

**PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA PENYIMPANAN
PADA SUHU DINGIN TERHADAP MUTU TEMPE MOSACCHA
(Modified by *Saccharomyces cereviceae*)**

(SKRIPSI)

Oleh

**HONI AISYA
1954051008**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

THE EFFECT OF PACKAGING CONDITIONS AND LENGTH OF COLD STORAGE ON THE QUALITY OF TEMPEH MOSACCHA (Modified by *Saccharomyces cereviceae*)

By

HONI AISYA

*Tempeh is a fermented food product from *Rhizopus oligosporus* that has a short shelf life. Short shelf life limitations are caused by metabolic activity and enzymatic reactions from molds. The growth of microorganisms and metabolic activities found in tempeh can be slowed down by packaging methods and storage at cold temperatures. This study aims to determine the effect of packaging conditions and storage of tempeh mosaccha at a cold temperature of $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for 7 days, and to obtain the best packaging that can maintain the quality of tempeh in accordance with SNI 3144: 2015. This study used a combination of packaging conditions (vacuum and non-vacuum) and storage treatments on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7. The observation parameters were sensory properties (color, aroma, and texture), moisture content, weight loss, soluble protein, hardness and total microbes. The data obtained were statistically analyzed by Barlett and Tuckey tests and then continued with analysis of variance and DMRT test at the 5% level. The results showed that packaging conditions and length of storage at cold temperatures ($10 \pm 2^\circ\text{C}$) had a significant effect on all test parameters. The highest and lowest values of color parameter sensory scores were 8.23 - 2.92; aroma score 8.28 - 4.23; texture score 8.28 - 4.59; moisture content 64.05% - 59.65%; weight loss 2.36% - 0.22%; hardness 557.42 gf - 311.58 gf; soluble protein content 55.92 mg/g - 33.24 mg/g, and total microbes 9.24 log CFU/mL - 9.13 log CFU/mL. The best packaging condition was vacuum packaging. Vacuum packaging can maintain the quality of tempeh in accordance with SNI 3144: 2015, which has the highest sensory test score and has the lowest weight loss value, moisture content, total microbes and hardness value.*

Keywords: *tempeh, vacuum packing, cold temperature, mosaccha yeast*

ABSTRAK

PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA PENYIMPANAN PADA SUHU DINGIN TERHADAP MUTU TEMPE MOSACCHA (*Modified by Saccharomyces cereviceae*)

Oleh

HONI AISYA

Tempe merupakan produk pangan hasil fermentasi dari *Rhizopus oligosporus* yang memiliki keterbatasan umur simpan yang pendek. Keterbatasan umur simpan yang pendek disebabkan oleh aktivitas metabolisme dan reaksi enzimatik dari kapang. Pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas metabolisme yang terdapat pada tempe dapat diperlambat dengan metode pengemasan dan penyimpanan pada suhu dingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi pengemasan dan penyimpanan tempe mosaccha pada suhu dingin $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 7 hari, serta memperoleh pengemasan terbaik yang dapat mempertahankan kualitas tempe sesuai dengan SNI 3144:2015. Penelitian ini menggunakan kombinasi perlakuan kondisi pengemasan (vakum dan non vakum) dan perlakuan penyimpanan hari ke-1,2,3,4,5,6,dan 7. Parameter pengamatan yaitu sifat sensori (warna, aroma, dan tekstur), kadar air, susut bobot, protein terlarut, kekerasan serta total mikroba. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji Barlett dan Tuckey lalu dilanjutkan dengan analisis ragam dan uji DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$) berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengujian. Nilai tertinggi dan terendah skor sensori parameter warna 8,23 - 2,92; skor aroma 8,28 - 4,23; skor tekstur 8,28 - 4,59; kadar air 64,05 % - 59,65% ; susut bobot 2,36%- 0,22%; kekerasan 557,42 gf - 311,58 gf ; kadar protein terlarut 55,92 mg/g - 33,24 mg/g, serta total mikroba 9,24 log CFU/mL - 9,13 log CFU/mL. Pengemasan terbaik yaitu kondisi pengemasan vakum. Pengemasan vakum dapat mempertahankan mutu tempe sesuai dengan SNI 3144:2015 yaitu memiliki skor uji sensori tertinggi dan memiliki nilai susut bobot, kadar air, total mikroba serta nilai kekerasan terendah.

Kata kunci: tempe, pengemasan vakum, suhu dingin, ragi tempe mosaccha.

**PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA PENYIMPANAN
PADA SUHU DINGIN TERHADAP MUTU TEMPE MOSACCHA
(Modified by *Saccharomyces cereviceae*)**

Oleh

HONI AISYA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA PENYIMPANAN PADA SUHU DINGIN TERHADAP MUTU TEMPE MOSACCHA**
(*Modified by Saccharomyces cereviceae*)

Nama Mahasiswa : **Honi Aisya**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1954051008

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

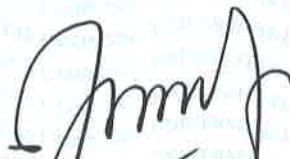


Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.
NIP 19690225 199403 1 002



Prof. Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc.
NIP 19611129 198703 2 010

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP 19721006 199803 1

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.**



Penguji : **Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**

Bukan Pembimbing



Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **07 November 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Honi Aisya

NPM : 1954051008

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang Berdasarkan pada pengetahuan dan penelitian yang telah saya lakukan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 07 November 2023

Pembuat Pernyataan



Honi Aisya

NPM 1954051008

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Muaradua tanggal 21 Juli 2000, merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Riswan dan Ibu Wirna Husita. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 6 pada tahun 2012, SMP Negeri 1 Muaradua pada tahun 2015, dan SMA Negeri 1 Muaradua pada tahun 2018. Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMM-PTN BARAT).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Anyar, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Salama Nusantara, Yogyakarta dengan judul laporan “Analisis Mutu Teh Mersulin di PT Salama Nusantara”.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Mikrobiologi Dasar 2022/2023. Berkontribusi dalam Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HMJ THP) sebagai anggota penuh dan staff anggota bidang seminar dan diskusi.

