyerap sekitar 20-120 mg vitamin C per hari atau setara dengan sekitar 90% dari asupan harian yang disarankan. Namun, tubuh manusia hanya dapat menyerap sekitar 16% dari dosis vitamin C yang masuk melebihi 120 mg. Setelah itu, vitamin C didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Beberapa jaringan, seperti jaringan adrenal, pituitary, dan retina, memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi. Sisa vitamin C yang tidak terserap akan diekskresikan melalui urin, feses, dan sebagian kecil melalui kulit (Sulistiyowati, 2015). Asam askorbat yang dikeluarkan melalui urin merupakan residu yang tidak dapat diserap oleh tubuh. Peningkatan ekskresi vitamin C dalam urin dapat dipengaruhi oleh tetrasiklin, salisilat, dan barbiturat (Murray, 2015).

c) Peran Vitamin C dalam Tubuh

Vitamin C sangat penting untuk fungsi tubuh karena berperan sebagai koenzim dan kofaktor dalam proses hidroksilasi prolin dan lisin yang merupakan komponen penting dalam sintesis kolagen (Hardinsyah, 2017). Kolagen adalah protein yang terdapat dalam berbagai jaringan tubuh seperti kulit, tulang, dan tulang rawan (jaringan pengikat) (Gropper, 2013). Kolagen pada kulit memiliki peran penting dalam menjaga elastisitas, kekuatan, kelembutan, dan meningkatkan kecerahan kulit (Kembuan, 2012).

Asam askorbat adalah salah satu vitamin larut air yang sangat rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh panas, oksidasi, atau larutan basa (Gropper, 2013). Vitamin C memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan manusia. Sebagai contoh, vitamin C berperan sebagai reduktor yang

dapat melawan radikal bebas dalam plasma darah dan sel tubuh, sehingga melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif. Kerusakan oksidatif juga dapat terjadi dalam makanan (Makmun *et al.*, 2020). Ketika sel-sel mengalami kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, maka dapat memicu perkembangan penyakit degeneratif. Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menahan perkembangan reaksi berantai yang dipicu oleh radikal bebas. (Rusiani *et al.*, 2019).

Mengonsumsi sumber-sumber yang kaya akan vitamin C juga dapat meningkatkan penyerapan zat besi dan mendorong pembentukan sel darah merah (Rieny *et al.*, 2021). Kandungan vitamin C dalam tubuh yang terpenuhi dapat membantu meningkatkan penyerapan zat besi non heme hingga empat kali lipat. Vitamin C berperan sebagai reduktor yang kuat dalam mengubah ion ferri menjadi ion ferro, yang memudahkan penyerapan dalam lingkungan dengan pH yang lebih tinggi, terutama di dalam usus besar dan usus halus. Selain itu, vitamin C juga membantu perpindahan zat besi dari transferin dalam plasma ke feritin (Pradanti *et al.*, 2015).

d) Metode Pengujian Vitamin C

Penentuan kandungan vitamin C dalam makanan dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti metode titrasi, spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri serapan atom, titrasi-iodium, metode DPPH, dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

Dalam penelitian ini, penentuan kandungan vitamin C dilakukan dengan menggunakan metode HPLC. *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) atau Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) adalah suatu teknik yang digunakan untuk menganalisis senyawa, memisahkan komponen dalam campuran dan mengukur konsentrasi

masing-masing senyawa dalam larutan (Kumar *et al.*, 2011). Menurut Ismillayli (2020), keunggulan metode HPLC mencakup hal-hal berikut:

- 1) Dapat melakukan pemisahan molekul-molekul dalam suatu campuran.
- 2) Pelaksanaannya cukup sederhana.
- 3) Cepat dalam analisis dan memiliki tingkatan tinggi pada sensitivitas.
- 4) Mampu mencegah kerusakan pada sampel yang dianalisis.
- 5) Menyajikan resolusi yang tinggi.
- 6) Mendukung berbagai jenis detektor.
- 7) Kolom dapat digunakan ulang.
- 8) Proses analisis cepat, biasanya kurang dari 1 jam.

Meskipun memiliki keunggulan, HPLC juga memiliki beberapa kekurangan, seperti peralatan yang digunakan lebih kompleks dan mahal, sehingga penggunaannya masih terbatas dalam lingkup penelitian. Operasional HPLC memerlukan keahlian khusus dan seorang analis terlatih untuk mengoperasikannya karena membutuhkan keterampilan yang sangat spesifik.

Prinsip kerja HPLC adalah memisahkan komponen analit berdasarkan karakteristik polaritasnya. Setiap campuran yang melewati sistem akan dideteksi oleh perangkat deteksi dan hasilnya akan direkam dalam bentuk kromatogram. Jumlah puncak pada kromatografi menunjukkan jumlah komponen yang ada dalam campuran, sedangkan luas puncak mewakili konsentrasi masing-masing komponen dalam campuran (Hendayana, 2006). Menurut Angraini *et al.*, (2020), teknik pemisahan campuran berdasarkan pada perbedaan cara komponen-komponen campuran didistribusikan diantara dua fase yaitu sebagai berikut:

1) Fase Gerak

Fase gerak merupakan zat cair atau larutan yang berfungsi sebagai pengangkut komponen campuran menuju detektor. Fase gerak biasanya disimpan dalam wadah yang disebut reservoir. Jenis reservoir yang paling umum digunakan adalah botol kaca. Dari reservoir, fase gerak akan dialirkan terus menerus dengan kecepatan alir yang tetap oleh sebuah pompa. Pengaturan kecepatan alir ini dapat diatur melalui program dalam HPLC. Selanjutnya, sampel disuntikkan melalui injektor dan diangkut dari fase gerak ke dalam kolom.

2) Fase Diam

Fase diam adalah komponen tetap yang ada dalam kolom dan terdiri dari partikel-partikel dengan pori-pori kecil yang memiliki luas permukaan yang besar. Fase diam memegang peran penting dalam proses pemisahan dengan menggunakan metode HPLC. Interaksi antara komponen-komponen campuran dengan fase diam menyebabkan perbedaan dalam waktu retensi (t_R) dan memungkinkan pemisahan komponen-komponen senyawa analit.

Dalam instrumen *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), menurut Gandjar dan Rohman (2012), terdapat beberapa komponen utama, yaitu wadah fase gerak, pompa, injektor, kolom, detektor, rekorder.

1) Wadah Fase Gerak

Wadah fase gerak dapat berupa wadah kosong untuk pelarut atau labu laboratorium, yang dapat dipastikan bahwa wadah tersebut dalam keadaan bersih. Wadah ini biasanya memiliki kapasitas menampung fase gerak hingga satu sampai dua liter pelarut. Pembuatan pelarut yang akan digunakan sebagai fase gerak

disarankan untuk menggunakan pelarut, buffer, dan reagen yang memiliki tingkat kemurnian yang tinggi atau yang dirancang khusus untuk digunakan dalam alat HPLC.

2) Pompa

Pompa yang digunakan dalam HPLC harus bersifat inert terhadap fase gerak. Bahan yang sering digunakan untuk membuat pompa adalah gelas, baja tahan panas, dan batu nilam. Peran utama dari pompa adalah untuk mengirimkan fase gerak dengan presisi, reproduksibilitas, konsistensi, dan tanpa gangguan.

3) Injektor

Fungsi utama injektor adalah memasukan sampel dan larutan ke dalam fase gerak yang bergerak dengan tekanan menuju kolom. Injektor biasanya terbuat dari bahan tembaga tahan karat dan dilengkapi dengan loop sampel internal dan eksternal.

4) Kolom

Kolom merupakan komponen sentral dalam sistem HPLC, karena di dalam kolom terjadi proses pemisahan komponen-komponen. Panjang kolom dapat bervariasi antara 15 sampai 150 cm. Kolom biasanya dioperasikan pada suhu ruangan, namun ada juga opsi untuk mengoperasikannya pada suhu tinggi. Kolom tersebut biasanya terbuat dari baja yang tahan karat.

5) Detektor

Detektor digunakan untuk mengidentifikasi komponen sampel yang berada dalam kolom (analisis kualitatif) dan menghitung kadarnya (analisis kuantitatif). Detektor dalam HPLC dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

(a) Detektor Universal

Detektor yang memiliki kemampuan mendeteksi zat secara umum, tanpa spesifikasi dan tanpa selektivitas, seperti detektor indeks bias dan detektor spektrometri massa.

(b) Detektor Spesifik

Detektor yang bersifat khusus hanya akan mengidentifikasi analit dengan spesifik dan selektif, seperti detektor UV-Vis, detektor fluoresensi, dan detector elektrokimia.

6) Komputer atau Rekorder

Perangkat pengumpul data, seperti komputer atau rekorder yang terhubung dengan detektor. Perangkat ini akan mengirim sinyal elektronik yang dihasilkan oleh detektor dan menghasilkan kromatogram yang dapat dievaluasi oleh seorang analis atau pengguna.

6. Antioksidan

a) Pengertian Antioksidan

Antioksidan merupakan zat yang mempunyai kemampuan dalam menetralkan radikal bebas yaitu dengan menjaga stabilitas elektron yang tidak berpasangan dan mengubahnya menjadi elektron yang berpasangan (Tapan, 2005). Sementara menurut Siagian (2012), antioksidan merujuk kepada molekul yang mampu memperlambat proses oksidasi dalam tubuh. Oksidasi adalah suatu proses yang diperlukan dalam tubuh untuk menghasilkan energi. Selain itu, antioksidan bisa diartikan sebagai senyawa yang dapat mencegah, memperlambat, dan menunda terjadinya oksidasi dalam lemak tubuh (Yuslianti, 2017).

Paparan terhadap oksigen, suhu yang tinggi, dan cahaya dapat berdampak negatif pada proses oksidasi dan mengakibatkan kerusakan pada antioksidan (Herdiana *et al.*,

2014). Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan yaitu cahaya, panas, oksigen, dan logam peroksida (Oktaviana, 2010). Oleh karena itu, peningkatan suhu dan paparan cahaya serta oksigen yang terlalu sering akan menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan (Herdiana *et al.*, 2014).

b) Macam-macam Antioksidan

Parwata (2016) mengklasifikasikan antioksidan secara umum menjadi 3 jenis, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Antioksidan yang dihasilkan oleh tubuh disebut sebagai antioksidan endogen atau antioksidan enzim seperti enzim superoksida dismutase (SOD), glutathion peroksidase (GPx), dan katalase (CAT).
- 2) Antioksidan buatan atau sintetik yang digunakan dalam pembuatan makanan diantaranya Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluena (BHT), propil galat, dan Tert-Butil Hidrokuinon (TBHQ).
- 3) Antioksidan yang berasal dari alam diperoleh dari komponen tumbuhan seperti kayu, kulit kayu, akar, daun, buah, bunga, biji, dan serbuk sari, termasuk vitamin A, vitamin C, vitamin E, dan fenolik senyawa (flavonoid).

c) Fungsi Antioksidan

Antioksidan memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas oksidan dengan memberikan satu elektron kepada senyawa oksidan. Dalam jumlah yang mencukupi, antioksidan dapat meningkatkan sistem pertahanan tubuh terhadap penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas. Namun, jika dikonsumsi secara berlebihan, antioksidan juga dapat berdampak negatif yaitu menyebabkan akumulasi lemak (Damayanthi *et al.*, 2010).

d) Mekanisme Antioksidan dalam Menurunkan Stress Oksidatif

Stress oksidatif terjadi ketika ada ketidakseimbangan antara oksidan atau radikal bebas dan antioksidan dalam sel atau individu (Min *et al.*, 2018). Salah satu penyebab stress oksidatif adalah keberadaan radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul, atom, atau gugus yang sangat reaktif karena memiliki satu atau lebih elektron tak berpasangan di lapisan terluarnya. Ketika radikal berinteraksi dengan molekul lain maka dapat memicu pembentukan radikal bebas baru secara berkelanjutan yang dikenal sebagai reaksi berantai (*chain reaction*). Radikal bebas terbentuk sebagai hasil dari proses oksidasi biologis dalam sel atau jaringan tubuh manusia yang menghasilkan oksigen reaktif, yang pada dasarnya merupakan bentuk radikal bebas atau oksidan. Radikal bebas memiliki tingkat reaktivitas yang tinggi yang berarti cenderung untuk membentuk radikal bebas baru. Dengan adanya antioksidan, reaksi berantai ini dapat diredam (Yuslianti, 2017).

Radikal bebas terbentuk dalam tubuh sebagai hasil dari proses metabolisme sel normal yang melibatkan reaksi biokimia reduksi oksidasi dengan keterlibatan oksigen. Selain itu, berbagai faktor seperti paparan polusi lingkungan, merokok, radiasi sinar gamma, sinar ultraviolet, dan tingkat oksigen yang tinggi juga berperan dalam pembentukan radikal bebas dalam tubuh. Selanjutnya, terjadi peradangan yang disebabkan oleh aktivitas fagosit yang besar, seperti monosit, makrofag, neutrofil dan eosinofil, yang disebabkan oleh radikal superoksida. Proses fisiologi di mana radikal bebas muncul dalam tubuh sering disebut sebagai prooksidan (Yuslianti, 2018). Stress oksidatif dapat menyebabkan kerusakan pada sel yang ditandai oleh berbagai patogenesis penyakit kronik,

seperti kardiovaskuler, gangguan autoimun, gangguan pernafasan, masalah metabolik dan penuaan (*aging*) (Halliwell *et al.*, 2000).

Stress oksidatif dapat diatasi dengan cara melawan radikal bebas menggunakan antioksidan. Proses perlawanan terhadap radikal bebas melibatkan penyerapan energi radikal yang berasal dari sinar ultraviolet, sinar X, radiasi, dan lainnya secara alami selama metabolisme normal ataupun enzimatik, baik itu dalam obat-obatan maupun zat kimia (Yuslianti, 2017). Antioksidan alami yang ditemukan dalam makanan lebih baik untuk melawan radikal bebas. Hal ini disebabkan karena selain melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif, antioksidan alami juga memiliki manfaat yang baik bagi tubuh dan tidak mengganggu sistem pencernaan saat diserap. Dalam upaya melawan radikal bebas, antioksidan berperan dengan menyumbangkan elektron, menjaga stabilitas radikal bebas, dan menghentikan reaksi berantai yang terjadi. Meskipun pada akhirnya antioksidan itu sendiri akan mengalami oksidasi dan menjadi radikal bebas, perbedaannya adalah bahwa molekul antioksidan ini tidak menjadi sangat reaktif karena mampu menstabilkan elektron yang berpasangan. Akibatnya, antioksidan ini menjadi tidak aktif. Selain itu, antioksidan juga memiliki peran tambahan seperti anti-inflamasi, anti-iskemik, dan anti-trombotik (Packer, 2002).

e) Metode Pengujian Antioksidan

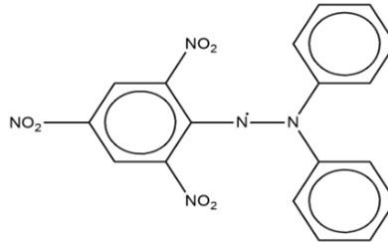
Metode pengujian aktivitas antioksidan memungkinkan penentuan sifat-sifat antioksidan dalam sampel, sehingga dapat diidentifikasi cara kerja dari masing-masing antioksidan (Maryam *et al.*, 2016). Ada beberapa metode pengujian yang umumnya digunakan secara luas untuk mengukur aktivitas antioksidan, seperti DPPH (*1,1-diphenyl-2-*

picrylhydrazyl), ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*), FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*), TRAP (*Total Radical Trapping Antioxidant Parameter*), Total Phenolics Content, ABTS (*2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid*), TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) dan lain sebagainya (Sardarodiyani *et al.*, 2016).

Metode yang digunakan terhadap penelitian ini adalah DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang digunakan untuk reagen terhadap pengujian aktivitas antioksidan dan pengukuran kapasitas untuk menangkap radikal bebas. DPPH mempunyai karakteristik yang membuatnya sensitif dari PH, oksigen, dan cahaya yang selalu stabil pada bentuk radikal, yang mana sangat cocok untuk pengujian antioksidan (Herdiana *et al.*, 2014). Metode DPPH bekerja berdasarkan prinsip perubahan warna yang terjadi pada DPPH yang larut dalam metanol ketika berinteraksi dengan antioksidan atau zat yang mampu menghentikan radikal bebas. Ketika DPPH bereaksi dengan antioksidan maka akan terjadi proses reduksi yang mengubah warna ungu DPPH menjadi lebih pudar atau berubah menjadi kuning, yang disebabkan oleh perubahan pada gugus pikril (Trisnantini, 2016).

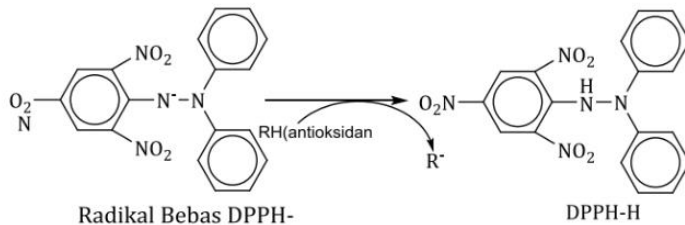
Metode DPPH dapat digunakan untuk mengukur aktivitas penangkapan radikal bebas atau aktivitas antioksidan dengan cara mengukur elektron tunggal dan aktivitas transfer hidrogen. Keunggulan dari metode DPPH, yaitu cenderung sederhana, mudah, cepat, dan sensitive dalam menguji sampel, bahkan dalam konsentrasi yang rendah. Sedangkan kelemahan metode DPPH adalah keterbatasan dalam penggunaan pelarut

organik yang membuatnya sulit untuk menguji senyawa yang memiliki sifat hidrofilik (Wulansari, 2018).