.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Kondisi Pengemasan dan Lama Penyimpanan pada Suhu Dingin Terhadap Mutu Tempe Mosaccha (*Modified By Saccharomyces cereviceae*)”**. Selesaiannya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan sehingga skripsi ini selesai tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih tersebut disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P, M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas izin penelitian yang diberikan.
3. Bapak Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing 1 penulis yang telah berkenan memberikan ilmu, saran, arahan, dan bimbingan kepada penulis selama kuliah, terutama dalam proses penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku dosen pembimbing 2 penulis yang telah mencurahkan segala waktu, ilmu, saran, dan motivasi dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan juga saran terkait penelitian maupun penulisan skripsi ini.
6. Kepada orang tua penulis tersayang bapak Riswan dan Ibu Wirna Husita serta Kakak tersayang Gita Suci Fitria, Bang Sem, Nenek Asiah serta keluarga besar Buchori yang telah memberikan dukungan moral maupun materil, doa, dan kasih sayang tiada henti kepada penulis selama perkuliahan, penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.

7. Kepada teman-temanku tersayang Eny Suyanti Dewi Fortuna, Handayani Yazida Karlina, Fredericka Charlotta Satyawati Indriarso, dan Diana Ariyana yang senantiasa membantu penulis baik secara mental maupun fisik dari awal perkuliahan hingga akhir penyelesaian skripsi ini. Penulis berharap semoga kita semua selalu diberikan kesehatan, kesuksesan, serta kebahagiaan dunia dan akhirat.
8. Kepada teman-teman grup Penings (Ijal, Kelvin, Yusuf, Diko, Afif, Hafiz, Lingga, Rian, dan Galih) , grup Unicorns, grup TAKC, dan seperbimbingan Fairuzsita, serta teman-temanku Aura, Tasya, Ines, Duwinda, Citra, Vika, Andini, Syapika, Tira, Hilda, Siska, Amanda, Dea dan Jidyy yang senantiasa membantu penulis secara mental maupun fisik dan menjadi teman menghilangkan lelah dan jenuh selama perkuliahan, penelitian, dan penyelesaian skripsi ini.
9. Kepada teman-teman Jurusan THP FP Unila, terkhusus kelas THP B 19 yang senantiasa membantu dan memberikan masukan selama perkuliahan dan penelitian serta memacu semangat dalam penyusunan skripsi ini.
10. Kepada diriku sendiri Honi Aisya, terima kasih atas kerja keras dan semangat untuk tidak menyerah sehingga dapat bertanggung jawab menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk karya yang lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Bandar Lampung, 07 November 2023

Penulis

Honi Aisya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kedelai.....	7
2.2 Tempe	8
2.3 <i>Rhizopus oligosporus</i>	12
2.4. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13
2.5 Ragi Tempe Mosaccha.....	15
2.6 Kondisi Pengemasan	15
2.7 Suhu Penyimpanan.....	16
III.METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Bahan dan Alat	18
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Persiapan inokulum tempe mosaccha.....	20

3.4.2 Pembuatan ragi tempe mosaccha	23
3.4.3 Pembuatan tempe	24
3.4.4 Perlakuan penyimpanan tempe	25
3.5 Pengamatan.....	26
3.5.1 Kadar air	27
3.5.2 Susut bobot.....	27
3.5.3 Uji kekerasan.....	28
3.5.4 Kadar protein.....	28
3.5.6 Uji sensori	30
3.6 Penentuan Pengemasan Terbaik	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Kadar Air	33
4.2 Susut Bobot.....	35
4.3 Kekerasan (<i>Hardness</i>)	38
4.4 Uji Sensori	40
4.4.1 Warna	40
4.4.2 Aroma	44
4.4.3 Tekstur	46
4.5 Protein Terlarut.....	48
4.6 Total Mikroba.....	50
4.7 Kondisi Pengemasan Terbaik.....	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi gizi kedelai dalam 100 g bahan kering	8
2. Komposisi gizi tempe kedelai dalam 100 g bahan kering.....	9
3. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015	10
4. Perlakuan jenis pengemasan dan lama penyimpanan tempe.....	19
5. Komposisi larutan standar	29
6. Lembar kuisisioner	32
7. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap kadar air tempe berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin.....	33
8. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap susut bobot tempe berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin	36
9. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap hardness tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin	38
10. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap skor uji skoring warna tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin	40
11. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap skor uji skoring aroma tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin	44
12. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap skor uji skoring tekstur tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin	47
13. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap kadar protein terlarut tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin.	49
14. Hasil uji lanjut DMRT 5% terhadap total mikroba tempe dengan berbagai kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin.....	51
15. Rekapitulasi pengemasan terbaik tempe	53
16. Hasil pengamatan terhadap kadar air tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	65

17. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) terhadap kadar air tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin	65
18. Hasil analisis ragam terhadap kadar air tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	66
19. Hasil uji DMRT terhadap kadar air tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	66
20. Hasil uji DMRT terhadap kadar air tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	67
21. Hasil pengamatan terhadap susut bobot tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	67
22. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) terhadap susut bobot tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	68
23. Hasil analisis ragam terhadap susut bobot tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	69
24. Hasil uji DMRT terhadap susut bobot tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	69
25. Hasil uji DMRT terhadap susut bobot tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	69
26. Hasil pengamatan terhadap kekerasan tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	70
27. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) terhadap kekerasan tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	70
28. Hasil analisis ragam terhadap kekerasan tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	71
29. Hasil uji DMRT terhadap kekerasan tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	71
30. Hasil uji DMRT terhadap kekerasan tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	72
31. Hasil pengamatan uji skoring terhadap warna tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	72
32. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) skoring terhadap warna tempe.....	73
33. Hasil analisis ragam skoring terhadap warna tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	74
34. Hasil uji DMRT skoring terhadap warna tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	74
35. Hasil uji DMRT skoring terhadap warna tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	74

36. Hasil pengamatan uji skoring terhadap aroma tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	75
37. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) skoring terhadap aroma tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin	75
38. Hasil analisis ragam skoring terhadap aroma tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	76
39. Hasil uji DMRT skoring terhadap aroma tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	76
40. Hasil uji DMRT skoring terhadap aroma tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	77
41. Hasil pengamatan uji skoring terhadap tekstur tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin	77
42. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) skoring terhadap tekstur tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin	78
43. Hasil analisis ragam skoring terhadap tekstur tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	78
44. Hasil uji DMRT skoring terhadap tekstur tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	79
45. Hasil uji DMRT skoring terhadap tekstur tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	79
46. Hasil pengamatan terhadap protein tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	80
47. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) terhadap protein tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin	80
48. Hasil analisis ragam terhadap protein tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	81
49. Hasil uji DMRT terhadap protein tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	81
50. Hasil uji DMRT terhadap protein tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	82
51. Hasil pengamatan terhadap total mikroba tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	82
52. Hasil uji kehomogenan ragam (Bartlett Test) terhadap total mikroba tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	83
53. Hasil analisis ragam terhadap total mikroba tempe dengan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan suhu dingin.....	83
54. Hasil uji DMRT terhadap total mikroba tempe dengan kondisi pengemasan (non vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin	84