Gambar 4. Struktur DPPH

DPPH adalah senyawa organik dengan memiliki warna ungu pekat serta memiliki kandungan nitrogen yang kurang stabil dan menyerap cahaya dengan panjang gelombang maksimum 517 nm (Irianti *et al.*, 2017). Ketika DPPH berinteraksi dengan senyawa antioksidan yang menyebabkan perubahan pada warna, yaitu bermula dari warna ungu berubah menjadi warna kuning, karena DPPH mengalami reduksi sebagai hasil dari tindakan senyawa antioksidan yang berperan sebagai donor atom (Erlidawati, 2018).



Gambar 5. Mekanisme Reaksi DPPH dengan Antioksidan

Pada umumnya, alat uji seperti spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur intensitas warna dalam sampel. Hasil dari analisis melalui spektrofotometer UV-Vis menghasilkan persentase inhibisi atau penghambatan yang selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan linier dan ditentukan sebagai nilai IC50. Nilai IC50 mengindikasikan

konsentrasi antioksidan sebagai radikal bebas untuk menghambat aktivitas DPPH sebesar 50% (Erlidawati, 2018). Semakin rendah nilai IC50, semakin kuat aktivitas antioksidan untuk meredam radikal bebas DPPH. Berikut merupakan kategori aktivitas antioksidan menurut Tristantini (2016) dapat dilihat pada Tabel 5.

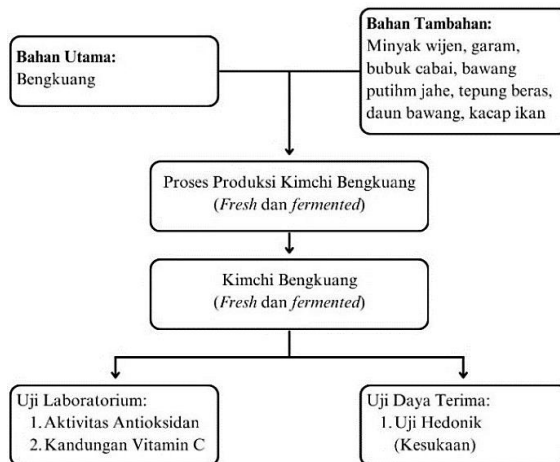
Tabel 5. Kategori Aktivitas Antioksidan

Nilai (ppm)	Kategori
<50	Sangat kuat
50-100	Kuat
100-150	Sedang
150-200	Lemah
>200	Sangat lemah

B. Kerangka Teori

Kimchi merupakan makanan pendamping yang digemari oleh masyarakat Korea Selatan. Masuknya budaya Korea Selatan ke Indonesia menyebabkan masyarakat mulai mengenal berbagai jenis makanan khas Korea Selatan seperti kimchi. Umumnya bahan utama pembuatan kimchi adalah kubis, namun dalam penelitian ini peneliti ingin melakukan inovasi bahan utama dengan menggunakan bahan pangan bengkuang.

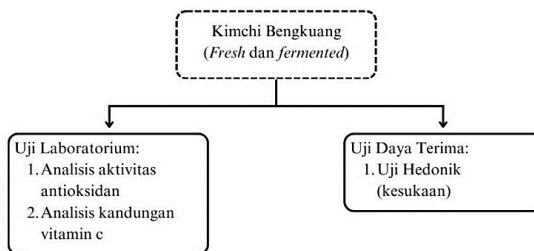
Proses produksi kimchi bengkuang dilakukan dengan 5 taraf lama fermentasi yaitu (0, 1, 3, 5 dan 7) hari. Kimchi *fresh* (0 hari) setelah proses produksi selesai tidak dilakukan proses fermentasi. Sedangkan, untuk fermented kimchi setelah proses produksi akan dilakukan proses fermentasi selama 1, 3, 5, dan 7 hari di suhu ruang. Tahap selanjutnya, hasil eksperimen dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan vitamin C. Selain itu juga dilakukan uji daya terima dengan menggunakan uji hedonik (kesukaan). Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disusun suatu bagan teori untuk memperjelas arah dan tujuan dari penelitian.



Gambar 6. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep

Variabel bebas (independent) pada penelitian yang digunakan adalah penggunaan bahan pangan bengkuang sebagai bahan baku utama kimchi. Variabel terikat (dependent) pada analisis aktivitas antioksidan, uji kandungan vitamin C, dan uji daya terima. Kerangka konsep secara sederhana diilustrasikan pada gambar 7.



Gambar 7. Kerangka Konsep

Keterangan:

 : variabel bebas (*independent*)

 : variabel terikat (*dependent*)

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka konsep diatas, hipotesis penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- a) Apabila H_1 diterima H_0 ditolak
 - 1) Ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap daya terima pada kimchi bengkung.
 - 2) Ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap kandungan vitamin C pada kimchi bengkung.
 - 3) Ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada kimchi bengkung.
- b) Apabila H_0 diterima H_1 ditolak
 - 1) Tidak ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap daya terima pada kimchi bengkung.
 - 2) Tidak ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap kandungan vitamin C pada kimchi bengkung.
 - 3) Tidak ada pengaruh dari lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada kimchi bengkung.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis dari penelitian eksperimental yang diuji di laboratorium menggunakan sampel kimchi bengkuang. Desain penelitian yang dilakukan menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang menerapkan tiga taraf perlakuan berdasarkan lama fermentasi dengan periode 0, 1, 3, 5, dan 7 hari. Setiap taraf dilakukan tiga kali pengulangan (Susilawati, 2015). Pengaruh dari lama fermentasi pada daya terima, kandungan terhadap vitamin C, serta aktivitas antioksidan akan dianalisis.

B. Subjek dan Objek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 30 orang panelis yang tidak terlatih secara acak di wilayah Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang sebagai subjek penelitian. Berikut merupakan kriteria panelis, yaitu: laki-laki atau perempuan 17–25 tahun, memiliki indra yang berfungsi dengan baik, dan menyukai produk makanan fermentasi. Kimchi bengkuang dengan perbedaan lama fermentasi merupakan objek yang digunakan dalam penelitian ini.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan April - Juni 2024. Laboratorium Organoleptik Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang menjadi pilihan tempat terhadap uji daya terima kimchi bengkuang. Tempat pengujian terhadap analisis kandungan vitamin C dan aktivitas antioksidan diuji di Laboratorium Analisa Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

D. Variabel dan Definisi Operasional

1. Variabel Bebas

Menurut Sahir (2021) variabel bebas atau variabel independent adalah variabel yang berpotensi untuk mempengaruhi variabel lain. Lama fermentasi kimchi bengkuang merupakan variabel bebas pada penelitian ini.

2. Variabel Terikat

Sahir (2021), mengemukakan bahwa variabel terikat atau variabel dependen adalah hasil atau dapat dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini, variabel terikatnya mencakup daya terima, kandungan vitamin C, dan aktivitas antioksidan.

3. Definisi Operasional

Tabel 6. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Jenis Data	Hasil
Lama fermentasi	Perbedaan waktu pada kimchi bengkuang	Interval	Waktu fermentasi: T ₀ = Hari ke-0 T ₁ = Hari ke-1 T ₂ = Hari ke-3 T ₃ = Hari ke-5 T ₄ = Hari ke-7
Daya terima/ organoleptik	Daya terima kimchi bengkuang melalui kuesioner uji hedonik (kesukaan) yang mencakup empat parameter diantaranya adalah rasa, aroma, tekstur, dan warna.	Ordinal	Skala hedonik: 1 = Tidak suka 2 = Kurang suka 3 = Netral 4 = Suka 5 = Sangat suka

Kadar Vitamin C	Kandungan vitamin C dalam bengkuang berdasarkan lama fermentasi dianalisis dengan menerapkan metode HPLC (<i>High Performance Liquid Chromatography</i>)	Rasio	Dinyatakan dalam mg
Aktivitas Antioksidan	Aktivitas antioksidan terhadap kimchi bengkuang berdasarkan lama fermentasi dianalisis menggunakan uji spektrofotometri metode DPPH.	Rasio	Absorbansi, % inhibisi, dan nilai IC ₅₀

E. Prosedur Penelitian

1. Proses Pembuatan Kimchi Bengkuang

a) Proses Persiapan

1) Alat

- (a) Pisau
- (b) Sarung tangan
- (c) Wadah
- (d) Talenan
- (e) Sendok

2) Bahan

- (a) Bengkuang 2 buah
- (b) Bawang putih 2 siung
- (c) Air 500 ml

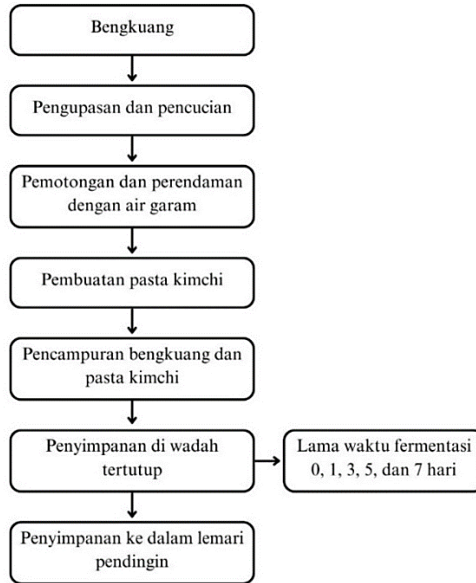
- (d) Bubuk cabai secukupnya
- (e) Daun bawang 2 tangkai
- (f) Garam 15 gram
- (g) Jahe 1 ruas jari
- (h) Kecap ikan 3 sdm
- (i) Tepung beras 2 sdm

b) Proses Pembuatan Kimchi Bengkuang

Langkah-langkah dalam pembuatan kimchi bengkuang adalah

- 1) Persiapan bahan bengkuang
 - (a) Kulit bengkuang dikupas dan dicuci dengan air dan ditiriskan.
 - (b) Bengkuang dipotong membentuk dadu.
- 2) Pengasinan bengkuang
 - (a) Garam sebanyak 20 gram dilarutkan dengan 500 ml air dalam mangkuk besar.
 - (b) Bengkuang direndam dengan air garam selama 4 jam.
 - (c) Bengkuang dibilas sampai bersih sebanyak 3 kali dengan air.
 - (d) Bengkuang ditiriskan selama ± 30 menit.
- 3) Persiapan bumbu
 - (a) Tepung beras sebanyak 2 sdm dilarutkan dalam panci kecil dan dipanaskan hingga mengental menjadi pasta.
 - (b) Bawang putih dan jahe dikupas, dicuci, dan cincang halus.
 - (c) Bawang putih dan jahe dicampur dengan pasta tepung beras yang sudah didinginkan dan ditambahkan bubuk cabai.
Tips: jika tidak dapat mengonsumsi makanan pedas, maka tidak perlu ditambahkan bubuk cabai.
 - (d) Daun bawang dibersihkan dan dicuci. Kemudian dipotong-potong sepanjang 1 cm.

- (e) Pasta bumbu dan sayuran dicampur dalam mangkuk besar dan ditambahkan 3 sdm kecap ikan (pergunakan sarung tangan disarankan untuk melindungi tangan dari bubuk cabai merah).
- 4) Pencampuran bengkuang dan bumbu
 - (a) Bengkuang ditempatkan dalam wadah bersih dan dioleskan campuran pasta kimchi ke setiap potongan bengkuang.
 - (b) Bengkuang yang sudah jadi disimpan dengan rapat dalam wadah.
 - (c) Udara didalam wadah harus dikeluarkan dengan cara ditekan kuat.
- 5) Proses fermentasi kimchi bengkuang
 - (a) Kimchi bengkuang ditempatkan di wadah tertutup pada suhu ruang. Kimchi dicicipi setiap hari untuk mendapatkan rasa asam yang diinginkan.
Tips: Setelah 18 jam, buka tutup wadah untuk melihat apakah ada gelembung yang terbentuk di dalam kaldu kimchi. Untuk rasa terbaik, masukkan kimchi ke dalam lemari es setelah gelembung mulai terbentuk.
- 6) Penyimpanan kimchi bengkuang
 - (a) Kimchi bengkuang yang sudah difermentasi dapat disimpan dengan wadah plastik atau kaca yang tertutup rapat di lemari es dengan suhu 2-6°C.



Gambar 8. Diagram alir pembuatan kimchi bengkung

2. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang

a) Proses Persiapan

Proses persiapan yang dilakukan dalam uji daya terima adalah persiapan alat dan sampel. Alat yang dibutuhkan dalam uji daya terima adalah pulpen, kuesioner skala hedonik 5 poin, wadah plastik, garpu plastik, dan air mineral. Sedangkan, sampel yang akan diuji yaitu kimchi bengkung. Skala hedonik 5 poin tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala Hedonik 5 Poin

Skor	Skala Hedonik
5	Sangat suka
4	Suka
3	Netral
2	Kurang suka
1	Tidak suka

Sumber: (Makmur et al., 2022)

b) Proses Pelaksanaan Uji Daya Terima

Pelaksanaan uji daya terima kimchi bengkung, sebelumnya panelis akan diminta persetujuan terlebih dahulu dengan mengisi daftar hadir yang disediakan. Kemudian panelis akan diberikan penjelasan mengenai pelaksanaan uji daya terima. Panelis akan menguji sampel kimchi bengkung dengan menilai rasa, aroma, tekstur, dan warna di kuesioner skala hedonik 5 poin yang telah disiapkan. Panelis juga disarankan untuk meminum air yang telah disediakan setiap mencoba sampel yang berbeda untuk menetralkan rasa yang tersisa.

3. Analisis Nilai pH Kimchi Bengkung

Analisis pH pada kimchi bengkung diukur menggunakan pH meter. Setiap sampel kimchi bengkung dihomogenkan menggunakan blender dan air dingin, kemudian disaring dengan kain kasa steril dan diambil filtratnya untuk diukur nilai pH-nya. Nilai pH diukur dengan cara merendam pH meter dalam filtrat kimchi bengkung (You *et al*, 2017).

4. Analisis Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkung Metode HPLC

a) Persiapan Alat dan Bahan

- 1) Alat
 - (a) Corong
 - (b) Detektor UV-Vis
 - (c) Gelas beker
 - (d) HPLC
 - (e) Kolom C-18
 - (f) Labu ukur
 - (g) Membrane filter
 - (h) Mikropipet
 - (i) Neraca digital
 - (j) Pipet tetes

- (k) Syringe
- (l) Vial
- 2) Bahan
 - (a) Aquabidest pro HPLC
 - (b) Asam asetat pro HPLC
 - (c) Asam askorbat p.a
 - (d) Ekstrak kimchi bengkung
 - (e) *Metaphosphoric acid* (MPA) 0,56%
 - (f) Metanol pro HPLC

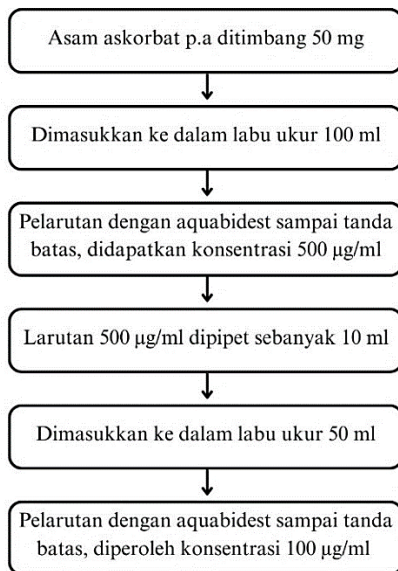
b) Proses Pelaksanaan

Metode HPLC digunakan dalam uji kandungan vitamin C pada sampel kimchi bengkung dengan perbedaan waktu fermentasi yaitu 0, 1, 3, 5, dan 7 hari. Setiap sampel diukur dua kali dalam uji vitamin C yang dilakukan. Berikut adalah langkah-langkah untuk menentukan kadar vitamin C pada kimchi bengkung, yaitu:

1) Pembuatan fase gerak

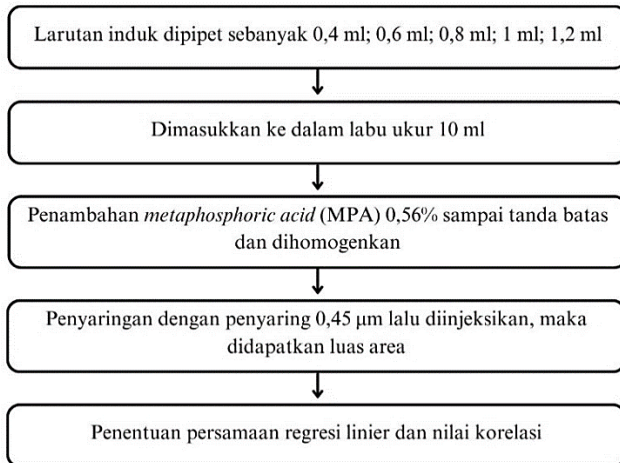
Pembuatan fase gerak menggunakan asam asetat 0,1% dan metanol dengan perbandingan 95:5 (v/v). Untuk membuat larutan asam asetat sebanyak 0,5 ml asam asetat 100% pro HPLC diambil dan dimasukkan ke dalam gelas ukur 500 ml. Selanjutnya, ditambahkan aquabidest pro HPLC hingga mencapai tanda batas dan diaduk hingga homogen. Larutan ini kemudian disaring menggunakan kertas saring.

2) Persiapan larutan baku asam askorbat p.a 100 $\mu\text{g/ml}$



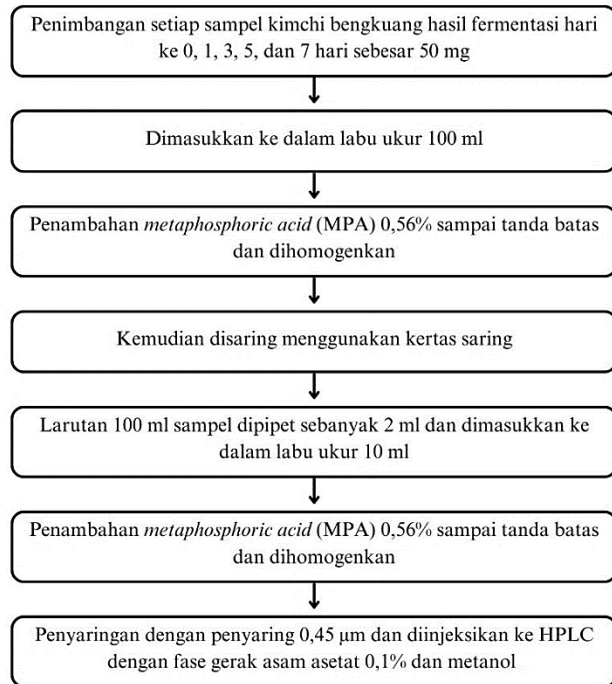
Gambar 9. Diagram alir pembuatan larutan induk

3) Pembuatan kurva kalibrasi



Gambar 10. Diagram alir pembuatan kurva kalibrasi

4) Penentuan kandungan vitamin C pada kimchi bengkung



Gambar 11. Diagram alir penentuan kadar vitamin C

5) Perhitungan

Hasil yang ditemukan melalui pengukuran kandungan larutan kimchi bengkung dibuat kurva kalibrasinya sesuai kurva kalibrasi larutan standar. Kandungan vitamin C dapat dioperasikan melalui persamaan regresi berikut:

$$Y = a + bx$$

Keterangan:

a = Tetapan regresi (intersep)

b = Koefisien regresi (slope)

Y = Luas area

x = Konsentrasi

Berikut rumus perhitungan kandungan vitamin C pada sampel:

$$C = C_s \cdot F_p \cdot V$$

Keterangan:

C = Konsentrasi sampel

C_s = Konsentrasi yang diperoleh dari persamaan regresi kurva kalibrasi (µg/mL)

F_p = Faktor pengencer

V = Volume total sampel

Rumus perhitungan persen kadar vitamin C pada sampel:

$$\text{Vitamin C (\%)} = \frac{C_s \cdot F_p \cdot V}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Bobot total sampel

5. Analisis Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang Metode DPPH

a) Persiapan Alat dan Bahan

1) Alat

(a) Gelas beker

(f) Neraca analitik

(b) Gelas kimia

(g) Pipet volume

(c) Gelas ukur

(h) Rak tabung reaksi

(d) Kuvet

(i) Tabung reaksi

(e) Labu ukur

(j) Spektrofotometri UV-Vis

2) Bahan

(a) Aquades

(b) Asam askorbat

(c) Metanol

(d) Serbuk DPPH

(e) Sampel kimchi bengkuang

b) Proses Pelaksanaan

Berikut tahap pengujian aktivitas antioksidan yang dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*):

1) Pembuatan larutan DPPH

Larutan DPPH dibuat dengan mengukur 2 mg DPPH yang kemudian dilarutkan dalam metanol p.a hingga mencapai volume 10 mL dan menghasilkan larutan DPPH dengan konsentrasi sebesar 200 ppm. Kemudian, larutan DPPH 200 ppm tersebut diencerkan dengan melarutkan 1 mL larutan DPPH tersebut dalam metanol p.a hingga mencapai volume 10 mL sehingga menghasilkan larutan DPPH dengan konsentrasi 20 ppm (Fibonacci, 2020). Larutan DPPH harus selalu dibuat baru dan ditutup dengan aluminium foil selama direaksikan.

2) Penentuan panjang gelombang maksimum DPPH

Mencampurkan 4 mL larutan DPPH 20 ppm dengan 2 mL metanol p.a. secara merata, lalu melakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis terhadap rentang panjang gelombang 450-550 nm untuk mengidentifikasi panjang gelombang maksimum (Fibonacci, 2020).

3) Uji larutan blanko

Lakukan pengujian larutan blanko dengan cara mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimumnya menggunakan 4 mL larutan DPPH 20 ppm (Restiana, 2020).

4) Pembuatan Serbuk Simplisia Sampel

Sampel yang dikeringkan merupakan bengkung yang sudah difermentasi menjadi kimchi selama 0, 1, 3, 5, dan 7 hari dengan ketebalan 3 mm. Pengeringan dilakukan pada suhu 40°C selama 7 jam menggunakan *food*

dehydrator (Rauf *et al.*, 2023). Simplisia yang telah kering dihaluskan menggunakan mortar dan alu untuk memperoleh serbuk dan disimpan didalam wadah yang dilapisi alumunium pada suhu 4°C (Rusli *et al.*, 2022).

5) Pembuatan Ekstrak Sampel

Serbuk simplisia kimchi bengkuang dimaserasi sebanyak 100 gr kedalam etanol 96% sebanyak 400 mL dengan perbandingan 1:4 w/v didiamkan selama 2×24 jam dengan 6 jam pertama dilakukan pengadukan sesekali. Maserat yang dihasilkan kemudian dievaporasi dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C hingga memperoleh ekstrak kental (Chandra *et al.*, 2023).

6) Pengujian Antioksidan Ekstrak Sampel

Setiap ekstrak sampel dilakukan pengenceran dengan variasi takaran pada mg/L, yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500. Larutan DPPH 20 mg/L dengan takaran 2 mL dituangkan pada tabung reaksi, kemudian setiap konsentrasi ditambahkan 2 mL ekstrak sampel. Larutan dicampur dan diaduk secara merata menggunakan vortex hingga homogen, kemudian selama 30 menit larutan sebaiknya didiamkan dalam kondisi gelap pada suhu ruangan, dan dianjurkan untuk selalu ditutup menggunakan alumunium foil. Selain itu, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum (Fibonacci, 2020).

7) Uji Aktivitas Antioksidan Larutan Pembanding (Asam Askorbat)

Asam askorbat digunakan sebagai pembanding dan kontrol positif dalam penelitian ini. Pembuatan larutan induk asam askorbat melarutkan 10 mg asam askorbat

menggunakan metanol 100 mL sampai diperoleh konsentrasi 100 ppm. Kemudian larutan induk asam askorbat 100 ppm dilarutkan dengan methanol p.a dengan volume 5 mL dengan jumlah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 hingga memperoleh berbagai konsentrasi yakni 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 ppm. Pada seri konsentrasi tambahkan larutan DPPH 20 mg/L sebanyak 2 mL pada tabung reaksi, selanjutnya ditambah larutan pembanding sebanyak 2 mL, kemudian dikocok dengan vortex lalu dibiarkan selama 30 menit lalu, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi terhadap panjang gelombang maksimal (Restiana, 2020).

8) Penentuan Nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan yang didapatkan pada setiap sampel dan antioksidan pembanding asam askorbat dinyatakan dalam persen inhibisi. Perhitungan tersebut dapat dioperasikan dengan persamaan 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 IC₅₀ untuk setiap konsentrasi sampel (Purwanto *et al.*, 2017).

F. Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data yang dihasilkan merupakan data primer berupa hasil uji daya terima, kandungan vitamin C, dan aktivitas antioksidan.

- a) Data uji daya terima atau organoleptik diperoleh dari hasil kuesioner yang telah diisi oleh panelis berdasarkan keempat parameter yaitu rasa, aroma, tekstur, dan warna.
- b) Data kandungan vitamin C diperoleh dengan melakukan uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Analisa Gizi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- c) Data aktivitas antioksidan diperoleh dengan melakukan uji laboratorium yang bertempat di Laboratorium Analisa Gizi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang diaplikasikan dalam penelitian ini yaitu:

- a) Kuesioner uji hedonik yang diisi oleh 30 orang panelis untuk memperoleh data uji daya terima.
- b) Metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk analisis kandungan vitamin C yang diperoleh dari hasil uji nilai gizi.
- c) Metode spektrofotometer UV-Vis untuk analisis aktivitas antioksidan yang didapatkan melalui hasil uji daya tangkap radikal bebas menggunakan senyawa *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH) yang dinyatakan dalam IC₅₀.

G. Analisis Data

Hasil data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) pada versi 24. Data tersebut akan dilakukan uji normalitas untuk menentukan data terdistribusi secara normal atau tidak normal. Uji *Shapiro-Wilk* digunakan karena jumlah dari data yang terkumpul tidak lebih dari 50 (Dahlan, 2014). Jika data tersebut terdistribusi secara normal, analisis selanjutnya yaitu

menerapkan uji *One Way Anova* pada nilai signifikansi $p < 0,05$. Namun, apabila data belum mencapai distribusi normal, analisis akan dilakukan dengan menerapkan uji *Kruskal-Wallis*.

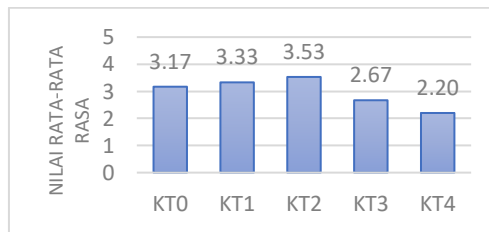
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang

Uji organoleptik melibatkan 30 orang panelis tidak terlatih untuk mengukur daya terima kimchi bengkuang. Pengujian dilakukan dengan melakukan penilaian berdasarkan rasa, aroma, tekstur, dan warna terhadap produk kimchi bengkuang pada skala dari 1 (tidak suka) hingga 5 (sangat suka). Kemudian data yang didapat diolah menggunakan SPSS versi 24 dengan uji *Kruskal Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *post hoc Mann Whitney* apabila nilai $p < 0,05$.

a) Rasa



Gambar 12. Hasil Uji Organoleptik Parameter Rasa

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa rata-rata panelis lebih menyukai rasa kimchi bengkuang dengan lama waktu fermentasi 3 hari pada sampel KT2 dengan rata-rata tertinggi 3,53. Sedangkan rasa yang kurang disukai oleh panelis adalah kimchi bengkuang dengan lama waktu fermentasi 7 hari pada sampel KT4 dengan rata-rata terendah 2,20. Adapun 3 rasa sampel yang paling disukai oleh panelis secara berurutan adalah KT2 (3 hari), KT1 (1 hari), dan KT0 (0 hari).

Tabel 8. Hasil Uji Organoleptik Parameter Rasa

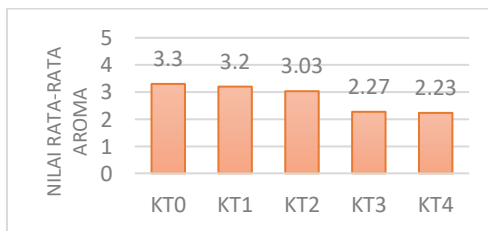
Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	3,17 \pm 1,262 ^{ab}	0,000
KT1	3,33 \pm 1,155 ^a	
KT2	3,53 \pm 0,937 ^a	
KT3	2,67 \pm 1,241 ^{bc}	
KT4	2,20 \pm 1,157 ^c	

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Mann Whitney

Berdasarkan hasil uji organoleptik parameter rasa yang diolah menggunakan uji *Kruskal Wallis* didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi rasa dari kimchi bengkuang. Pengujian dengan menggunakan uji *Mann Whitney* harus dilakukan untuk mengetahui sampel yang mengalami perbedaan rasa.

Hasil dari uji *Mann Whitney*, dapat diketahui bahwa beberapa sampel memiliki nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rasa yang nyata, yaitu pada KT0 dengan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT3 dan KT4. Adapun sampel yang tidak memiliki perbedaan rasa yang nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, KT0 dengan KT3, serta KT3 dengan KT4.

b) Aroma



Gambar 13. Hasil Uji Organoleptik Parameter Aroma

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa rata-rata panelis lebih menyukai aroma kimchi bengkung dengan lama waktu fermentasi 0 hari pada sampel KT0 dengan rata-rata sebesar 3,30. Sedangkan aroma yang kurang disukai oleh panelis adalah kimchi bengkung dengan lama waktu fermentasi 7 hari pada sampel KT4 dengan rata-rata 2,23. Adapun 3 aroma sampel yang paling disukai oleh panelis secara berurutan adalah KT0 (0 hari), KT1 (1 hari), dan KT2 (3 hari).

Tabel 9. Hasil Uji Organoleptik Parameter Aroma

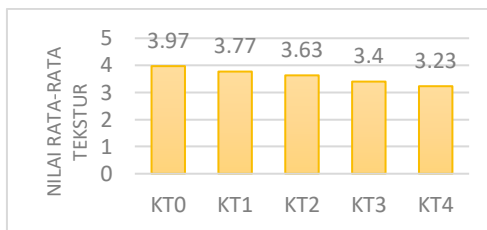
Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	3,30 \pm 1,317 ^a	0,000
KT1	3,20 \pm 1,157 ^a	
KT2	3,03 \pm 0,964 ^a	
KT3	2,27 \pm 0,828 ^b	
KT4	2,23 \pm 1,278 ^b	

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Mann Whitney

Berdasarkan hasil uji organoleptik parameter aroma yang diolah menggunakan uji *Kruskal Wallis* didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi aroma dari kimchi bengkung. Pengujian dengan menggunakan uji *Mann Whitney* harus dilakukan untuk mengetahui sampel yang mengalami perbedaan aroma.

Hasil data dari uji *Mann Whitney*, dapat diketahui bahwa beberapa sampel memiliki nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan aroma yang nyata, yaitu pada KT0 dengan KT3 dan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT3 dan KT4. Adapun sampel yang tidak memiliki perbedaan aroma yang nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, serta KT3 dengan KT4.

c) **Tekstur**



Gambar 14. Hasil Uji Organoleptik Parameter Tekstur

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa rata-rata panelis lebih menyukai tekstur kimchi bengkung dengan lama waktu fermentasi 0 hari pada sampel KT0 dengan rata-rata sebesar 3,97. Sedangkan tekstur yang kurang disukai oleh panelis adalah kimchi bengkung dengan lama waktu fermentasi 7 hari pada sampel KT4 dengan rata-rata 3,23. Adapun 3 tekstur sampel yang paling disukai oleh panelis secara berurutan adalah KT0 (0 hari), KT1 (1 hari), dan KT2 (3 hari).

Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik Parameter Tekstur

Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	3,97 \pm 1,033 ^a	0,019
KT1	3,77 \pm 1,040 ^{ab}	
KT2	3,63 \pm 0,850 ^{bc}	
KT3	3,40 \pm 1,070 ^{bc}	
KT4	3,23 \pm 1,135 ^c	

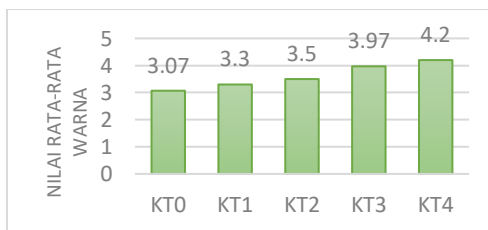
Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Mann Whitney

Berdasarkan hasil uji organoleptik parameter tekstur yang diolah menggunakan uji *Kruskal Wallis* didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi tekstur dari kimchi bengkung. Pengujian dengan menggunakan uji *Mann Whitney* harus

dilakukan untuk mengetahui sampel yang mengalami perbedaan tekstur.

Hasil data dari uji *Mann Whitney*, dapat diketahui bahwa beberapa sampel memiliki nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tekstur yang nyata, yaitu pada KT0 dengan KT2, KT3 dan KT4, serta KT1 dengan KT4. Adapun sampel yang tidak memiliki perbedaan tekstur yang nyata adalah KT0 dengan KT1, KT1 dengan KT2 dan KT3, serta KT2 dengan KT3 dan KT4.

d) Warna



Gambar 15. Hasil Uji Organoleptik Parameter Warna

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa rata-rata panelis lebih menyukai warna kimchi bengkuang dengan lama waktu fermentasi 7 hari pada sampel KT4 dengan rata-rata sebesar 4,20. Sedangkan warna yang kurang disukai oleh panelis adalah kimchi bengkuang dengan lama waktu fermentasi 0 hari pada sampel KT0 dengan rata-rata 3,07. Adapun 3 warna sampel yang paling disukai oleh panelis secara berurutan adalah KT4 (7 hari), KT3 (5 hari), dan KT2 (3 hari).

Tabel 11. Hasil Uji Organoleptik Parameter Warna

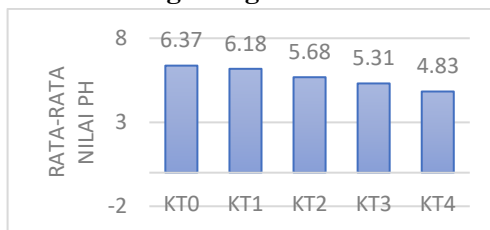
Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	3,07 \pm 1,202 ^a	0,000
KT1	3,30 \pm 1,088 ^a	
KT2	3,50 \pm 1,075 ^{ab}	
KT3	3,97 \pm 0,928 ^{bc}	
KT4	4,20 \pm 0,961 ^c	

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Mann Whitney

Berdasarkan hasil uji organoleptik parameter warna yang diolah menggunakan uji *Kruskal Wallis* didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi warna dari kimchi bengkuang. Pengujian dengan menggunakan uji *Mann Whitney* harus dilakukan untuk mengetahui sampel yang mengalami perbedaan warna.

Hasil data dari uji *Mann Whitney*, dapat diketahui bahwa beberapa sampel memiliki nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan warna yang nyata, yaitu pada KT0 dengan KT3 dan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT4. Adapun sampel yang tidak memiliki perbedaan warna yang nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, KT2 dengan KT3, serta KT3 dengan KT4.