55. Hasil uji DMRT terhadap total mikroba tempe dengan kondisi pengemasan (vakum) dan lama penyimpanan suhu dingin.....	84
56. Uji pembobotan pengemasan terbaik	85
57. Pengemasan terbaik.....	85
58. Lama penyimpanan terbaik	86
59. Rekapitulasi perlakuan lama penyimpanan terbaik	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kenampakan tempe mosaccha.....	11
2. <i>Rhizopus oligosporus</i>	12
3. <i>Saccharomyces cereviceae</i>	14
4. Diagram alir pembiakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
5. Diagram alir persiapan inokulum <i>Rhizopus oligosporus</i>	22
6. Pembuatan ragi tempe mosaccha.....	23
7. Pembuatan tempe kedelai.....	25
8. Perlakuan penyimpanan tempe kedelai	26
9. Grafik kadar air tempe mosaccha	34
10. Susut bobot tempe mosaccha.....	37
11. <i>Hardness</i> tempe mosaccha	39
12. Warna tempe mosaccha	41
13. Kenampakan tempe mosaccha dengan kemasan non vakum	42
14. Kenampakan tempe mosaccha dengan pengemasan vakum	43
15. Aroma tempe mosaccha	46
16. Skor tekstur tempe mosaccha	48
17. Kadar protein terlarut tempe mosaccha.....	50
18. Total mikroba tempe mosaccha	52
19. Proses pembuatan, pengemasan dan penyimpanan tempe mosaccha pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	87
20. Proses pengujian sensori uji skoring tempe mosaccha	88
21. Proses pengujian <i>hardness</i> tempe mosaccha.....	88
22. Proses pengujian kadar air tempe mosaccha	89
23. Proses pengujian protein terlarut tempe mosaccha.....	90
24. Proses pengujian total mikroba tempe mosaccha	91
25. Penimbangan susut bobot tempe mosaccha	92
26. Proses pembiakan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	92

27. Pemiakan <i>Rhizopus oligosporus</i>	93
28. Proses pembuatan ragi tempe mosaccha	94
29. Kurva standar pengujian kadar protein terlarut tempe mosaccha.....	95

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional Indonesia yang dihasilkan dari fermentasi biji kedelai dengan menginokulasikan kapang *Rhizopus sp.* (Astawan dkk., 2013). Rata-rata konsumsi tempe per kapita di Indonesia pada tahun 2021 diperkirakan mencapai 14,59 kg (BSN, 2021). Tempe sangat digemari karena mengandung gizi yang tinggi terutama protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh. Selain kadar proteinnya yang tinggi, tempe juga kaya akan asam lemak, vitamin B kompleks, dan senyawa bioaktif seperti isoflavon (Astawan, 2017). Isoflavon golongan flavonoid dalam tempe bertindak sebagai antioksidan menjadikan tempe sebagai pangan fungsional (Widoyo dkk., 2015). Antioksidan diperlukan oleh tubuh karena dapat mengatasi dan mencegah stres oksidatif, menangkal radikal bebas serta mencegah berbagai gangguan metabolik seperti hiperglikemia, obesitas, intoksikasi hati, karsinogenesis, kardiovaskular (CVD), dan lainnya (Gasmi *et al.*, 2022).

Inokulum tempe berperan penting dalam pembuatan tempe karena akan mempengaruhi mutu tempe yang dihasilkan (Sine dan Soetarto, 2020). Kapang yang tumbuh akan membentuk hifa dan menyelimuti permukaan serta mengikat biji kedelai sehingga membentuk struktur kompak dengan tekstur yang padat (Astawan dkk., 2013). Jenis kapang yang berperan utama dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus oligosporus*. Kapang *Rhizopus oligosporus* akan memproduksi enzim protease dan lipase yang akan menghidrolisis senyawa kompleks biji kedelai menjadi lebih sederhana (Yarlina dan Astuti, 2021). Pertumbuhan mikroflora pada tempe tidak hanya didominasi oleh kapang *Rhizopus oligosporus*, namun khamir juga terlibat (Efriwati *et al.*, 2013).

Menurut penelitian Rizal dan Kustyawati (2019), menambahkan khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai starter semakin memperbaiki sifat sensori tempe. Selain itu tempe yang dihasilkan memiliki keunggulan karena terdapat senyawa β -glukan. *Saccharomyces cerevisiae* berperan dalam menghasilkan kandungan β -glukan yang memiliki aktivitas biologis sebagai immunomodulator dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Di Domenico *et al.*, 2017).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizal dan Kustyawati (2019), menggunakan inokulum cair sebagai starter pembuatan tempe. Penggunaan inokulum cair dinilai kurang praktis. Inokulum yang biasa digunakan dalam pembuatan tempe yaitu ragi instan berbentuk bubuk kering. Ragi instan dinilai lebih praktis karena mudah digunakan, mudah disimpan dan mempunyai masa simpan yang lebih panjang jika dibandingkan dengan starter dari inokulum cair. Kemudian Rizal *et al.* (2023), melakukan penelitian ragi tempe dari inokulum *Rhizopus oligosporus* yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* dengan substrat tepung beras dan menghasilkan ragi instan berbentuk bubuk yang dinamai ragi tempe Mosaccha.

Produk pangan hasil fermentasi dari kapang *Rhizopus oligosporus* memiliki keterbatasan yaitu memiliki umur simpan yang pendek sekitar 2-3 hari di suhu ruang. Keterbatasan umur simpan tempe yang pendek disebabkan oleh aktivitas enzimatik dari kapang (Wahyudi, 2018). Menurut Muslikhah dkk. (2013), kapang *Rhizopus sp* akan mati dan akan tumbuh jamur lain serta bakteri yang dapat merombak protein. Protein yang terdegradasi oleh enzim-enzim proteolitik akan menghasilkan senyawa berbau tidak enak seperti H_2S , amonia (NH_3), metil sulfide, amina, dan senyawa lainnya. Kualitas produk fermentasi yang baik adalah produk dapat diterima baik secara kenampakan atau fisik, aroma serta nutrisi produk yang dihasilkan (Darajat dkk., 2014). Karakteristik mutu tempe yang sudah mengalami kemunduran mutu memiliki ciri yaitu perubahan fisik dan sensori tempe, miselium akan berubah warna coklat kehitaman, basah, berlendir, dan berbau amonia (Purwanto dan Weliana, 2018).

Penyimpanan suhu dingin dan kondisi pengemasan dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu tempe. Penyimpanan produk pangan umumnya dilakukan pada suhu rendah antara suhu 0 sampai 10°C. Semakin rendah suhu penyimpanan maka proses pembusukan akan semakin melambat. Penyimpanan suhu rendah dapat mengontrol pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat aktivitas metabolisme (Mathlouthi, 2013). Menurut Purwanto dan Weliana (2018), tempe yang disimpan pada suhu 15°C mengalami kerusakan pada hari ke-4, sedangkan penyimpanan pada suhu 5°C mengalami kerusakan pada hari ke-12. Kondisi pengemasan juga dapat mempengaruhi umur simpan tempe. Menurut penelitian Razie dan Widawati (2018), tempe yang dikemas plastik PP 0.06 mm pengemasan vakum memiliki umur simpan selama 4 hari pada suhu ruang jika dibandingkan dengan perlakuan non vakum. Kemasan metode vakum akan mengurangi laju respirasi dan metabolisme sehingga dapat memperpanjang umur simpan tempe. Ketiadaan oksigen dalam kemasan vakum dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk aerobik seperti *Pseudomonas spp.* (Astawan *et al.*, 2016)

Penggunaan inokulum, kondisi pengemasan, dan suhu penyimpanan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik mutu dan umur simpan tempe. Penggunaan inokulum berperan sebagai agen pengubah kedelai menjadi tempe. Penelitian ini menggunakan inokulum ragi tempe mosaccha sebagai starter. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Sari (2022), tempe yang dibuat dengan starter ragi tempe mosaccha menghasilkan tempe yang telah memenuhi SNI 3144:2015. Berdasarkan uraian-uraian di atas penelitian pengaruh kondisi pengemasan dan penyimpanan suhu dingin terhadap mutu tempe yang dibuat dari ragi tempe mosaccha sangat penting dilakukan untuk mendapatkan kondisi pengemasan dan suhu penyimpanan yang dapat mempertahankan mutu tempe.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin terhadap mutu tempe yang dibuat dengan ragi tempe mosaccha.
2. Mengetahui kondisi pengemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu tempe yang dibuat dengan ragi tempe mosaccha selama penyimpanan pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$).

1.3 Kerangka Pemikiran

Tempe merupakan pangan hasil fermentasi biji kedelai dengan kapang *Rhizopus oligosporus*. Diketahui bahwa khamir juga terlibat dalam fermentasi tempe (Efriwati *et al.*, 2013), sehingga khamir dapat digunakan sebagai inokulum tambahan dalam pembuatan tempe (Rizal *et al.*, 2020). Khamir mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas nutrisi dan *flavor* tempe (Kustyawati *et al.*, 2017). Menurut penelitian yang telah dilakukan Rizal dan Kustyawati (2019), penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* 1% dan 3% pada fermentasi tempe dapat memperbaiki sifat sensori tempe dan menghasilkan kandungan β -glukan sebesar (0,181%) dan (0,250%) pada tempe. Menurut Rizal *et al.* (2022), tempe yang diinokulasi dari inokulum campuran *R. oligosporus* 1,5% dan *S. cerevisiae* 1,5% menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi 62,05%. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Rizal dan Kustyawati (2019) dan Rizal *et al.* (2022), menggunakan starter campuran *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* dalam bentuk inokulum cair. Kemudian Rizal *et al.* (2023), melakukan penelitian pembuatan ragi tempe instan dari inokulum *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* dalam bentuk bubuk kering dengan substrat tepung beras yang dinamai ragi tempe Mosaccha.

Karakteristik mutu dan umur simpan tempe dipengaruhi oleh kondisi pengemasan dan suhu penyimpanan produk tempe. Menurut Ellent dkk. (2022), tempe yang dikemas dengan plastik memiliki umur simpan 3 hari. Menurut penelitian yang

dilakukan oleh Razie dan Widawati (2018), tempe yang dikemas dengan plastik PP 0.06 mm perlakuan pengemasan vakum memiliki umur simpan 4 hari pada suhu ruang jika dibandingkan dengan perlakuan non vakum. Menurut penelitian Astawan dkk. (2015), tempe bacem yang dikemas dengan pengemasan vakum dan disimpan pada suhu dingin (10°C) bertahan hingga hari ke-18 dan pada hari ke-21 penyimpanan telah terjadi kerusakan. Menurut Astawan *et al.* (2016), tempe yang dikemas dengan pengemasan vakum disimpan pada suhu $4-5^{\circ}\text{C}$ memiliki daya simpan hingga 32 hari. Pengemasan metode vakum adalah pengemasan udara dalam produk dikurangi sehingga dapat mengurangi laju respirasi dan metabolisme produk maka akan memperpanjang umur simpan produk (Razie dan Widawati, 2018).

Penyimpanan tempe pada suhu rendah dapat mempengaruhi umur simpan tempe. Menurut Nugraha (2007), menyatakan bahwa tempe yang disimpan pada suhu 4°C dapat bertahan hingga 12 hari. Menurut penelitian Purwanto dan Weliana (2018), tempe yang disimpan pada suhu 15°C di hari ke-4 menjadi titik kritis sebelum terjadinya kerusakan dan di hari ke-6 telah mengalami kerusakan, sedangkan penyimpanan pada suhu 5°C mengalami kerusakan pada hari ke-12. Menurut Nadilla (2022), tempe pengemasan vakum dan disimpan pada suhu penyimpanan 5°C , dan 10°C memiliki umur simpan lebih dari 8 hari penyimpanan dan masih dapat diterima oleh konsumen. Penyimpanan suhu rendah dapat menghambat proses metabolisme dan reaksi-reaksi kimia pada tempe. Semakin rendah suhu penyimpanan maka proses pembusukan akan semakin melambat. Setiap penurunan suhu 10°C kecepatan reaksi enzimatik dapat diperlambat setengahnya (Mathlouthi, 2013; Astawan *et al.*, 2016).