2. Uji Nilai pH Kimchi Bengkuang



Gambar 16. Hasil Uji Nilai pH

Berdasarkan grafik di atas, data hasil pengukuran tingkat keasaman menggunakan alat Pen pH meter merk ohaus ST20, menunjukkan bahwa nilai rata-rata tingkat keasaman kimchi bengkuang tertinggi diperoleh sebesar 4,83 dengan lama waktu fermentasi 7 hari pada sampel KT4. Sedangkan tingkat keasaman kimchi bengkuang terendah memiliki nilai rata-rata sebesar 6,37 dengan lama waktu fermentasi 0 hari pada sampel KT0. Adapun 3 sampel yang memiliki tingkat keasaman tertinggi secara berurutan adalah KT4 (7 hari), KT3 (5 hari), dan KT2 (3 hari).

Tabel 12. Hasil Uji Nilai pH

Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	6,38 \pm 0,021 ^a	0,000
KT1	6,11 \pm 0,021 ^b	
KT2	5,68 \pm 0,014 ^c	
KT3	5,31 \pm 0,014 ^d	
KT4	4,83 \pm 0,014 ^e	

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Duncan

Berdasarkan hasil uji tingkat keasaman yang diolah menggunakan uji *One Way Anova* didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi tingkat keasaman dari kimchi bengkuang. Selanjutnya untuk mengetahui sampel yang memiliki perbedaan

maka dilakukan uji lanjutan *Post Hoc Duncan* yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada setiap sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4.

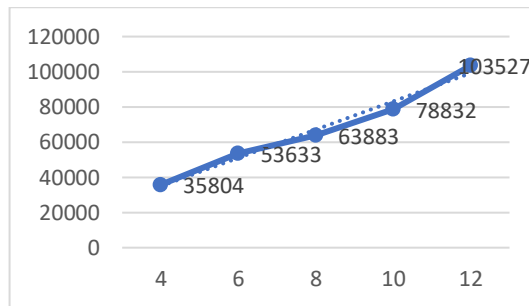
3. Uji Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkuang

Hasil data luas area larutan standar vitamin C dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Luas Area Larutan Standar

Konsentrasi larutan standart asam askorbat	Luas area	Retensi waktu
4 µg/ml	35804	2.670
6 µg/ml	53633	2.651
8 µg/ml	63883	2.640
10 µg/ml	78832	2.650
12 µg/ml	103527	2.663

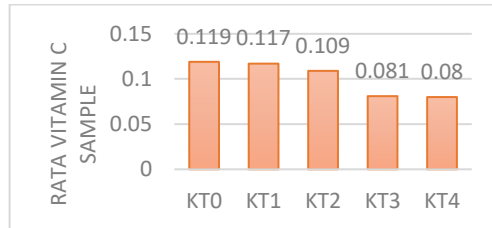
Berdasarkan pengukuran terhadap luas area larutan standart vitamin C yang diukur menggunakan alat HPLC dengan konsentrasi 4, 6, 8, 10, 12 µg/ml maka diperoleh persamaan regresi yang dimana x merupakan konsentrasi vitamin C dan y merupakan luas area dari vitamin C, dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Kurva Kalibrasi Vitamin C

Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan vitamin C tertinggi pada kimchi bengkuang diperoleh sebesar 0,119 mg pada sampel KT0 dengan lama waktu fermentasi 0 hari.

Sedangkan kadar vitamin C terendah yaitu sebesar 0,080 mg pada sampel KT4 dengan lama waktu fermentasi 7 hari. Dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil Uji Kandungan Vitamin C

Hasil data kandungan vitamin C pada kimchi bengkung dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Kandungan Vitamin C

Kode Sampel	Rata-rata (\pm) Standar Deviasi	Nilai p
KT0	0,119 \pm 0,064 ^a	0,813
KT1	0,117 \pm 0,064 ^a	
KT2	0,109 \pm 0,027 ^a	
KT3	0,081 \pm 0,018 ^a	
KT4	0,080 \pm 0,017 ^a	

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Duncan

Berdasarkan hasil uji kandungan vitamin C yang diolah menggunakan uji *One Way Anova* didapatkan nilai $p > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada setiap sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4.

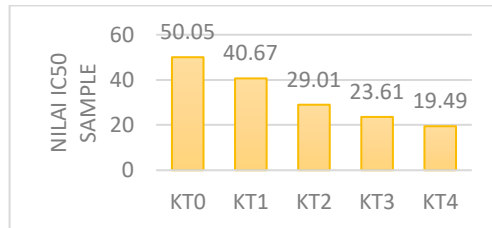
4. Uji Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang

Hasil rata-rata persentase nilai inhibisi sampel kimchi bengkuang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Persentase Nilai Inhibisi Sampel

Kode Sampel	Ekstrak (mg/L)	Rata %Inhibisi (\pm) SD
KT0	100	50,63 \pm 0,969
	200	53,14 \pm 0,728
	300	56,29 \pm 0,445
	400	57,55 \pm 1,336
	500	59,12 \pm 1,782
KT1	100	51,26 \pm 2,383
	200	54,72 \pm 2,857
	300	55,97 \pm 0,884
	400	59,43 \pm 0,445
	500	61,64 \pm 1,838
KT2	100	52,20 \pm 1,640
	200	54,40 \pm 3,274
	300	58,18 \pm 0,728
	400	60,69 \pm 2,383
	500	63,21 \pm 2,383
KT3	100	52,20 \pm 2,673
	200	55,03 \pm 1,329
	300	57,55 \pm 2,227
	400	60,38 \pm 1,782
	500	63,52 \pm 2,376
KT4	100	52,52 \pm 3,274
	200	54,40 \pm 1,859
	300	58,18 \pm 0,728
	400	59,75 \pm 0,891
	500	63,52 \pm 2,376

Berdasarkan hasil data penelitian menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai rata-rata persen inhibisi antara sampel kontrol dengan sampel yang dilakukan fermentasi. Hal ini membuktikan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap kemampuan aktivitas antioksidan kimchi bengkung.



Gambar 19. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan

Data hasil pengukuran pada kimchi bengkung, menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi yaitu dengan nilai IC_{50} sebesar 19,49 mg/L pada sampel KT4 dengan lama waktu fermentasi 7 hari. Sedangkan aktivitas antioksidan terendah yaitu sebesar 50,05 mg/L pada sampel KT0 dengan lama waktu fermentasi 0 hari. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu fermentasi pada kimchi bengkung dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang ditandai dengan menurunnya nilai IC_{50} .

Tabel 16. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	Nilai IC_{50} (mg/L)	Nilai p	Kategori
KT0	50,05 ^a		
KT1	40,67 ^a		
KT2	29,01 ^a	0,866	Sangat Kuat
KT3	23,61 ^a		
KT4	19,49 ^a		

Keterangan: notasi huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada uji Post Hoc Duncan

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan kimchi bengkung yang diolah menggunakan uji *One Way Anova* didapatkan nilai

$p > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada setiap sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4.

B. Pembahasan

1. Proses Pembuatan Kimchi Bengkuang

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kimchi bengkuang adalah bengkuang, jahe, daun bawang, cabai bubuk, bawang putih, kecap ikan, tepung beras, gula, dan garam. Produk kimchi bengkuang dibuat sebanyak 5 macam dengan masing-masing lama waktu fermentasi 0, 1, 3, 5, dan 7 hari. Bengkuang dipilih sebagai bahan utama pembuatan kimchi karena memiliki nilai IC_{50} yang kuat, yaitu sebesar 98,30 mg/L (Siregar *et al.*, 2019).

Tahapan pembuatan kimchi bengkuang dimulai dengan pemilihan bahan baku dengan kualitas yang baik. Sebelum digunakan, kulit bengkuang harus dikupas terlebih dahulu, kemudian dicuci menggunakan air mengalir. Selanjutnya, bengkuang dipotong-potong dan direndam ke dalam air garam selama 4 jam. Pembuatan pasta bumbu terdiri dari beberapa bahan, yaitu tepung beras yang telah dilarutkan ke dalam air, kemudian dipanaskan hingga mengental, jahe dan bawang putih yang telah dihaluskan, daun bawang yang telah dipotong-potong, serta cabai bubuk, kecap ikan, gula, dan garam.

Proses selanjutnya adalah pencampuran bengkuang yang telah direndam dalam air garam dengan pasta bumbu, kemudian disimpan ke dalam wadah tertutup untuk difermentasi. Proses fermentasi yang digunakan pada pembuatan kimchi bengkuang adalah fermentasi spontan. Hal ini dikarenakan tidak adanya tambahan mikroorganisme ragi dalam proses pembuatannya. Produk kimchi bengkuang kemudian dianalisis melalui uji organoleptik, uji kandungan vitamin C dan uji aktivitas antioksidan.

2. Uji Daya Terima Kimchi Bengkuang

Uji organoleptik dilakukan oleh panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang dengan kriteria usia 17-25 tahun, memiliki indra yang berfungsi dengan baik, dan menyukai produk makanan fermentasi. Parameter yang dinilai dalam uji organoleptik, yaitu rasa, aroma, tekstur, dan warna. Pengukuran daya terima kimchi bengkuang menggunakan skala hedonik dengan skala 1-5, yang di mana semakin tinggi nilai yang diberikan maka tingkat daya terima panelis terhadap produk juga semakin meningkat.

a) Rasa

Parameter rasa merupakan faktor penentu utama dalam mengukur apakah suatu produk makanan akan dikonsumsi atau tidak oleh panelis. Berdasarkan gambar 12, menunjukkan bahwa 3 rasa kimchi bengkuang yang paling disukai oleh panelis adalah KT2 (3 hari) dengan nilai rerata 3,53; KT1 (1 hari) dengan nilai rerata 3,33; dan KT0 (0 hari) dengan nilai rerata 3,17; sedangkan rasa kimchi bengkuang yang tidak disukai, yaitu KT3 (5 hari) dan KT4 (7 hari). Hal ini dikarenakan rasa kimchi bengkuang yang dihasilkan semakin lama akan semakin asam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, di mana rasa kimchi bengkuang pada hari ke-1 memiliki rasa yang cocok untuk lidah orang Indonesia. Selain itu, kimchi bengkuang pada hari ke-1 memiliki rasa rempah-rempah yang cukup kuat, sedangkan pada hari ke-3 dan ke-5, kimchi telah mengalami fermentasi, sehingga menimbulkan rasa asam yang cukup ketara (Kharisma *et al.*, 2022). Perubahan rasa pada kimchi disebabkan karena mikroorganisme dalam fermentasi kimchi dapat mempengaruhi kandungan gizi dan tingkat penerimaan kimchi oleh panelis (Park *et al.*, 2014). Selain itu, rasa asam yang dihasilkan dari

degradasi substrat pada medium fermentasi oleh bakteri asam laktat yang menyebabkan penurunan pH juga mempengaruhi tingkat kesukaan panelis (Park *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Kruskal Wallis*, didapatkan nilai probabilitasnya $<0,05$, yaitu 0,000 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada rasa kimchi bengkuang sehingga dilakukan uji *Post Hoc Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa sampel yang memiliki perbedaan nyata, yaitu KT0 dengan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT3 dan KT4. Adapun yang tidak memiliki perbedaan nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, KT0 dengan KT3, serta KT2 dengan KT4. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang berbeda setiap sampel sehingga menyebabkan adanya perbedaan rasa pada kimchi bengkuang. Hasil uji organoleptik dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas dan kepekaan organ pengindraan panelis dalam menilai produk (Setyaningsih, Apriyanto, & Sari, 2010).

b) Aroma

Aroma adalah bau yang dihasilkan oleh rangsangan kimia yang terdeteksi oleh saraf olfaktori (sistem penciuman) di dalam rongga hidung (Setyaningsih, Apriyanto, & Sari, 2010). Aroma pada kimchi dihasilkan oleh kerja bakteri asam laktat yang berperan untuk menimbulkan aroma dan asam. Penilaian parameter aroma dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap aroma dari produk kimchi bengkuang.

Berdasarkan gambar 13, menunjukkan bahwa 3 aroma kimchi bengkuang yang paling disukai oleh panelis adalah KT0 (0 hari) dengan nilai rerata 3,3; KT1 (1 hari) dengan nilai rerata 3,2; dan KT2 (3 hari) dengan nilai rerata 3,03; sedangkan aroma

kimchi bengkung yang kurang disukai, yaitu KT3 (5 hari) dan KT4 (7 hari). Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka aroma dari kimchi bengkung semakin tidak disukai oleh panelis. Hal ini dikarenakan kimchi bengkung memiliki aroma yang asam dan menyengat khas kimchi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang di mana kimchi awalnya memiliki aroma khas rempah-rempah cukup kuat, namun berubah menjadi aroma asam gurih disertai aroma khas kimchi yang ketara (Kharisma *et al.*, 2022). Hal tersebut disebabkan oleh peran bakteri asam laktat pada saat proses fermentasi berlangsung (Suhartatik *et al.*, 2023). Aktivitas enzim yang tahan garam mendegradasi protein sehingga terbentuk rasa dan aroma (Estiasih, 2016). Semakin lama proses fermentasi maka aroma yang dihasilkan akan semakin asam seiring dengan penurunan pH (Syadhah, 2022).

Menurut penelitian Kharisma *et al* (2022), penambahan bumbu dapat mempengaruhi aroma kimchi, yang cenderung memiliki aroma asam dan gurih. Aroma kimchi bengkung dapat dipengaruhi oleh asam laktat karena tersedianya zat gizi dan mikroba proteolitik. Pada tahap awal fermentasi, bakteri *Enterobacter* dan *flavobacterium* muncul, yang mana menghasilkan bau asam yang berlebihan.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Kruskal Wallis*, didapatkan nilai probabilitasnya $<0,05$, yaitu 0,000 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada rasa kimchi bengkung sehingga dilakukan uji *Post Hoc Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa sampel yang memiliki perbedaan nyata, yaitu KT0 dengan KT3 dan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT3 dan

KT4. Adapun yang tidak memiliki perbedaan nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, serta KT3 dengan KT4. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang berbeda setiap sampel sehingga menyebabkan adanya perbedaan aroma pada kimchi bengkung. Hasil uji organoleptik dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas dan kepekaan organ penginderaan panelis dalam menilai produk (Setyaningsih Apriyanto, & Sari, 2010).

c) Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter uji organoleptik yang melibatkan indra peraba yaitu rongga mulut. Penilaian parameter tekstur dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur dari produk kimchi bengkung. Berdasarkan gambar 14, menunjukkan bahwa 3 tekstur kimchi bengkung yang paling disukai oleh panelis adalah KT0 (0 hari) dengan nilai rerata 3,97; KT1 (1 hari) dengan nilai rerata 3,77; dan KT2 (3 hari) dengan nilai rerata 3,63; sedangkan tekstur kimchi bengkung yang tidak disukai, yaitu KT3 (5 hari) dan KT4 (7 hari).

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka tekstur kimchi bengkung semakin kurang di sukai oleh panelis. Hal ini dikarenakan tekstur pada sampel hari ke-0 (KT0) memiliki tekstur yang lebih renyah, jika dibandingkan dengan sampel hari ke-1 (KT1), ke-3 (KT2), ke-5 (KT3), dan ke-7 (KT4) yang memiliki tekstur lebih lunak. Penemuan ini sejalan dengan hasil penelitian Kharisma *et al* (2022), yang menunjukkan bahwa kimchi bengkung awalnya memiliki tekstur yang renyah dan akan berubah menjadi sedikit lunak seiring dengan lamanya waktu fermentasi.

Perubahan tekstur pada kimchi bengkung disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mengeluarkan kandungan air dari

dalam bengkung, sehingga membuat teksturnya menjadi lebih lembut (Kharisma *et al.*, 2022). Selain itu, waktu fermentasi juga dapat mempengaruhi karakteristik organoleptik dari tekstur yang berdampak pada daya terima kimchi oleh panelis (Seo *et al.*, 2020). Penambahan garam dengan konsentrasi tinggi dalam pembuatan kimchi akan membuat tekstur kimchi semakin lunak (Seo *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Kruskal Wallis*, didapatkan nilai probabilitasnya $<0,05$, yaitu 0,019 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada tekstur kimchi bengkung sehingga dilakukan uji *Post Hoc Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa sampel yang memiliki perbedaan nyata, yaitu KT0 dengan KT2, KT3 dan KT4, serta KT1 dengan KT4, serta KT2 dengan KT3 dan KT4. Adapun yang tidak memiliki perbedaan nyata adalah KT0 dengan KT1, KT1 dengan KT2 dan KT3, serta KT2 dengan KT3 dan KT4. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang berbeda setiap sampel sehingga menyebabkan adanya perbedaan tekstur pada kimchi bengkung. Hasil uji organoleptik dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas dan kepekaan organ pengindraan panelis dalam menilai produk (Setyaningsih, Apriyanto, & Sari, 2010).

d) Warna

Warna merupakan salah satu parameter yang pertama kali dinilai dalam uji organoleptik. Warna memberikan kesan awal melalui indra pengelihatian sehingga dapat menarik selera panelis untuk mencoba suatu produk (Lamusu, 2018). Penilaian parameter warna dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap warna dari produk kimchi bengkung. Berdasarkan gambar 15, menunjukkan bahwa 3 warna kimchi bengkung yang paling disukai oleh panelis adalah KT4 (7 hari)

dengan nilai rerata 4,2; KT3 (5 hari) dengan nilai rerata 3,97; dan KT2 (3 hari) dengan nilai rerata 3,5; sedangkan warna kimchi bengkung yang tidak disukai, yaitu KT1 (1 hari) dan KT0 (0 hari).

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka warna kimchi bengkung semakin disukai. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu fermentasi maka semakin pekat pula warna yang dihasilkan. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasinya akan mengubah warna kimchi menjadi semakin pekat (Syadiah, 2022; Iwansyah *et al.*, 2019). Hal tersebut dikarenakan bakteri asam laktat dapat mempengaruhi pH yang mengakibatkan perubahan warna. Menurut penelitian Lim *et al* (2017), bahwa kimchi korea yang terbuat dari berbagai jenis sayuran dan melalui proses fermentasi menggunakan bakteri asam laktat, akan mengalami perubahan warna seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Kruskal Wallis*, didapatkan nilai probabilitasnya $<0,05$, yaitu 0,000 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada warna kimchi bengkung sehingga dilakukan uji *Post Hoc Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* menunjukkan bahwa sampel yang memiliki perbedaan nyata, yaitu KT0 dengan KT3 dan KT4, KT1 dengan KT3 dan KT4, serta KT2 dengan KT4. Adapun yang tidak memiliki perbedaan nyata adalah KT0 dengan KT1 dan KT2, KT2 dengan KT3, serta KT3 dengan KT4. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang berbeda setiap sampel sehingga menyebabkan adanya perbedaan warna pada kimchi bengkung. Hasil uji organoleptik dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas dan kepekaan organ penginderaan

panelis dalam menilai produk (Setyaningsih, Apriyanto, & Sari, 2010).

3. Nilai pH Kimchi Bengkuang

Nilai pH atau derajat keasaman adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat sifat asam atau basa suatu larutan. Nilai pH berkisar antara 0-14 dengan nilai netral 7. pH dapat mempengaruhi jenis dan jumlah mikroorganisme yang dapat tumbuh dalam suatu bahan pangan (Syahminan, 2019). Uji nilai pH digunakan untuk menentukan tingkat keasaman kimchi bengkuang pada masing-masing lama waktu fermentasi sampel.

Setelah dilakukan uji daya terima pada 5 (lima) produk kimchi bengkuang, yaitu KT0 (0 hari), KT1 (1 hari), KT2 (3 hari), KT4 (5 hari), dan KT5 (7 hari) akan dilakukan analisis nilai pH, kandungan vitamin C dan aktivitas antioksidan. Pada Tabel 12, menunjukkan bahwa hasil uji nilai pH pada kimchi bengkuang dengan menggunakan uji *One Way Anova* di mana nilai probabilitasnya $<0,05$, yaitu 0,000 yang menandakan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada nilai pH kimchi bengkuang sehingga dilakukan uji *Post Hoc Duncan*. Hasil dari uji *Duncan* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4.

Diperhatikan dari Gambar 16, menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH kimchi bengkuang tertinggi diperoleh dari waktu fermentasi 0 hari (KT0) dengan nilai 6,37 dan terendah diperoleh dari waktu fermentasi 7 hari (KT4), yaitu sebesar 4,83, yang menandakan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka nilai pH akan semakin menurun.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Syadiah (2022), yang didapatkan hasil bahwa terdapat penurunan pH yang diakibatkan oleh meningkatnya lama waktu fermentasi serta meningkatnya konsentrasi garam. Penelitian serupa juga dilakukan

oleh You *et al* (2017), yang menunjukkan hasil bahwa waktu fermentasi dan suhu penyimpanan berpengaruh terhadap derajat keasaman kimchi. Terdapat penelitian dengan hasil serupa lainnya oleh Barani *et al* (2023), yang menyatakan bahwa lama fermentasi mengakibatkan penurunan pH kimchi bengkung.

Selama proses fermentasi, metabolisme bakteri asam laktat (BAL) mengakibatkan akumulasi asam laktat dan penurunan nilai pH seiring bertambahnya waktu fermentasi. Konsentrasi garam yang tinggi menyebabkan peningkatan pH, sedangkan konsentrasi garam yang rendah memungkinkan BAL untuk memproduksi lebih banyak asam laktat, sehingga pH menurun. Secara alami, sayuran mengandung BAL yang terbentuk selama fermentasi spontan. Produksi asam organik mengubah pH selama fermentasi karena karbohidrat pada kubis mengalami degradasi, sehingga menghasilkan rasa khas pada kimchi (You *et al.*, 2017).

Menurut penelitian Hwang & Lee (2018), selama proses fermentasi bakteri asam laktat, glukosa digunakan untuk menghasilkan produk utama asam laktat dan menurunkan nilai pH. Selain itu, menurut Syadiah (2020), konsentrasi garam yang digunakan pada proses fermentasi kimchi bengkung juga mempengaruhi proses penurunan pH. Hal ini berkaitan dengan pH kimchi bengkung pada sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4 di mana semakin lama waktu fermentasi, maka nilai pH semakin menurun.

4. Kandungan Vitamin C Kimchi Bengkung

Vitamin C merupakan vitamin dengan kandungan paling tinggi dalam bengkung, yaitu sebanyak 20 mg/100g (Winarti, 2010). Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yang kuat untuk meningkatkan daya tahan tubuh karena dapat bereaksi dengan radikal bebas dan oksidan dalam tubuh (Wibawa *et al.*, 2020). Vitamin C merupakan vitamin larut air yang sangat rentan terhadap

kerusakan seperti suhu, oksidasi, konsentrasi garam, pH, oksigen, cahaya, dan larutan basa (Ghopper, 2013).

High Performance Liquid Chromatography (HPLC) merupakan salah satu jenis kromatografi cair yang dapat digunakan untuk menganalisis vitamin C dengan selektivitas dan spesifisitas yang baik. HPLC memiliki kelebihan, yaitu mudah dalam analisis, akurat, cepat, dan menggunakan sampel yang sedikit (Ismillayli *et al.*, 2020). Penelitian ini menggunakan HPLC merk *Alliance e2695* dengan kolom yang digunakan, yaitu C-18 dengan laju air 1ml/menit, rentang waktu 10 menit, dan volume injeksi 10 μ L. Panjang gelombang 264nm digunakan untuk menganalisis sampel dengan detector UV. Fase diam yang berupa kolom C-18 atau oktadesil silika berfungsi untuk memisahkan senyawa dengan kepolaran rendah, sedang, maupun tinggi seperti metanol, air, dan asetonitril.

Asam metafosfat digunakan sebagai pelarut karena bersifat asam dan berfungsi untuk mencegah degradasi utama asam askorbat yaitu asam dehidro askorbat. Pemakaian aquabides atau air suling terdeionisasi (dd) dalam analisis juga berfungsi untuk membantu mengontrol senyawa ini dari kerusakan yang disebabkan oleh ion logam. Pelarut yang digunakan sebagai fase gerak, yaitu metanol p.a dan asam asetat 0,1% dengan perbandingan 95:5 (v/v). Asam asetat dan metanol banyak digunakan untuk fase gerak dalam analisis senyawa organik karena kualitasnya yang baik dan lebih mudah mengukur retensi waktu.

Retensi waktu merupakan durasi yang diperlukan oleh sampel mulai dari saat sampel masuk hingga keluar dari kolom. Pengukuran dilakukan dengan mengamati retensi waktu munculnya puncak (*peak*) dan luas area pada berbagai konsentrasi larutan baku standar asam askorbat. Dilihat pada Tabel 13, peak vitamin C rata-

rata muncul pada menit ke 2,6 yang didapatkan dari larutan standar vitamin C.

Berdasarkan Tabel 14, menunjukkan bahwa hasil kandungan vitamin C pada kimchi bengkuang dengan menggunakan uji *One Way Anova* di mana nilai probabilitasnya $>0,05$, yaitu 0,813 yang menandakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4. Nilai rata-rata kandungan vitamin C tertinggi didapatkan pada sampel KT0 (0 hari) sebesar 0,119 mg. Sedangkan nilai rata-rata terendah didapatkan pada sampel KT4 (7 hari), yaitu sebesar 0,080 mg.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh *Barani et al* (2023), yang didapatkan hasil bahwa terdapat penurunan kandungan vitamin C pada kimchi labu air dengan lama fermentasi 2 dan 6 hari menggunakan konsentrasi garam 0%, 2%, dan 6%. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Ozer & Yildirim (2019), yang menunjukkan hasil bahwa kandungan vitamin C pada kimchi kubis mengalami penurunan yang paling tinggi diantara acar kubis, asinan kubis.

Menurut penelitian *Barani et al* (2023), penurunan kandungan vitamin C dapat dipengaruhi oleh lama fermentasi dan konsentrasi garam. Hal ini disebabkan karena vitamin C memiliki sifat mudah larut dan mudah rusak pada saat proses fermentasi terjadi. Selain itu, berdasarkan sebuah penelitian, kandungan vitamin C kimchi berkisar antara 19,40 mg/g hingga 50,64 mg/g sesuai dengan jenis bahan utama yang digunakan (*Korus et al.*, 2021).

Hasil dari analisis data kandungan vitamin C pada kimchi bengkuang dalam 100 mg, yaitu mengandung 11,89 mg. Menurut Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2019, kebutuhan vitamin C harian pada rentang usia 17-25 tahun, yaitu sebesar 90 mg untuk laki-laki dan pada perempuan sebesar 75 mg. Maka dapat

disimpulkan bahwa mengkonsumsi kimchi bengkuang sebanyak 100 mg dapat memenuhi kebutuhan vitamin C sebesar 13-16% dari total kebutuhan sehari.

5. Aktivitas Antioksidan Kimchi Bengkuang

Antioksidan berperan dalam menghambat radikal bebas dengan memberikan satu elektron kepada senyawa oksidan untuk melindungi tubuh dari penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas (Damayanthi *et al.*, 2010). Dengan menggunakan metode DPPH, uji aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengukur kemampuan sampel dalam menghambat radikal stabil DPPH dengan mendonorkan atom hidrogen. Perubahan warna DPPH (ungu) menjadi DPPH-H (kuning) menunjukkan bahwa sampel memiliki aktivitas antioksidan (Molyneux, 2004).

Optimasi panjang gelombang DPPH dilakukan dengan mengukur absorbansi untuk menentukan panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum ini akan menghasilkan serapan paling efektif dan memberikan sensitivitas tertinggi pada larutan uji. Dengan menggunakan panjang gelombang maksimum tersebut, nilai absorbansi optimal pada sampel dapat dicapai (Membri *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi DPPH, didapatkan panjang gelombang maksimumnya 514 nm.

Uji aktivitas antioksidan pada sampel dilakukan dengan membuat variasi ekstrak sampel menjadi 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L yang kemudian diukur pada panjang gelombang 514 nm. Hasil dari pengukuran setiap konsentrasi sampel akan diperoleh nilai absorbansi, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase inhibisi (%I). Persen inhibisi menunjukkan kemampuan suatu antioksidan dalam menghambat radikal bebas pada konsentrasi larutan uji. Berdasarkan Tabel 15, nilai rata-rata persen inhibisi menunjukkan bahwa terjadi perubahan antara masing-masing sampel pada konsentrasi yang sama. Hal ini menunjukkan

bahwa lama waktu fermentasi dapat meningkatkan kemampuan antioksidan kimchi bengkuang.

Berdasarkan hasil persen inhibisi masing-masing sampel, kemudian dibuat kurva regresi linier. Kurva persamaan regresi linier yang diperoleh dari persentase inhibisi radikal bebas terhadap ekstrak etanol kimchi bengkuang digunakan untuk menentukan nilai IC_{50} dengan cara mensubstitusikan y dengan angka 50, karena bertujuan untuk mencari nilai konsentrasi penghambat 50%. Nilai IC_{50} direpresentasikan oleh nilai x yang diperoleh dari akhir perhitungan.

Dilihat pada Tabel 16, menunjukkan bahwa hasil aktivitas antioksidan pada kimchi bengkuang dengan menggunakan uji *One Way Anova* di mana nilai probabilitasnya $>0,05$, yaitu 0,866 yang menandakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara sampel KT0, KT1, KT2, KT3, dan KT4. Nilai aktivitas antioksidan tertinggi didapatkan pada sampel KT4 (7 hari) sebesar 19,49 mg/L. Sedangkan nilai aktivitas antioksidan terendah didapatkan pada sampel KT0 (0 hari), yaitu sebesar 50,05 mg/L. Hal tersebut membuktikan bahwa lama waktu fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang ditandai dengan turunnya nilai IC_{50} . Semakin rendah nilai IC_{50} pada suatu sampel, maka semakin kuat aktivitas antioksidan dalam menghambat radikal bebas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel kimchi bengkuang mempunyai aktivitas antioksidan yang tergolong kuat. Dapat dilihat dari konsentrasi pengikatan DPPH dan IC_{50} ekstrak kimchi bengkuang yang berada di bawah 50 mg/L (Tristantini, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian Melini *et al* (2019), bahwa fermentasi produk makanan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Selain itu, aktivitas antioksidan pada produk fermentasi juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti suhu, pH, dan waktu fermentasi (Ozer & Yildirim, 2019).

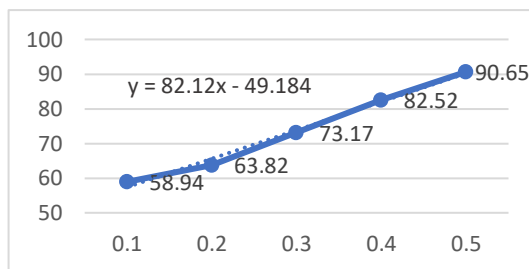
Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Park *et al* (2024), yang didapatkan hasil bahwa dari ketiga jenis kimchi, yaitu kimchi lobak musim panas, kimchi daikon (lobak jepang), dan kimchi lobak putih terdapat peningkatan aktivitas antioksidan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Lee & Yoon (2017), yang menunjukkan hasil bahwa lama fermentasi dan penambahan bawang putih hitam pada kimchi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan secara bertahap. Selain itu, terdapat penelitian serupa lainnya oleh Kim *et al* (2014), yang menyatakan bahwa perlakuan terhadap kimchi pada berbagai tahap fermentasi menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat.

Tingginya aktivitas antioksidan pada sampel dapat disebabkan oleh kandungan antioksidan yang terdapat pada bahan yang digunakan. Senyawa penyusun bahan juga dapat menentukan aktivitas antioksidan (Tristante *et al.*, 2014). Berdasarkan Hardiansyah *et al* (2022), daun stevia diketahui mengandung senyawa tanin dan flavonoid yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada kefir susu kambing. Mekanisme tersebut juga terjadi pada proses fermentasi kimchi dengan bahan utama bengkuang. Hal ini dikarenakan bengkuang memiliki kandungan vitamin C, flavonoid, dan saponin yang berfungsi untuk menghambat radikal bebas, serta dianggap sebagai sumber antioksidan potensial (Mun *et al.*, 2020). Selain itu, sumber antioksidan dapat berasal dari rempah-rempah yang digunakan saat membuat kimchi, seperti senyawa flavonoid dan protease pada jahe (Awang *et al.*, 2014), senyawa fenolik pada bawang putih (Wiendarlina & Sukaesih, 2019), dan senyawa kapsaisin pada cabai (Hazarika *et al.*, 2014).

Kandungan vitamin C yang menurun pada sampel kimchi bengkuang dapat dipengaruhi oleh lama fermentasi dan konsentrasi garam karena vitamin C memiliki sifat mudah larut dan mudah rusak

pada saat proses fermentasi (Barani *et al.*, 2023). Selama proses fermentasi pada suhu ruang, vitamin C dapat teroksidasi akibat paparan panas dan bereaksi dengan oksigen atau udara. Namun, kimchi mengandung antioksidan selain vitamin C, seperti flavonoid, saponin, senyawa fenolik, karotenoid, dan kapsaisinoid, yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada sampel kimchi bengkang (Park *et al.*, 2024). Menurut penelitian Park *et al.* (2022), menunjukkan bahwa kimchi selada ekstrak metanol memiliki kandungan fenolik total yang tinggi, yaitu 79,01 μg GAE/mg. Kandungan fenolik meningkat seiring dengan durasi fermentasi karena asam fenolik, seperti asam kumarat dan ferulat membentuk turunan etil atau vinil fenol melalui reaksi dengan mikroorganisme. Selain itu, berdasarkan Park *et al.* (2024), kimchi lobak putih mempunyai aktivitas antioksidan sangat baik, yang ditunjukkan dengan tingginya kandungan karotenoid, klorofil, kapsaisinoid, dan asam askorbat.

Larutan perbandingan yang digunakan dalam penelitian uji aktivitas antioksidan adalah asam askorbat, yang berfungsi sebagai antioksidan primer. Asam askorbat diukur pada panjang gelombang yang sama, yaitu 514 nm. Absorbansi diukur pada berbagai konsentrasi asam askorbat dan menghasilkan nilai absorbansi untuk setiap konsentrasi, yang kemudian digunakan untuk menghitung persentase inhibisi (%I) menggunakan rumus tertentu. Hasil perhitungan persen inhibisi larutan perbandingan terhadap radikal bebas DPPH dapat dilihat pada Tabel 17.



Gambar 20. Kurva Kalibrasi Larutan Pembanding

Hasil dari pengukuran terhadap persen inhibisi larutan pembanding vitamin C dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 maka diperoleh persamaan regresi $y = 82.12x - 49.184$. Dapat dilihat pada Gambar 20.