Penggunaan inokulum, kondisi pengemasan dan suhu penyimpanan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik mutu dan umur simpan tempe. Inokulum yang digunakan pada penelitian ini adalah ragi tempe mosaccha. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Sari (2022), tempe yang dibuat dari starter ragi tempe mosaccha menghasilkan tempe yang memenuhi syarat SNI 3144:2015, tempe berwarna putih diseluruh permukaan, memiliki tekstur yang

kompak dan aroma khas tempe. Berdasarkan uraian-uraian diatas, metode pengemasan yang digunakan pada penelitian ini adalah pengemasan vakum dan non vakum. Lama waktu penyimpanan yang ditetapkan sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah 7 hari 0 hari (kontrol), 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari, dengan penyimpanan pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin terhadap mutu tempe yang dibuat dengan ragi tempe mosaccha.
2. Terdapat kondisi pengemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu tempe yang dibuat dengan ragi tempe mosaccha selama penyimpanan pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai

Kacang kedelai (*Glycine max L.*) merupakan sumber protein nabati, vitamin serta beberapa zat lain yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. Kedelai banyak digunakan sebagai bahan baku produk olahan seperti kecap, tempe, tahu, susu, dan berbagai makanan lainnya. Menurut Adisarwanto (2013), tanaman kedelai memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas : *Rosidae*
Ordo : *Fabales*
Famili : *Fabaceae*
Genus : *Glycine*
Spesies : *Glycine max (L.) Merr.*

Kandungan gizi biji kedelai yaitu protein 40%, minyak 20%, karbohidrat larut 35% (sukrosa, stachyose, rafinosa, dan lainnya) dan karbohidrat tidak larut (serat makanan), serta kadar abu 5%. Kedelai merupakan sumber vitamin B yang lebih baik dibandingkan dengan komoditas golongan biji-bijian lain. Lemak kedelai mengandung antioksidan alami seperti tokoferol (α -*tocopherol*, β -*tocopherol*, γ -*tocopherol*, dan δ -*tocopherol*) dalam jumlah yang dapat terdeteksi (mg/kg). Selain itu, kedelai mengandung mineral yang kaya K, P, Ca, Mg, dan Fe, serta komponen nutrisi lainnya yang bermanfaat, seperti isoflavon yang berfungsi mencegah berbagai penyakit (Krisnawati, 2017). Kacang kedelai memiliki komposisi kimia

yang cukup lengkap (Tabel 1). Selain komposisi proteinnya yang tinggi kacang kedelai juga memiliki komposisi karbohidrat dan lemak yang tinggi. Komposisi lemak kacang kedelai adalah tertinggi diantara kacang-kacangan lainnya, dengan didominasi oleh asam lemak tak jenuh seperti asam linoleat, asam linolenat dan asam oleat (Winarsi dkk., 2010).

Tabel 1. Komposisi gizi kedelai dalam 100 g bahan kering

Komponen (satuan)	Jumlah
Abu (g)	6,1
Protein (g)	46,2
Lemak (g)	19,1
Karbohidrat (g)	28,2
Serat (g)	3,7
Kalsium (mg)	254
Fosfor (mg)	781
Besi (mg)	11
Vitamin B1 (mg)	0,48
Riboflavin (mg)	0,15
Niasin (mg)	0,67
Asam pantotenat (mcg)	430
Piridoksin (mcg)	180
Vitamin B12 (mcg)	0,2
Biotin (μ g)	35
Asam amino esensial (g)	17,7

Sumber: Astawan (2013).

2.2 Tempe

Tempe merupakan makanan sumber protein yang dihasilkan dari fermentasi biji kedelai dengan menginokulasikan kapang *Rhizopus sp.* Miselia kapang akan tumbuh menyelimuti permukaan dan mengikat biji kedelai satu sama lain, sehingga membentuk struktur yang kompak dan tekstur yang padat (Astawan dkk., 2013). Tempe mengandung berbagai nutrisi yang diperlukan oleh tubuh, beberapa penelitian menunjukkan bahwa zat gizi tempe lebih mudah dicerna, diserap, dan dimanfaatkan tubuh. Hal ini dikarenakan kapang yang tumbuh pada kedelai akan menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia (Bastian dkk., 2013).

Tempe kaya akan kandungan asam amino, asam lemak, kalsium, zat besi, vitamin B kompleks, dan senyawa bioaktif seperti isoflavon (Astawan, 2017). Tempe tergolong pangan fungsional karena mengandung senyawa bioaktif dan memiliki gizi yang beragam, komponen bioaktif pada tempe yaitu isoflavon bertindak sebagai antioksidan. Isoflavon dalam kedelai memiliki kemampuan untuk mencegah timbulnya penyakit degeneratif dan menjaga sistem imun tubuh (Triandita,2019). Selain isoflavon komponen bioaktif yang terdapat pada tempe diantaranya, serat pangan, ergosterol, enzim antioksidan superoksida dismutasi (SOD) (Astawan, 2017). Tempe dapat meningkatkan kadar hemoglobin penderita anemia karena adanya kandungan zat besi serta asam folat yang mampu menstimulasi tubuh dalam membentuk hemoglobin, serta kandungan vitamin B12 yang dapat menyintesis hemoglobin dan sel darah merah (Pinasti dkk., 2020). Komposisi gizi yang terdapat pada tempe dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi gizi tempe kedelai dalam 100 g bahan kering

Komponen (satuan)	Jumlah
Abu (g)	3,6
Protein (g)	46,5
Lemak (g)	19,7
Karbohidrat (g)	30,2
Serat (g)	7,2
Kalsium (mg)	347
Fosfor (mg)	724
Besi (mg)	9
Vitamin B1 (mg)	0,28
Riboflavin (mg)	0,65
Niasin (mg)	2,52
Asam pantotenat (mcg)	520
Piridoksin (mcg)	100
Vitamin B12 (mcg)	3,9
Biotin (µg)	53
Asam amino esensial (g)	18,9

Sumber: Astawan (2013).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2012), di Indonesia, sebanyak 50% kedelai diolah menjadi tempe, 40% diolah menjadi tahu, dan 10% diolah menjadi produk lainnya seperti kecap, tauco, dan lain-lain. Menurut Mujianto (2013),

beberapa faktor yang memengaruhi proses produksi tempe yaitu bahan baku berupa kedelai, air yang digunakan, inokulum tempe, proses fermentasi, serta sarana dan prasarana yang digunakan dalam proses produksi tempe. Fermentasi kedelai menjadi tempe umumnya menggunakan kapang *Rhizopus sp.* Kapang digunakan sebagai agen pengubah bahan baku kedelai menjadi tempe dan akan merubah sifat fisikokimia tempe (Budiono, 2016). Menurut SNI 3144:2015 tempe memiliki warna putih merata pada seluruh permukaan, kompak dan tidak mudah rontok serta memiliki bau khas tempe. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Tekstur	-	Kompak, jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok)
1.2	Warna	-	Putih merata pada seluruh permukaan
1.3	Bau	-	Bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak
2	Kadar air	Fraksi massa %	Maks. 65
3	Kadar lemak	Fraksi massa %	Min. 7
4	Kadar protein (N x 5,71)	Fraksi massa %	Min. 15
5	Kadar serat kasar	Fraksi massa %	Maks. 2,5
6	Cemaran logam		
6.1	Kadmium (Cd)	Mg/Kg	Maks. 0,2
6.2	Timbal (Pb)	Mg/Kg	Maks. 0,25
6.3	Timah (Sn)	Mg/Kg	Maks. 40
6.4	Merkuri (Hg)	Mg/Kg	Maks. 0,03
7	Cemaran Arsen (As)	Mg/Kg	Maks. 0,25
8	Cemaran Mikroba		
8.1	<i>Coliform</i>	APM/g	Maks. 10
8.2	<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25 g

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2015).