Tabel 17. Hasil Persentase Nilai Inhibisi Vitamin C

Konsentrasi Vitamin C (mg/L)	Rata %Inhibisi (\pm) SD
0.1	58,94 \pm 0,573
0.2	63,82 \pm 0,579
0.3	73,17 \pm 1,442
0.4	82,52 \pm 0,579
0.5	90,65 \pm 0,579

Berdasarkan hasil IC_{50} pada larutan pembanding asam askorbat yaitu sebesar 1,21 mg/L yang mana dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat. Pada sampel kimchi bengkuang dengan aktivitas antioksidan terbaik setara dengan 1/19,49 dari aktivitas antioksidan asam askorbat. Aktivitas antioksidan sampel menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan larutan pembanding asam askorbat karena memiliki nilai IC_{50} yang keduanya termasuk tergolong sangat kuat dalam menghambat radikal bebas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi (Indrawati *et al.*, 2022; Lung & Destiani, 2018).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian uji daya terima, uji vitamin C, dan uji aktivitas antioksidan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji organoleptik pada kimchi bengkuang terhadap lama fermentasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada parameter rasa, aroma, tekstur, dan warna. Berdasarkan uji organoleptik sampel yang paling banyak disukai dari segi rasa dan aroma adalah KT0 dan KT2, sedangkan dari segi tekstur KT0 dan KT1, serta dari segi warna adalah KT3 dan KT4.
2. Hasil analisis kandungan vitamin C menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada kimchi bengkuang terhadap lama fermentasi. Kandungan vitamin C tertinggi, yaitu pada sampel KT0 sebesar 0,119 mg dan terendah pada sampel KT4 sebesar 0,080 mg.
3. Hasil analisis aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada kimchi bengkuang terhadap lama fermentasi. Namun, aktivitas antioksidan pada kimchi bengkuang semakin menurun dengan nilai IC_{50} sebesar 50,05 mg/L sampel KT0; 40,67 sampel KT1; 29,01 sampel KT2; 23,61 sampel KT3; 19,49 sampel KT4.

B. Saran

Adapun saran dari peneliti kepada beberapa pihak terkait penelitian antara lain:

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian berikutnya. Penelitian lebih lanjut mengenai kandungan proksimat, flavonoid, saponin, serta masa simpan kimchi bengkuang perlu dilakukan.

2. Bagi Masyarakat

Diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang kimchi dan dapat mengembangkan produk makanan yang menggunakan bengkuang untuk memanfaatkan sumber bahan pangan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyuni, Q. F. (2022). Pembuatan Kimchi Berbahan Dasar Sawi Putih (*Brassica Pekinensia L.*). *Semnas Bio*, 492-498.
- Anggraeni, L. N. (2021). Review: Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Produk Fermentasi Sayuran. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3, 891-899. doi:<https://doi.org/10.25026/jsk.v3i6.459>
- Angraini, N. d. (2020). Optimasi Penggunaan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) untuk Analisis Asam Askorbat guna Menunjang Kegiatan Praktikum Bioteknologi Kelautan. *Jurnal Penelitian Sains*, 69-75.
- Ardilla, Y. A. (2022). Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus *Lactobacillus* Pada Fermentasi Buah Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak. *Berkala Ilmiah Biologi*, 42-52.
- Arini, L. D. (2017). Pemanfaatan Bakteri Baik dalam Pembuatan Makanan Fermentasi yang Bermanfaat untuk Kesehatan. *Biomedika*, 10, 1-11.
- Azka, A. B. (2018). Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Kimchi. *Agroindustrial Technology Journal*, 01, 91-97. doi:<http://dx.doi.org/10.21111/atj.v2i1.2818>
- BPOM. (2020). *Buku Saku Suplemen Kesehatan Untuk Memelihara Daya Tahan Tubuh Dalam Menghadapi Covid-19*.
- Carvalho, E. M. (2019). Substitusi Tepung Wortel (*Daucus carota L.*) Terhadap Sifat Organoleptik Donat.
- Chandra, B. W. (2023). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Pengujian Aktivitas Antioksidan pada Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus (L.) Urb.*). *Jurnal Farmasi Higea*, 15, 206-2014.
- Dahlan, S. M. (2014). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat, Dilengkapi Aplikasi Menggunakan SPSS Edisi 6*. Jakarta: Epidemiologi Indonesia.
- Damayanthi, E. K. (2010). Aktivitas Antioksidan Bekatul Lebih Tinggi daripada Jus Tomat dan Penurunan Aktivitas Antioksidan Serum

- Setelah Intervensi Minuman Kaya Antioksidan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 5, 205-210.
- Enjelly., R. S. (2022). Peranan Fermentasi dalam Proses Pembuatan Kimchi Sawi Putih (*Brassica chinensis* L.) dan Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Prosiding SEMNAS BIO* , 471-476.
- Erhardt, J. (2007). *Nutrisurvey for Windows*. Universitas Indonesia. Software, SEAMEOTROPED RCCN.
- Erlidawati., S. (2018). *Potensi Antioksidan sebagai Antidiabetes*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Fakriah., E. K. (2019). Sosialisasi Bahaya Radikal Bebas dan Fungsi Antioksidan Alami Bagi Kesehatan. *Jurnal Vokasi*, 3, 1-7.
- Fatihaturahmi., Y. A. (2023). Literatur Riview: Penyakit Degeneratif: Penyebab, Akibat, Pencegahan, dan Penanggulangan. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 3, 63-72.
- Fatsecret*. (2022, April 19). Retrieved from Fatsecret INDONESIA Web site: <https://www.fatsecret.co.id/kalori-gizi/ommason/kimchi/100g>
- Fauzia, S. N. (2019). *Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Fella, S. A. (2020). "Menjadi Korea": Melihat Cara, Bentuk dan Makna Budaya Pop Korea Bagi Remaja di Surabaya. 7-19.
- 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*, Volume 1594. doi:10.1088/1742-6596/1594/1/012001
- Gandjar, I. R. (2012). Analisis obat secara spektrofotometri dan kromatografi. *Yogyakarta: Pustaka Pelajar*, 368-381.
- Gropper, S. S. (2013). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Cengage Learning.

- Halim, C. N. (2013). Studi Kemampuan Probiotik Isolat Bakteri Asam Laktat Penghasil Eksopolisakarida Tinggi Asal Sawi Asin (*Brassica Juncea*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1, 129-137.
- Halliwell, B. (2000). *The Antioxidant Paradox*. London: Elsevier Limited.
- Halliwell, B. G. (2000). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press.
- Hardiansyah, A. H. (2022). Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) terhadap Daya Terima, Kandungan Gizi, dan Aktivitas Antioksidan Kefir Susu Kambing. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya*, 125-136. doi:DOI: 10.21580/ns.2022.6.2.12089
- Hardinsyah, & S. (2017). *Ilmu Gizi Teori & Aplikasi*. Buku Kedokteran EGC.
- Hendayana, S. (2006). *Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Herdiana, D. U. (2014). Kinetika Degradasi Termal Aktivitas Antioksidan pada Minuman Tradisional Wedang Uwuh Siap Minum. *Jurnal Teknosains Pangan*, 44-53.
- Hidayat, S. &. (2013). *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta.
- Hilman, A. (2012). *Karakteristik Polisakarida Larut Air (PLA) Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) dari Berbagai Metode Ekstraksi*. Universitas Sumatera Utara.
- Ibourahema, C. R. (2008). Characterization of lactic acid bacteria isolated from poultry farms in Senegal. *African Journal of Biotechnology*, 7, 2006-2012.
- Indonesia, K. K. (2017). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*.
- Irianti, T. S. (2017). *Antioksidan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Ismillayli, N. H. (2020). Determination of Asorbic Acid Content Using The Reverse Phase-High Performance Liquid Chromatography (RP-HPLC) Method. *Journal of Chemistry*, 168-176.
- Kembuan, M. V. (2012). Peran Vitamin C Terhadap Pigmentasi Kulit. *Jurnal Biomedik*, 4, 13-17. doi:https://doi.org/10.35790/jbm.4.3.2012.1215

- Kim, A. S. (2017). Taste of Korea: Kimchi. *The University of Arizona Cooperative Extension*, 1-10.
- Kirana, Y. D. (2021). *Review: Manfaat Kesehatan Produk Fermentasi Kubis dan Sawi Sebagai Pangan Fungsional Probiotik*. Semarang.
- Korus, A. E. (2021). Health-Promoting Constituents and Selected Quality Parameters of Different Types of Kimchi: Fermented Plants Products. *Hindawi*, 1-9.
- Kumar, S. K. (2011). Development and Validation of RP-HPLC Method for Simultaneous Estimation of Levodopa and Carbidopa in Pharmaceutical Dosage Forms. *Journal of Pharmacy Research*, 4(11).
- Lee, K.-H. S.-m.-H. (2023). Vitamin contents and antioxidant characteristics of red and gold kimchi cabbages (*Brassica rapa*. L. ssp. *pekinensis*). *Korean Journal of Food Preservation*, 30(2), 247-261.
- Makmun, A. R. (2020). Pengaruh Vitamin C Terhadap Sistem Imun Tubuh Untuk Mencegah dan Terapi Covid-19. *Molucca Medika*, 12, 60-64.
- Maryam, S. P. (2016). Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Yodium (*Jatropha multifida* L.) dengan Metode Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 90-93.
- Min, Y. N. (2018). Vitamin E and Vitamin C Supplementation improves antioxidant status and immune function in oxidative-stressed breeder roosters by up-regulating expression of GSH-Px gene. *Poultry Science*, 1-7. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex417>
- Murray, M. J. (2015). *STOELTHING'S: Pharmacology And Physiology In Anesthetic Practice*. (Vol. 5). Wolters Kluwer Health.
- Murti, R. W. (2021). Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Asam Glutamat Terasi Udang Rebon (*Acetes* sp.). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24, 50-59.

- Oktaviana, P. R. (2010). Kajian Kadar Kurkuminoid, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) pada Berbagai Teknik Pengeringan dan Proporsi Pelarutan.
- Packer, L. C. (2002). *Handbook of Antioxidants Second Edition Revised and Expanded*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Park, H. K. (2024). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Three Types of Korean Watery Kimchi. *SpringerOpen*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1186/s13765-023-00855-6>
- Park, J. M. (2022). Effect of Fermentation Duration on the Quality Changes of Godulbaegi Kimchi. *Foods*, 1020. doi:<https://doi.org/10.3390/foods11071020>
- Patiya, L. G. (2019). Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Kimchi Rebung (*Dendrocalamus asper*).
- Pradanti, C. M. (2015). Hubungan Asupan Zat Besi (Fe) dan Vitamin C dengan Kadar Hemoglobin pada Siswi Kelas VIII SMP Negeri 3 Brebes. *Jurnal Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang*, 4, 24-29.
- Purwanto, D. B. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) dengan Berbagai Pelarut. *Kovalen*, 24-32.
- Rahayu, A. Y. (2019). *Buku Ajar Dasar Dasar Gizi*. CV Mine.
- Rahayu, I. F. (2019). Analisis Kandungan Vitamin C Pada Buah Sawo (*Achras zapota*) Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Insan Cendikia*.
- Rakhamawati, F. N. (2017). Hubungan Kecukupan Vitamin A, Vitamin C, Zink dan Kadar Hemoglobin dengan Kesegaran Jasmani Siswa SMA Negeri 4 Semarang. *Jurnal Riset Gizi*, 5, 26-34.
- Rauf, R. F. (2023). Pengaruh Suhu Pengeringan pada Food Dehydrator Terhadap Karakteristik Psikokimia dan Mutu Hedonik Asam Mangga Kering. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9, 273-289.
- Restiana, R. (2020). Analisis Tabir Surya dan Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Jambu Air Semarang (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr.

- & L.M. Perry). Universitas Islam Negeri Walisongo, Fakultas Sains dan Teknologi , Semarang.
- Kemenkes RI. (2017). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta.
- Kemenkes RI. (2019). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta.
- Rieny, E. G. (2021). Peran Kalsium dan Vitamin C dalam Absorpsi Zat Besi dan Kaitannya dengan Kadar Hemoglobin Ibu Hamil: Sebuah Tinjauan Sistematis. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 423-432. doi:10.14710/mkmi.20.6.423-432
- Rukmana, R. H. (2016). *Budidaya Sayuran Lokal*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Rusiani, E. J. (2019). Suplementasi Vitamin C dan E untuk Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Melakukan Aktivitas Fisik Maksimal. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 9, 32-37.
- Rusli, Z. Y. (2022). Penentuan Kadar Vitamin C Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) Terhadap Ekstrak Bonggol Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dengan Perbedaan Metode Ekstraksi. *Pharmacoscrypt*, 5, 105-118.
- Rusmarilin, H. N. (2018). Soy-yamgurt probiotic drink as a natural potential of antioxidant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-7. doi:10.1088/1755-1315/122/1/012087
- Safrida, E. &. (2018). *Potensi Antioksidan Sebagai Antidiabetes*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian*. Jogjakarta: KBM INDONESIA.
- Saputro, R. H. (2013). Pengaruh Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L. Urban*) dan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Terhadap Kandungan Radikal Bebas pada Daging Ayam yang Diradiasi dengan Sinar Ultra Violet. 1-4.
- Sardarodiyani, M. &. (2016). Natural Antioxidant: Sources, Extraction and Application in Food Systems. *Nutrition and Food Science*, 363-373.
- Setyaningsih, D. A. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press.

- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an (Vol. 1)*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, Q. M. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an (Vol. 13)*. Jakarta: Lentera Hati.
- Siagian, P. (2012). *Keajaiban Antioksidan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Siregar, I. D. (2019). Antioxidant and Antityrosinase Activities of Ethanolic Pachyrhizuserosus Peel and Tuber Extract. *Research Article*, 51, 75-81. doi: <https://doi.org/10.15395/mkb.v51n2.1628>
- Stone, H. a. (2004). *Sensory Evaluation Practice, Edisi 3*. California, USA: Elsevier Academic Press.
- Sulistyaningrum, L. S. (2008). *Optimalisasi Fermentasi Asam Kojat oleh Galur Mutan Aspergillus flavus NTGA7A4UVE10*. Depok.
- Sulistyowati, Y. &. (2015). *Metabolisme Zat Gizi*. Yogyakarta: Trans Medika.
- Suprihatin. (2010). *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA Press.
- Suriani, R. N. (2012). Daya Terima Konsumen Terhadap Dodol Multigizi. *Media Gizi Pangan*, 13, 30-35.
- Susilawati, M. (2015). *Perancangan Percobaan*. Denpasar.
- Syadiah, E. A. (2022). Karakteristik Fisikokimia, Organoleptik, dan Total Bakteri Asam Laktat Kimchi Bengkuang. *Agribios: Jurnal Ilmiah*, 20, 38-49.
- Tapan, E. (2005). *Kanker, Antioksidan & Terapi Komplementer*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Techinamuti, N. &. (2018). Review: Metode Analisis Kadar Vitamin C. *Farmaka*, 309-315.
- Tristantini, D. I. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (Mimusops elengi L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, (pp. 1-7). Yogyakarta.
- Valko, M. L. (2007). Free Radicals and Antioxidant in Normal Physiological Functions and Human Disease. *Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-48. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>

- Wahyuni, F. H. (2023). *Pengantar Pangan Fungsional*. Padang: Getpress Indonesia.
- Warsino., D. K. (2019). *Budi Daya Bengkuang*. Tangerang: Loka Aksara.
- Wilis, R. S. (2022). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bengkuang Terhadap Pemberian Pupuk Kandang dan Pupuk Kalium. 93-99.
- Wulansari, A. N. (2018). Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium varingiaefolium*) sebagai Antioksidan Alami: Review. *Farmaka*, 16, 419-429.
- Yang, J. E. (2019). Consumer Perception and Liking, and Sensory Characteristics of Blended Teas. *Food and Science Biotechnology*, 63-74.
- Yang, J. Y. (2019). Application of Sensory Descriptive Analysis and Consumer Studies to Investigate Traditional and Authentic Foods: A Review. *Foods*, 8, 54. doi:<https://doi.org/10.3390%2Ffoods8020054>
- Yeni, G. F. (2013). *Membuat Aneka Olahan Bengkuang*. Bogor: IPB Press.
- Yolanda, B. V. (2017). Isolasi Bakteri Asam Laktat Dari Kimchi dan Kemampuannya Menghasilkan Senyawa Anti Bakteri. *Scripta Biologica*, 4, 165-169. doi: [HTTPS://DOI.ORG/10.20884/1.SB.2017.4.3.447](https://doi.org/10.20884/1.SB.2017.4.3.447)
- You, S. Y. (2017). Changes in the Physicochemical Quality Characteristic of Cabbage Kimchi with respect to Storage Conditions. *Journal of Food Quality*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1155/2017/9562981>
- Yun, Y.-R. S.-H.-H. (2019). Antioxidant effect of Kimchi supplemented with Jeju citrus concentrate and its antiobesity effect on 3T3-L1 adipocytes. *Food Science and Nutrition* , 7, 2740-2746.
- Yuslianti, E. R. (2017). *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. Yogyakarta: Deepublish.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Uji Organoleptik