Jenis kapang yang berperan utama dalam pembuatan tempe umumnya adalah *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, dan beberapa jenis *Rhizopus sp.* lainnya. Ketiga kapang jenis *Rhizopus sp* tersebut atau pun kombinasi dari kedua dan ketiganya berpotensi menjadi starter fermentasi kedelai

menjadi tempe (Pusido, 2012). Fermentasi pada tempe dapat menghilangkan bau langu dari kedelai yang disebabkan oleh aktivitas dari enzim lipoksigenase. Fermentasi kedelai menjadi tempe akan meningkatkan kandungan fosfor. Hal ini disebabkan oleh hasil kerja enzim fitase yang dihasilkan kapang *Rhizopus oligosporus* yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan thosfat yang bebas. Tempe mengandung senyawa antibakteri yang diproduksi oleh kapang tempe selama proses fermentasi. Kemampuan *Rhizopus oligosporus* dalam menghasilkan senyawa antibakteri mampu menghambat pertumbuhan beberapa bakteri (Virgianti, 2015).

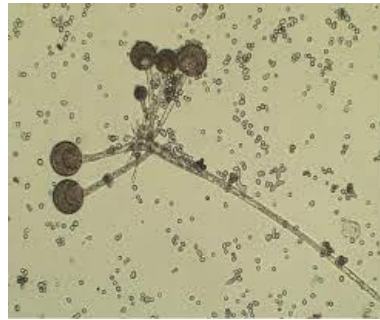
Tempe mosaccha adalah tempe modifikasi oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai starter pada fermentasi tempe dapat memperbaiki sifat sensori tempe dan terdapat kandungan β -glukan pada tempe (Rizal dan Kustyawati, 2019). Menurut Rizal *et al.* (2022), tempe yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi jika dibandingkan dengan tempe dari ragi komersial. Penelitian sebelumnya menggunakan inokulum cair sebagai starter yang dinilai kurang praktis. Rizal *et al.* (2023), melakukan penelitian pembuatan ragi tempe instan dari inokulum *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* dalam bentuk bubuk kering dengan substrat tepung beras yang dinamai ragi tempe Mosaccha. Tempe yang dibuat dari starter ragi tempe mosaccha menghasilkan tempe yang memenuhi syarat SNI 3144:2015, tempe mosaccha berwarna putih diseluruh permukaan, memiliki tekstur yang kompak dan aroma khas tempe (Sari, 2022). Gambar tempe mosaccha disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kenampakan tempe mosaccha

2.3 *Rhizopus oligosporus*

Rhizopus oligosporus merupakan kapang jenis *zygomycota* yang dimanfaatkan dalam pembuatan tempe (Wahyudi, 2018). *Rhizopus oligosporus* (Gambar 2), akan membentuk koloni berwarna abu-abu sampai biru kecoklatan dengan tinggi kurang lebih 1mm. *Rhizopus oligosporus* memiliki diameter 10-18 μm dengan panjang lebih dari 1000 μm , memiliki sporangiofor tunggal atau dalam kelompok dengan dinding halus atau agak sedikit kasar. Ukuran spongiospora tidak teratur berupa globosa atau elip dengan panjang 7-10 μm (Nurholipah dan Ayun, 2021). *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh pada suhu 12-42°C, dengan suhu optimal yaitu 32-35°C (Astawan dkk., 2017).



Gambar 2. *Rhizopus oligosporus*
Sumber: Duniaji *et al.* (2019)

Taksonomi *Rhizopus oligosporus* menurut Suryani dkk. (2020), yaitu

- Kingdom : *Plantae*
- Divisio : *Eumycota*
- Sub Divisio : *Zygomycotina*
- Class : *Zygomycetes*
- Ordo : *Mucorales*
- Famili : *Mucoraceae*
- Genus : *Rhizopus*
- Spesies : *Rhizopus oligosporus*.

Rhizopus oligosporus dapat memproduksi berbagai jenis enzim seperti β -glukosidase, glukamilase, lipase, fitase, α -amilase (Leeuwen *et al.*, 2012) dan

protease (Astawan dkk., 2017). Enzim yang paling tinggi dihasilkan oleh *R. oligosporus* dalam pembuatan tempe jika dibandingkan dengan kapang lainnya adalah enzim protease dan lipase, sehingga paling ideal untuk memecah protein dan lemak yang banyak terkandung dalam kedelai menjadi asam amino dan asam lemak pada tempe. Aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh kapang *R. oligosporus* lebih tinggi jika dibandingkan dengan *R. oryzae* sehingga kekuatan isoflavon glukosida (isoflavon terikat) menjadi isoflavon aglikon (isoflavon bebas) juga lebih baik *R. oligosporus* (Astawan dkk., 2017).

Pemberian kapang *R. oligosporus* mempengaruhi aktivitas antioksidan tempe yang dihasilkan. Menurut penelitian Ningsih, dkk (2018) tempe yang ditambahkan inokulum *Rhizopus oligosporus* mengalami kenaikan aktivitas antioksidan sejalan dengan lama fermentasi. Kepadatan spora juga mempengaruhi peningkatan biomassa sel yang selanjutnya mempengaruhi aktivitas enzim yang dihasilkannya. Saat fermentasi *R. oligosporus* akan akan memproduksi enzim β -glukosidase . Enzim β -glukosidase tersebut yang mengkatalis reaksi hidrolisis isoflavon glikosida menjadi aglikon (Ningsih dkk., 2018). Aglikon merupakan suatu senyawa insoflavon yang aktif sebagai antioksidan. (Rizal *et al.*, 2022).

2.4. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme anaerob fakultatif yaitu hidup dalam keadaan aerob dan anaerob. *Saccharomyces cerevisiae* (Gambar 3), memiliki beragam bentuk, yaitu oval, silinder, bulat, ogival (berbentuk bulat panjang dan memiliki bentuk runcing pada salah satu bagian ujungnya). *Saccharomyces cerevisiae* memiliki panjang 1-5 μ m sampai 20-50 μ m dengan lebarnya 1-10 μ m (Widyanti dan Moehadi, 2016). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang mudah beradaptasi, berkembang biak, mudah ditemukan, stabil, dan tahan terhadap suhu yang tinggi (Silaban, 2017). *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh dengan optimum pada suhu 25-30°C dengan pH asam yaitu 4-5 (Zely, 2014).



Gambar 3. *Saccharomyces cerevisiae*
Sumber: Karimy *et al.* (2019)

Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut: (Suryani dkk., 2020)

Kingdom	: Fungi
Filum	: <i>Ascomycota</i>
Subfilum	: <i>Saccharomycotina</i>
Kelas	: <i>Saccharomycetes</i>
Ordo	: <i>Saccharomycetales</i>
Famili	: <i>Saccharomycetaceae</i>
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Spesies	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Saccharomyces cerevisiae menghasilkan enzim amilase, sehingga khamir ini termasuk kedalam khamir amilolitik. Aktivitas enzim amilase dalam khamir amilolitik terutama iso amilase dapat menghidrolisis ikatan α -amilopektin serta dapat memproduksi etanol (Khazalina, 2020). *Saccharomyces cerevisiae* juga digunakan sebagai starter bersama dengan *Rhizopus oligosporus* pada pembuatan tempe (Rizal dan Kustyawati, 2019). Tempe yang dihasilkan memiliki keunggulan karena terdapat senyawa β -glukan. *Saccharomyces cerevisiae* juga mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas nutrisi dan *flavor* tempe. *Flavor* tempe yang dihasilkan karena adanya senyawa volatil seperti alkohol, ester, dan gugus aromatik seperti stirena, kariofilen, fenol, dan maltol (Kustyawati *et al.*, 2017).

Saccharomyces cerevisiae berperan dalam menghasilkan kandungan β -glukan pada tempe yang memiliki aktivitas biologis sebagai immunomodulator dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Di Domenico *et al.*, 2017), mencegah

penyakit degeneratif (anti kolesterol), anti mikroba terutama virus (Tjokrokusumo, 2015). Manfaat lainnya β -glukan sebagai anti infeksi terhadap mikroorganisme dan anti tumor dikarenakan memiliki antioksidan yang dapat melindungi makrofag darah dari serangan radikal bebas (Dietrich *et al.*, 2011). *Saccharomyces cerevisiae* memiliki aktivitas penangkapan radikal peroksil yang memiliki kemampuan antioksidan sepuluh kali lipat dibandingkan dengan blueberry, karena *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kandungan polifenol (asam protocatechuic, katekin, asam phydroxybenzoic, asam ferulic, dan asam caffeic) (Prior *et al.*, 2003).

2.5 Ragi Tempe Mosaccha

Ragi tempe mosaccha merupakan ragi atau starter tempe yang mengandung kapang *Rhizopus oligosporus* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang dibuat dalam bentuk bubuk kering dengan penambahan tepung beras sebagai substrat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rizal *et al.*, (2023), ragi atau inokulum tempe terbaik adalah perlakuan dengan substrat tepung beras dengan lama inkubasi 96 jam yang menghasilkan total kapang 9,902 log CFU/g, total khamir 9,17 log CFU/g, total bakteri 7,81 log CFU/g, pH 4,2, kadar air 7,75%, dan tempe yang dihasilkan memiliki warna putih diseluruh permukaan sedikit kehitaman, tekstur kompak, aroma serta rasa khas tempe. Menurut penelitian Sari (2022), kedelai yang ditambahkan ragi tempe mosaccha menghasilkan tempe memiliki karakteristik berwarna putih dengan miselium yang menyelimuti seluruh permukaan tempe, tekstur kompak, beraroma wangi dan rasa khas tempe yang disukai. Aroma tempe yang dihasilkan karena adanya senyawa volatil seperti alkohol, ester, dan gugus aromatik seperti stirena, kariofilen, fenol, dan maltol (Kustyawati *et al.*, 2017).

2.6 Kondisi Pengemasan

Kondisi pengemasan vakum pada prinsipnya adalah mengurangi gas dan uap air dari produk yang dikemas, sedangkan pengemasan non vakum dilakukan tanpa

mengeluarkan gas dan uap air pada produk yang dikemas sehingga laju respirasi dan metabolisme produk dapat dikurangi dengan tujuan memperpanjang umur pakai dan umur simpan produk. Metode pengemasan vakum cenderung akan menekan jumlah bakteri, perubahan bau, rasa, serta penampakan selama penyimpanan, karena pada kondisi vakum, bakteri aerob yang tumbuh jumlahnya relatif lebih kecil dibanding dalam kondisi tidak vakum (Adawiyah dkk., 2016). Menurut SNI 3144: 2015, syarat mutu tempe kedelai yang baik adalah tempe dengan warna putih merata pada seluruh permukaan, tekstur kompak, tidak rontok saat diiris, dan berbau khas tempe tanpa adanya bau amoniak. Seiring dengan lamanya penyimpanan tempe akan mengalami kerusakan fisik dan kimianya. Tempe memiliki keterbatasan pada umur simpannya yang pendek. Penyimpanan tempe pada suhu ruang memiliki keterbatasan umur simpan, yaitu sekitar 2-3 hari. Terbatasnya umur simpan tempe disebabkan aktivitas enzimatik dari kapang tempe. (Saputra, 2006 dalam Purwanto dan Weliana,2018).

Pengemasan vakum merupakan salah satu cara untuk mengurangi laju kerusakan produk pangan selama penyimpanan dan transportasi. Pengemasan vakum merupakan sistem pengemasan dengan gas hampa dengan cara mengeluarkan gas yang ada di dalam kemasan seperti oksigen, nitrogen dan karbondioksida (Hamdani dkk., 2017). Kemasan vakum dilakukan dengan memasukkan produk ke dalam plastik yang diikuti dengan pengeluaran udara kemudian ditutup dan setelah itu plastik kemasan direkatkan dengan panas. Proses pemvakuman bertujuan untuk menurunkan kandungan udara di dalam kemasan, termasuk oksigen. Kandungan oksigen yang rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Nadilla. 2022).