No	Nama Panelis	Parameter Penilaian											
		Rasa					Total (R)	Aroma					Total (A)
		KT0	KT1	KT2	KT3	KT4		KT0	KT1	KT2	KT3	KT4	
1	NR	5	2	3	2	2	14	2	3	3	3	4	15
2	NJ	4	5	3	3	2	17	3	4	3	2	1	13
3	RI	5	2	4	2	1	14	5	5	4	2	2	18
4	MS	2	4	5	2	2	15	5	4	2	2	1	14
5	FR	2	2	2	4	4	14	4	2	2	1	1	10
6	WS	3	2	4	1	2	12	4	2	4	4	4	18
7	AAF	4	4	4	2	2	16	5	4	4	2	1	16
8	PM	2	2	2	1	1	8	4	4	4	2	5	19
9	AZ	4	4	2	2	2	14	4	4	3	2	1	14
10	SA	2	4	2	1	1	10	4	4	2	2	2	14
11	AJZ	4	4	4	2	2	16	5	5	4	4	4	22
12	AAS	4	4	4	4	4	20	4	2	2	2	1	11
13	IS	5	5	4	2	2	18	1	4	4	2	1	12
14	SN	4	5	2	2	2	15	2	2	4	4	4	16
15	DPU	4	4	4	3	4	19	4	4	4	2	2	16
16	EN	2	4	4	4	1	15	2	4	4	2	4	16
17	II	1	1	4	2	1	9	1	2	4	2	4	13
18	RA	4	4	3	2	2	15	2	2	2	1	1	8
19	HB	5	5	4	4	2	20	2	2	2	2	2	10
20	NL	2	3	4	4	4	17	4	4	3	3	3	17
21	RW	2	2	2	1	1	8	4	4	2	2	2	14
22	TR	2	3	3	4	2	14	2	2	3	2	2	11
23	SR	2	3	4	4	2	15	2	2	3	3	2	12
24	JY	4	2	5	4	1	16	2	1	4	2	2	11
25	EF	2	2	3	3	3	13	5	3	2	2	1	13
26	AZI	4	4	5	5	5	23	5	5	4	2	2	18
27	WS	4	4	4	4	4	20	4	4	4	4	4	20
28	YB	1	2	4	1	1	9	2	2	1	1	1	7
29	MA	2	4	4	1	1	12	4	4	2	2	1	13
30	AW	4	4	4	4	3	19	2	2	2	2	2	10
TOTAL		95	100	106	80	66		99	96	91	68	67	
RATA-RATA		3.17	3.33	3.53	2.67	2.20		3.30	3.20	3.03	2.27	2.23	

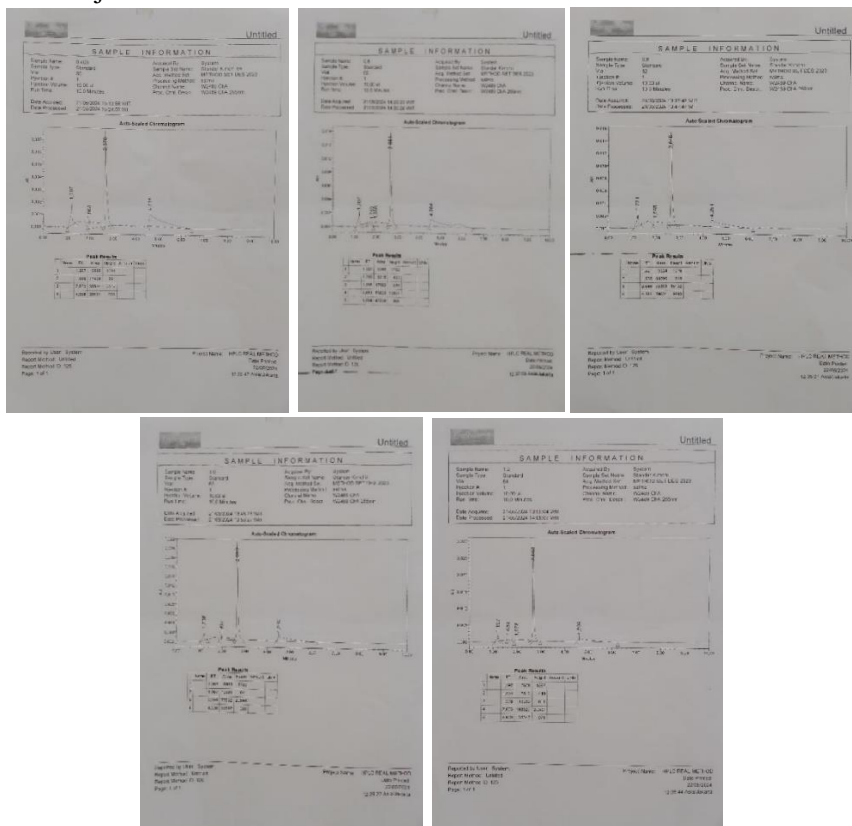
No	Nama Panelis	Parameter Penilaian											
		Tekstur					Total (T)	Warna					Total (W)
		KT0	KT1	KT2	KT3	KT4		KT0	KT1	KT2	KT3	KT4	
1	NR	4	3	3	3	2	15	2	3	3	4	4	16
2	NJ	5	5	4	4	4	22	3	2	2	5	3	15
3	RI	4	5	1	2	4	16	2	2	5	5	4	18
4	MS	2	2	4	1	1	10	4	4	4	4	4	20
5	FR	4	4	4	4	4	20	2	4	4	4	5	19
6	WS	4	4	4	4	4	20	4	4	2	4	2	16
7	AAF	4	4	4	2	2	16	2	4	4	5	5	20
8	PM	4	4	4	4	4	20	4	2	4	4	5	19
9	AZ	4	4	4	4	4	20	4	4	4	4	5	21
10	SA	5	5	4	5	2	21	2	4	2	4	4	16
11	AJZ	5	5	5	5	5	25	4	5	5	5	5	24
12	AAS	5	4	4	4	4	21	2	2	2	4	4	14
13	IS	4	4	2	2	1	13	4	4	4	4	5	21
14	SN	5	4	4	4	4	21	2	4	4	4	5	19
15	DPU	5	5	4	4	4	22	4	2	2	2	5	15
16	EN	4	4	4	4	4	20	5	2	2	5	4	18
17	II	4	2	4	4	4	18	4	2	4	2	4	16
18	RA	3	3	3	3	3	15	3	3	4	5	5	20
19	HB	5	4	4	2	2	17	1	4	4	4	5	18
20	NL	4	4	4	4	4	20	3	4	4	4	5	20
21	RW	5	4	4	2	2	17	4	4	4	4	5	21
22	TR	2	4	4	4	4	18	4	4	4	4	4	20
23	SR	4	4	4	4	4	20	2	4	4	2	2	14
24	JY	4	4	4	4	3	19	4	4	4	4	4	20
25	EF	2	2	2	3	3	12	5	4	2	3	3	17
26	AZI	5	5	4	4	4	22	4	5	5	5	5	24
27	WS	4	4	3	3	2	16	2	2	4	4	4	16
28	YB	1	1	4	4	4	14	1	1	2	4	4	12
29	MA	4	2	2	1	1	10	1	2	2	2	2	9
30	AW	4	4	4	4	4	20	4	4	5	5	5	23
TOTAL		119	113	109	102	97		92	99	105	119	126	
RATA-RATA		3.97	3.77	3.63	3.40	3.23		3.07	3.30	3.50	3.97	4.20	

Lampiran 2. Perhitungan Uji Nilai pH

Kode Sampel	Nilai pH		
	P1	P2	Rata-rata
KT0	6.36	6.39	6.38
KT1	6.10	6.11	6.11
KT2	5.69	5.67	5.68
KT3	5.30	5.32	5.31
KT4	4.84	4.82	4.83

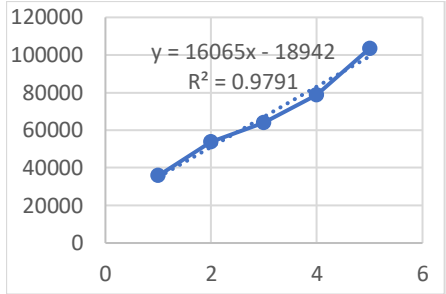
Lampiran 3. Perhitungan Uji Kandungan Vitamin C

a. Hasil Uji Vitamin C Standar



b. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Konsentrasi larutan standar asam askorbat	Luas area	Retensi waktu
0.4	35804	2.670
0.6	53633	2.651
0.8	63883	2.640
1.0	78832	2.650
1.2	103527	2.663



c. Penentuan Kandungan Vitamin C

Kode Sampel	Pengulangan	Waktu	Luas area	Rerata	Kadar vitamin C (mg/g)	Rata Kadar Vitamin C	%kadar vitamin C	Rata %Kadar Vitamin C
KT0	I	2.362	4738	19264.5	0.0737	0.1189	7.37%	11.89%
	II	2.401	33791		0.1641		16.41%	
KT1	I	2.377	4096	18668.5	0.0717	0.1171	7.17%	11.71%
	II	2.388	33241		0.1624		16.24%	
KT2	I	2.384	22559	16341	0.1292	0.1098	12.92%	10.98%
	II	2.394	10123		0.0905		9.05%	
KT3	I	2.398	11140	7110	0.0936	0.0811	9.36%	8.11%
	II	2.381	3080		0.0685		6.85%	
KT4	I	2.391	10973	6970.5	0.0931	0.0806	9.31%	8.06%
	II	2.381	2968		0.0682		6.82%	

d. Perhitungan Kandungan Vitamin C

1) KT0

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$4738 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 4738}{16065} = 1,47$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,47 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0737 \text{ mg}$$

$$= 7,37\%$$

2) KT0

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$\begin{aligned}y &= 16065x - 18942 \\33791 &= 16065x - 18942 \\x &= \frac{18942 - 33791}{16065} = 3,28\end{aligned}$$

Kandungan vitamin C sampel

$$\begin{aligned}C &= C_s \times F_p \times V \\&= 3,28 \times 5 \times 1 \\&= 0,1641 \text{ mg} \\&= 16,41\%\end{aligned}$$

3) KT1

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$\begin{aligned}y &= 16065x - 18942 \\4096 &= 16065x - 18942 \\x &= \frac{18942 - 4096}{16065} = 1,43\end{aligned}$$

Kandungan vitamin C sampel

$$\begin{aligned}C &= C_s \times F_p \times V \\&= 1,43 \times 5 \times 1 \\&= 0,0717 \text{ mg} \\&= 7,17\%\end{aligned}$$

4) KT1

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$\begin{aligned}y &= 16065x - 18942 \\33241 &= 16065x - 18942 \\x &= \frac{18942 - 33241}{16065} = 3,25\end{aligned}$$

Kandungan vitamin C sampel

$$\begin{aligned}C &= C_s \times F_p \times V \\&= 3,25 \times 5 \times 1 \\&= 0,1624 \text{ mg} \\&= 16,24\%\end{aligned}$$

5) KT2

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$22559 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 22559}{16065} = 2,58$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 2,58 \times 5 \times 1$$

$$= 0,1292 \text{ mg}$$

$$= 12,92\%$$

6) KT2

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$10123 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 10123}{16065} = 1,81$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,81 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0905 \text{ mg}$$

$$= 9,05\%$$

7) KT3

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$11140 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 11140}{16065} = 1,87$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,87 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0936 \text{ mg}$$

$$= 9,36\%$$

8) KT3

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$3080 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 3080}{16065} = 1,37$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,37 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0685 \text{ mg}$$

$$= 6,85\%$$

9) KT4

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$10973 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 10973}{16065} = 1,86$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,86 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0931 \text{ mg}$$

$$= 9,31\%$$

10) KT4

Konsentrasi vitamin C dari persamaan linier

$$y = 16065x - 18942$$

$$2968 = 16065x - 18942$$

$$x = \frac{18942 - 2968}{16065} = 1,36$$

Kandungan vitamin C sampel

$$C = C_s \times F_p \times V$$

$$= 1,36 \times 5 \times 1$$

$$= 0,0682 \text{ mg}$$

$$= 6,82\%$$

Lampiran 4. Perhitungan Uji Aktivitas Antioksidan

- a. Perhitungan Larutan Induk DPPH 100 ppm
Pembuatan larutan induk konsentrasi 100 ppm dengan melarutkan 2 mg DPPH dalam methanol hingga 20 mL.
- b. Pengenceran DPPH 20 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$100 \times V_1 = 20 \times 100$$
$$V_1 = 20 \text{ mL}$$
- c. Perhitungan Deret Larutan Sampel
Berat sampel = 1 gram = 1000 mg
Pelarut etanol = 100 ml
$$\text{ppm} = \frac{1000}{100} \times 1000 = 10000$$
- d. Pengenceran Sampel
- a) Pengenceran sampel 100 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$10000 \times V_1 = 100 \times 25$$
$$V_1 = 0,25 \text{ ml}$$
- b) Pengenceran sampel 200 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$10000 \times V_1 = 200 \times 25$$
$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$
- c) Pengenceran sampel 300 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$10000 \times V_1 = 300 \times 25$$
$$V_1 = 0,75 \text{ ml}$$
- d) Pengenceran sampel 400 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$10000 \times V_1 = 400 \times 25$$
$$V_1 = 1 \text{ ml}$$
- e) Pengenceran sampel 500 ppm
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$10000 \times V_1 = 500 \times 25$$
$$V_1 = 1,25 \text{ ml}$$

e. Perhitungan % Inhibisi Ekstrak Sampel

Kode Sampel	Konsentrasi	Absorbansi		Rata Abs	Abs Blanko	% Inhibisi	Rata %I	IC ₅₀ (mg/L)
		P1	P2					
KT0	100	0.078	0.079	0.079	0.159	50.63%	55.35%	50.05
	200	0.075	0.074	0.075	0.159	53.14%		
	300	0.070	0.069	0.070	0.159	56.29%		
	400	0.069	0.066	0.068	0.159	57.55%		
	500	0.067	0.063	0.065	0.159	59.12%		
KT1	100	0.077	0.078	0.078	0.159	51.26%	56.60%	40.67
	200	0.072	0.072	0.072	0.159	54.72%		
	300	0.069	0.071	0.070	0.159	55.97%		
	400	0.064	0.065	0.065	0.159	59.43%		
	500	0.061	0.061	0.061	0.159	61.64%		
KT2	100	0.076	0.076	0.076	0.159	52.20%	57.74%	29.01
	200	0.073	0.072	0.073	0.159	54.40%		
	300	0.067	0.066	0.067	0.159	58.18%		
	400	0.062	0.063	0.063	0.159	60.69%		
	500	0.058	0.059	0.059	0.159	63.21%		
KT3	100	0.079	0.073	0.076	0.159	52.20%	57.74%	23.61
	200	0.073	0.070	0.072	0.159	55.03%		
	300	0.070	0.065	0.068	0.159	57.55%		
	400	0.065	0.061	0.063	0.159	60.38%		
	500	0.058	0.058	0.058	0.159	63.52%		
KT4	100	0.076	0.075	0.076	0.159	52.52%	57.67%	19.49
	200	0.073	0.072	0.073	0.159	54.40%		
	300	0.067	0.066	0.067	0.159	58.18%		
	400	0.065	0.063	0.064	0.159	59.75%		
	500	0.058	0.058	0.058	0.159	63.52%		

a) Perhitungan % inhibisi ekstrak sampel (KT0)

(1) 100 ppm

$$\begin{aligned}
 \%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,159 - 0,079}{0,159} = 0,5063 \\
 &= 50,63\%
 \end{aligned}$$

(2) 200 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,075}{0,159} = 0,5314 \\ &= 53,14\%\end{aligned}$$

(3) 300 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,070}{0,159} = 0,5629 \\ &= 56,29\%\end{aligned}$$

(4) 400 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,068}{0,159} = 0,5755 \\ &= 57,55\%\end{aligned}$$

(5) 500 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,065}{0,159} = 0,5912 \\ &= 59,12\%\end{aligned}$$

b) Perhitungan % inhibisi ekstrak sampel (KT1)

(1) 100 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,078}{0,159} = 0,5126 \\ &= 51,26\%\end{aligned}$$

(2) 200 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,072}{0,159} = 0,5472 \\ &= 54,72\%\end{aligned}$$

(3) 300 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,070}{0,159} = 0,559 \\ &= 55,97\%\end{aligned}$$

(4) 400 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,065}{0,159} = 0,5943 \\ &= 59,43\%\end{aligned}$$

(5) 500 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \left(\frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \right) \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,061}{0,159} = 0,6164 \\ &= 61,64\%\end{aligned}$$

c) Perhitungan % inhibisi ekstrak sampel (KT2)

(1) 100 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,076}{0,159} = 0,5220 \\ &= 52,20\%\end{aligned}$$

(2) 200 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,073}{0,159} = 0,5440 \\ &= 54,40\%\end{aligned}$$

(3) 300 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,067}{0,159} = 0,5818 \\ &= 58,18\%\end{aligned}$$

(4) 400 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,063}{0,159} = 0,6069 \\ &= 60,69\%\end{aligned}$$

(5) 500 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,059}{0,159} = 0,6321 \\ &= 63,21\%\end{aligned}$$

d) Perhitungan % inhibisi ekstrak sampel (KT3)

(1) 100 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,076}{0,159} = 0,5220 \\ &= 52,20\%\end{aligned}$$

(2) 200 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,072}{0,159} = 0,5503 \\ &= 55,03\%\end{aligned}$$

(3) 300 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,068}{0,159} = 0,5755 \\ &= 57,55\%\end{aligned}$$

(4) 400 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,063}{0,159} = 0,6038 \\ &= 60,38\%\end{aligned}$$

(5) 500 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,058}{0,159} = 0,6352 \\ &= 63,52\%\end{aligned}$$

e) Perhitungan % inhibisi ekstrak sampel (KT4)

(1) 100 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,076}{0,159} = 0,5252 \\ &= 52,52\%\end{aligned}$$

(2) 200 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,073}{0,159} = 0,5440 \\ &= 54,40\%\end{aligned}$$

(3) 300 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,067}{0,159} = 0,5817 \\ &= 58,17\%\end{aligned}$$

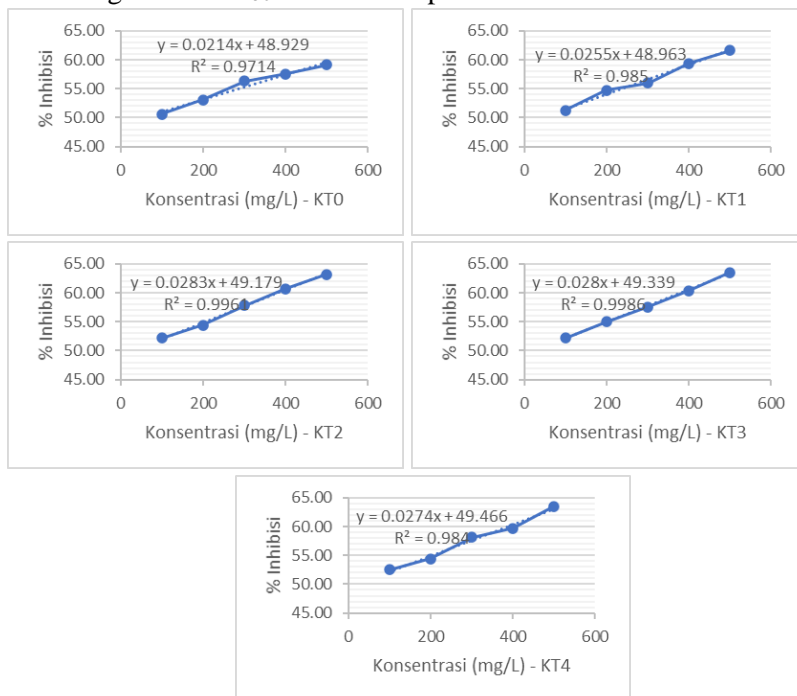
(4) 400 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,064}{0,159} = 0,5975 \\ &= 59,75\%\end{aligned}$$

(5) 500 ppm

$$\begin{aligned}\%I &= \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \\ &= \frac{0,159 - 0,058}{0,159} = 0,6352 \\ &= 63,52\%\end{aligned}$$

f. Perhitungan Nilai IC₅₀ Ekstrak Sampel



a) IC₅₀ ekstrak sampel KT0

$$y = 0.0214x + 48.929$$

$$50 = 0.0214x + 48.929$$

$$x = \frac{50 - 48.929}{0.0214} = 50,05 \mu\text{g/mL}$$

b) IC₅₀ ekstrak sampel KT1

$$y = 0.0255x + 48.963$$

$$50 = 0.0255x + 48.963$$

$$x = \frac{50 - 48.963}{0.0255} = 40,67 \mu\text{g/mL}$$

c) IC₅₀ ekstrak sampel KT2

$$y = 0.0283x + 49.179$$

$$50 = 0.0283x + 49.179$$

$$x = \frac{50 - 49.179}{0.0283} = 29,01 \mu\text{g/mL}$$

d) IC₅₀ ekstrak sampel KT3

$$y = 0.028x + 49.339$$

$$50 = 0.028x + 49.339$$

$$x = \frac{50 - 49,339}{0,028} = 23,61 \mu\text{g/mL}$$

e) IC₅₀ ekstrak sampel KT4

$$y = 0.0274x + 49.466$$

$$50 = 0.0274x + 49.466$$

$$x = \frac{50 - 49,466}{0,0274} = 19,49 \mu\text{g/mL}$$

g. Larutan Pembanding Vitamin C

Pembuatan larutan induk vitamin C 100 ppm = 10 mg vitamin C + 100 ml methanol

a) Pengeceran larutan pembanding 0,1 ppm

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

$$100 \times V_1 = 10 \times 0,1$$

$$V_1 = 0,01 \text{ ml}$$

b) Pengeceran larutan pembanding 0,2 ppm

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

$$100 \times V_1 = 10 \times 0,2$$

$$V_1 = 0,02 \text{ ml}$$

c) Pengeceran larutan pembanding 0,3 ppm

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

$$100 \times V_1 = 10 \times 0,3$$

$$V_1 = 0,03 \text{ ml}$$

d) Pengeceran larutan pembanding 0,4 ppm

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

$$100 \times V_1 = 10 \times 0,4$$

$$V_1 = 0,04 \text{ ml}$$

e) Pengeceran larutan pembanding 0,5 ppm

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

$$100 \times V_1 = 10 \times 0,5$$

$$V_1 = 0,05 \text{ ml}$$

h. Perhitungan % Inhibisi Larutan Pemanding Vitamin C

Konsentrasi	Pengulangan		Rata Abs	Abs blanko	%Inhibisi	Rata %Inhibisi	IC50 (mg/L)
	1	2					
0.1	0.050	0.051	0.051	0.123	58.94%	73.82%	1.21
0.2	0.044	0.045	0.045	0.123	63.82%		
0.3	0.033	0.033	0.033	0.123	73.17%		
0.4	0.021	0.022	0.022	0.123	82.52%		
0.5	0.011	0.012	0.012	0.123	90.65%		

f) Larutan pemanding 0,1 ppm

$$\begin{aligned} \%I &= \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,123 - 0,051}{0,123} = 0,5894 \\ &= 58,94\% \end{aligned}$$

g) Larutan pemanding 0,2 ppm

$$\begin{aligned} \%I &= \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,123 - 0,045}{0,123} = 0,6382 \\ &= 63,82\% \end{aligned}$$

h) Larutan pemanding 0,3 ppm

$$\begin{aligned} \%I &= \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,123 - 0,033}{0,123} = 0,7317 \\ &= 73,17\% \end{aligned}$$

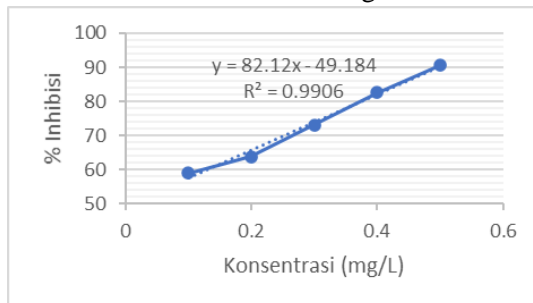
i) Larutan pemanding 0,4 ppm

$$\begin{aligned} \%I &= \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,123 - 0,022}{0,123} = 0,8252 \\ &= 82,52\% \end{aligned}$$

j) Larutan pemanding 0,5 ppm

$$\begin{aligned} \%I &= \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\% \\ &= \frac{0,123 - 0,012}{0,123} = 0,9065 \\ &= 90,65\% \end{aligned}$$

i. Perhitungan Nilai IC₅₀ Larutan Pemanding Vitamin C



IC₅₀ ekstrak larutan pemanding vitamin C

$$y = 82.12x - 49.184$$

$$50 = 82.12x - 49.184$$

$$x = \frac{50+49,184}{82,12} = 1,21 \mu\text{g/mL}$$

Lampiran 5. Perhitungan SPSS

- a. Uji Organoleptik
Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Rasa	KT0	.279	30	.000	.843	30	.000
	KT1	.285	30	.000	.856	30	.001
	KT2	.324	30	.000	.820	30	.000
	KT3	.238	30	.000	.860	30	.001
	KT4	.302	30	.000	.827	30	.000
Aroma	KT0	.269	30	.000	.848	30	.001
	KT1	.289	30	.000	.832	30	.000
	KT2	.275	30	.000	.798	30	.000
	KT3	.393	30	.000	.739	30	.000
	KT4	.272	30	.000	.809	30	.000
Tekstur	KT0	.346	30	.000	.769	30	.000
	KT1	.355	30	.000	.799	30	.000
	KT2	.434	30	.000	.652	30	.000
	KT3	.346	30	.000	.808	30	.000
	KT4	.350	30	.000	.783	30	.000
Warna	KT0	.281	30	.000	.857	30	.001
	KT1	.340	30	.000	.803	30	.000
	KT2	.346	30	.000	.772	30	.000
	KT3	.348	30	.000	.761	30	.000
	KT4	.264	30	.000	.762	30	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Kruskal Wallis

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Rasa	KT0	30	81.88
	KT1	30	87.32
	KT2	30	93.82
	KT3	30	64.98
	KT4	30	49.50
	Total	150	
Aroma	KT0	30	91.65
	KT1	30	89.05
	KT2	30	84.33
	KT3	30	57.75
	KT4	30	54.72
	Total	150	
Tekstur	KT0	30	91.95
	KT1	30	82.58
	KT2	30	74.15
	KT3	30	66.97
	KT4	30	61.85
	Total	150	
Warna	KT0	30	56.43
	KT1	30	63.23
	KT2	30	70.75
	KT3	30	88.03
	KT4	30	99.05
	Total	150	

Test Statistics^{a,b}

	Rasa	Aroma	Tekstur	Warna
Chi-Square	22.750	22.485	11.770	22.939
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.019	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Uji Post Hoc Mann-Whitney

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Rasa	KT0	30	29.47	884.00
	KT1	30	31.53	946.00
	Total	60		
Aroma	KT0	30	31.35	940.50
	KT1	30	29.65	889.50
	Total	60		
Tekstur	KT0	30	32.38	971.50
	KT1	30	28.62	858.50
	Total	60		
Warna	KT0	30	28.90	867.00
	KT1	30	32.10	963.00
	Total	60		

Test Statistics^a

	Rasa	Aroma	Tekstur	Warna
Mann-Whitney U	419.000	424.500	393.500	402.000
Wilcoxon W	884.000	889.500	858.500	867.000
Z	-.486	-.400	-.924	-.766
Asymp. Sig. (2-tailed)	.627	.689	.355	.444

a. Grouping Variable: Perlakuan

- b. Uji Nilai pH
Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai_pH	.196	10	.200*	.903	10	.236

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji ANOVA – Post Hoc Duncan

ANOVA

Nilai_pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.195	4	.799	2662.283	.000
Within Groups	.002	5	.000		
Total	3.196	9			

Test of Homogeneity of Variances

Nilai_pH

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	2.639	4	10	.097

Nilai_pH

Duncan^a

Sample	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
KT4	2	4.8300				
KT3	2		5.3100			
KT2	2			5.6800		
KT1	2				6.1850	
KT0	2					6.3750
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

c. Uji Vitamin C
Uji Normalitas

Tests of Normality

	Sample	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Vitamin_C	KT0	.175	3	.	1.000	3	1.000
	KT1	.175	3	.	1.000	3	.999
	KT2	.175	3	.	1.000	3	1.000
	KT3	.175	3	.	1.000	3	.996
	KT4	.175	3	.	1.000	3	.996

a. Lilliefors Significance Correction

Uji ANOVA – Post Hoc Duncan

ANOVA

Vitamin_C

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	4	.001	.383	.813
Within Groups	.010	5	.002		
Total	.013	9			

Test of Homogeneity of Variances

Vitamin_C

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.198	4	10	.370

Vitamin_C

Duncan^a

Sample	N	Subset for alpha =	
			0.05
KT4	2		.080650
KT3	2		.081050
KT2	2		.109800
KT1	2		.117050
KT0	2		.118900
Sig.			.431

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

- d. Uji Aktivitas Antioksidan
 1) Aktivitas Antioksidan Sampel
 Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
IC50	KT0	.205	5	.200*	.959	5	.799
	KT1	.162	5	.200*	.981	5	.937
	KT2	.171	5	.200*	.968	5	.861
	KT3	.129	5	.200*	.990	5	.981
	KT4	.174	5	.200*	.973	5	.896

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji ANOVA – Post Hoc Duncan

Test of Homogeneity of Variances

IC₅₀

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.103	4	20	.980

ANOVA

IC₅₀

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.795	4	5.449	.312	.866
Within Groups	348.839	20	17.442		
Total	370.635	24			

IC₅₀

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha
		= 0.05
		1
KT0	5	55.3668
KT1	5	56.6040
KT4	5	57.6740
KT2	5	57.7360
KT3	5	57.7360
Sig.		.430

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

- 2) Kontrol Positif (Larutan Pemandang)
- Uji Normalitas

Descriptives

	Konsentrasi		Statistic	Std. Error	
Inhibisi_VitC	0.1	Mean	58.9450	.40500	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	53.7990	
			Upper Bound	64.0910	
		5% Trimmed Mean	.		
		Median	58.9450		
		Variance	.328		
		Std. Deviation	.57276		
		Minimum	58.54		
		Maximum	59.35		
		Range	.81		
		Interquartile Range	.		
		Skewness	.	.	
		Kurtosis	.	.	
		0.2	Mean	63.8200	.41000
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	58.6105
Upper Bound	69.0295				
5% Trimmed Mean	.				
Median	63.8200				
Variance	.336				
Std. Deviation	.57983				

	Minimum		63.41	
	Maximum		64.23	
	Range		.82	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
0.3	Mean		73.1700	1.02000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	60.2097	
		Upper Bound	86.1303	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		73.1700	
	Variance		2.081	
	Std. Deviation		1.44250	
	Minimum		72.15	
	Maximum		74.19	
	Range		2.04	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
0.4	Mean		82.5200	.41000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	77.3105	
		Upper Bound	87.7295	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		82.5200	
	Variance		.336	
	Std. Deviation		.57983	
	Minimum		82.11	
	Maximum		82.93	
	Range		.82	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
0.5	Mean		90.6500	.41000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	85.4405	
		Upper Bound	95.8595	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		90.6500	
	Variance		.336	
	Std. Deviation		.57983	
	Minimum		90.24	
	Maximum		91.06	
	Range		.82	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Inhibisi_VitC	.182	10	.200*	.912	10	.296

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 6. Inform Consent

**LEMBAR PERSETUJUAN PANELIS
(INFORMED CONSENT)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Jenis Kelamin :

Usia :

Alamat :

No. Hp :

Dengan ini menyatakan BERSEDIA untuk menjadi panelis dalam penelitian “Pengaruh Perbedaan Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*)”.

Saya telah mendapat penjelasan dari peneliti mengenai tujuan penelitian ini. Identitas dan jawaban yang akan saya berikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya diperlukan sebagai bahan penelitian.

Demikian surat pernyataan ini saya tanda tangani secara sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Peneliti
Semarang,
Panelis

(Salma Afifah Nugrahani) ()

Lampiran 7. Form Uji Organoleptik

FORM UJI ORGANOLEPTIK

Nama :
Tanggal :
Nama Produk : Pengaruh Perbedaan Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Aktivitas Antioksidan, Vitamin C, dan Daya Terima Kimchi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*)

Petunjuk pengisian form:

Berilah penilaian terhadap produk yang diuji pada tabel di bawah sesuai dengan tingkat kesukaan anda. Berikut kriteria penilaian:

- a. Sangat suka = 5
- b. Suka = 4
- c. Netral = 3
- d. Kurang suka = 2
- e. Tidak suka = 1

Kode Sampel	Parameter Penilaian			
	Rasa	Aroma	Tekstur	Warna
KT ₀				
KT ₁				
KT ₂				
KT ₃				
KT ₄				

NOTE:

Lampiran 8. Ethical Clearance



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS KEDOKTERAN
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN

Kampus Kedokteran UNNES,
Jl. Kelud Utara III, Kota Semarang – 50237
Telp. (024) 8440516 Faks. (024) 8440516
Lamar: <http://sim-epk.unnes.ac.id/>
Email: kepku.unnes@mail.unnes.ac.id

KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL "ETHICAL APPROVAL"

No. 132/KEPK/FK/KLE/2024

Protokol penelitian versi 2 yang diusulkan oleh:
The research protocol proposed by

Peneliti Utama : Salma Afifah Nugrahani
Principal Investigator

Nama Institusi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Name of the Institution

Dengan judul:
Title

PENGARUH PERBEDAAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, VITAMIN C, DAN DAYA TERIMA KIMCHI BENGKUANG (PACHYRHIZUS EROSUS L.)

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privasi, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 9 Maret 2024 sampai dengan tanggal 9 Maret 2025.

This declaration of ethics applies during the period March 9, 2024 until March 9, 2025.

March 9, 2024
Chairperson,

Prof. Dr. Oktia Woro K.H., M.D., M.Kes.
Ketua

Notes: This document is temporary until the health research ethics management information system (SIM-EPK) returns to functioning as usual

Lampiran 9. Dokumentasi

a. Uji Organoleptik



b. Pembuatan Kimchi



c. Pengeringan Kimchi



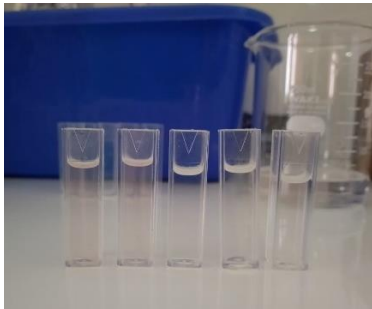
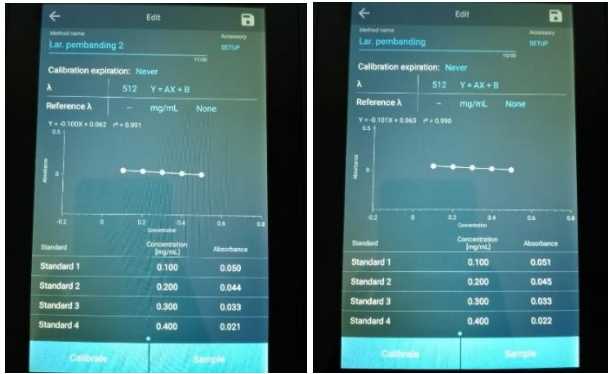


d. Uji Vitamin C



e. Uji Aktivitas Antioksidan





f. Uji Nilai pH



Lampiran 10. Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Salma Afifah Nugrahani
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Jakarta, 12 September 2001
3. Alamat : Vila Dago Tol Blok D15 No.20
RT.05 RW.19 Jl.Cendrawasih,
Kel. Serua, Kec. Ciputat,
Tangerang Selatan - 15414
4. No. HP : 085893498497
5. E-mail : s.afifahnugrahani@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SDN Serua V Tangerang Selatan
 - b. SMP Negeri 18 Tangerang Selatan
 - c. SMA Waskito Tangerang Selatan
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Praktik Kerja Gizi di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Loekmono Hadi Kudus

Semarang, 19 November 2024

Salma Afifah Nugrahani

NIM. 1907026079