2.7 Suhu Penyimpanan

Penyimpanan produk yang masih aktif melakukan metabolisme dilakukan pada suhu rendah bertujuan untuk mengurangi laju respirasi, mengontrol pertumbuhan mikroorganisme, dan memperlambat aktivitas metabolisme (Samad, 2006 dalam Purwanto dan Weliana, 2018). Penyimpanan suhu rendah dapat menghambat

proses metabolisme dan reaksi-reaksi kimia pada tempe. Semakin rendah suhu penyimpanan maka proses pembusukan akan semakin melambat. Setiap penurunan suhu 10°C kecepatan reaksi enzimatik dapat diperlambat setengahnya (Mathlouthi, 2013; Astawan *et al.*, 2016). Menurut Purwanto dan Weliana (2018), penyimpanan suhu dingin dapat menurunkan laju respirasi tempe hingga penyimpanan hari ke-6 suhu 15°C dan hari ke 10 suhu 5°C.

Laju respirasi yang rendah berkorelasi dengan kadar air, kekerasan, penyusutan bobot, protein dan total mikorba tempe. Laju respirasi yang rendah akan mengakibatkan sedikitnya kehilangan kadar air produk karena kecilnya penguapan atau transpirasi dari tempe ke lingkungan. Laju respirasi yang rendah akan menghambat proses metabolisme dan reaksi enzimatik kapang tempe. Sehingga penyimpanan pada suhu rendah akan memperpanjang masa simpan tempe dengan menghambat laju respirasi dan memperlambat metabolisme kapang (Purwanto dan Weliana, 2018).

III.METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Biokimia dan Kimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2023.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai, tepung beras merk *Rose Brand*, kultur murni *Rhizopus oligosporus* FNCC (Food and Nutrition Culture Collection) 6010 dan kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* FNCC (Food and Nutrition Culture Collection) 3012 diperoleh dari Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta, Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar (PDA), Plate Count Agar PCA, plastic vakum, plastik polipropilen (PP) 0,08 mm , plastik vakum, plastik tahan panas, aquades, alkohol, NaCl, reagen Lowry A (Na_2CO_3 10% dalam NaOH 0,5N), reagen Lowry B (CuSO_4 1%), reagen Lowry C (K.Na.Tartrate 2%), reagen Lowry E (reagen Follin 2N), dan *bovine serum albumin* (BSA).

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kompor, loyang, panci, peniris, tampah, timbangan analitik, pisau, spatula, cawan petri, inkubator, batang spreader, sentrifuge, tabung sentrifuge, mikro-pipet, pipet tip, tabung reaksi, autoklaf, bunsen, *laminar air flow*, refrigerator, labu erlenmeyer, *haemocytometer*, grinder, rak tabung reaksi, vortex, gunting penjepit, cawan porselen, oven,

desikator, pipet ukur, gelas beaker, *hot plate*, *grinder*, pipet tetes, alu, mortar, *vacuum sealer*, spektrofotometri UV-Vis (Spectroquant Prove 100, Germany) dan *texture analyzer*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial 3 kali ulangan dengan kombinasi perlakuan kondisi pengemasan yang terdiri atas dua taraf, yaitu pengemasan vakum (V) dan tanpa pengemasan atau non vakum (N) (hanya dikemas dengan kemasan primer yaitu plastik PP 0,08 mm) dan perlakuan lama penyimpanan yang terdiri atas 7 taraf, yaitu penyimpanan 1 hari (D1), 2 hari (D2), 3 hari (D3), 4 hari (D4), 5 hari (D5), 6 hari (D6), dan 7 hari (D7). Setiap perlakuan disimpan pada suhu $10 \pm 2^\circ\text{C}$. Tempe hari ke-0 dijadikan sebagai control (K). Perlakuan jenis kemasan dan lama penyimpanan tempe disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perlakuan jenis pengemasan dan lama penyimpanan tempe

Jenis pengemasan	Lama Penyimpanan							
	Hari ke-0	Hari ke-1 (D1)	Hari ke-2 (D2)	Hari ke-3 (D3)	Hari ke-4 (D4)	Hari ke-5 (D5)	Hari ke-6 (D6)	Hari ke-7 (D7)
Vakum (V)		D1V	D2V	D3V	D4V	D5V	D6V	D7V
Non Vakum (N)	K	D1N	DN2	D3N	D4N	D5N	D6N	D7N

Keterangan:

K: (kontrol) tempe hari 0 (fermentasi 48 jam)

D1V: Pengemasan vakum, penyimpanan 1 hari

D2V: Pengemasan vakum, penyimpanan 2 hari

D3V: Pengemasan vakum, penyimpanan 3 hari

D4V: Pengemasan vakum, penyimpanan 4 hari

D5V: Pengemasan vakum, penyimpanan 5 hari

D6V: Pengemasan vakum, penyimpanan 6 hari

D7V: Pengemasan vakum, penyimpanan 7 hari

D1N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 1 hari

D2N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 2 hari

D3N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 3 hari

D4N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 4 hari

D5N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 5 hari

D6N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 6 hari

D7N: Kondisi nonvakum, penyimpanan 7 hari

Setiap perlakuan tempe dilakukan pengujian dengan parameter yang diamati kadar air, susut bobot, kekerasan, kadar protein dan uji sensori. Pengujian sifat sensori menggunakan uji skoring dengan parameter warna, tekstur, dan aroma.

Kehomogenan data yang diperoleh diuji dengan uji Bartlett dan kemenambahan

data diuji dengan uji Tuckey. Data hasil pengamatan dianalisis sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Jika terdapat perbedaan maka data diuji dengan uji lanjut Duncan's multiple range test (DMRT) dengan taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pembuatan tempe menggunakan starter ragi tempe mosaccha yang sudah jadi, perlakuan penyimpanan tempe berbagai kondisi pengemasan selama 7 hari pada suhu dingin, dan pengamatan terhadap parameter kadar air, susut bobot, kekerasan, kadar protein terlarut dan total mikroba, serta uji sensori dengan parameter warna, tekstur, dan aroma tempe. Penelitian ini menggunakan ragi tempe mosaccha yang sudah jadi, namun berikut ini disajikan prosedur pembuatan ragi tempe mosaccha yang dimulai dari persiapan inokulum hingga menjadi ragi tempe mosaccha.

3.4.1 Persiapan inokulum ragi tempe mosaccha

3.4.1.1 Persiapan kultur *Saccharomyces cerevisiae*

1. Penyiapan media Malt Extract Agar (MEA)

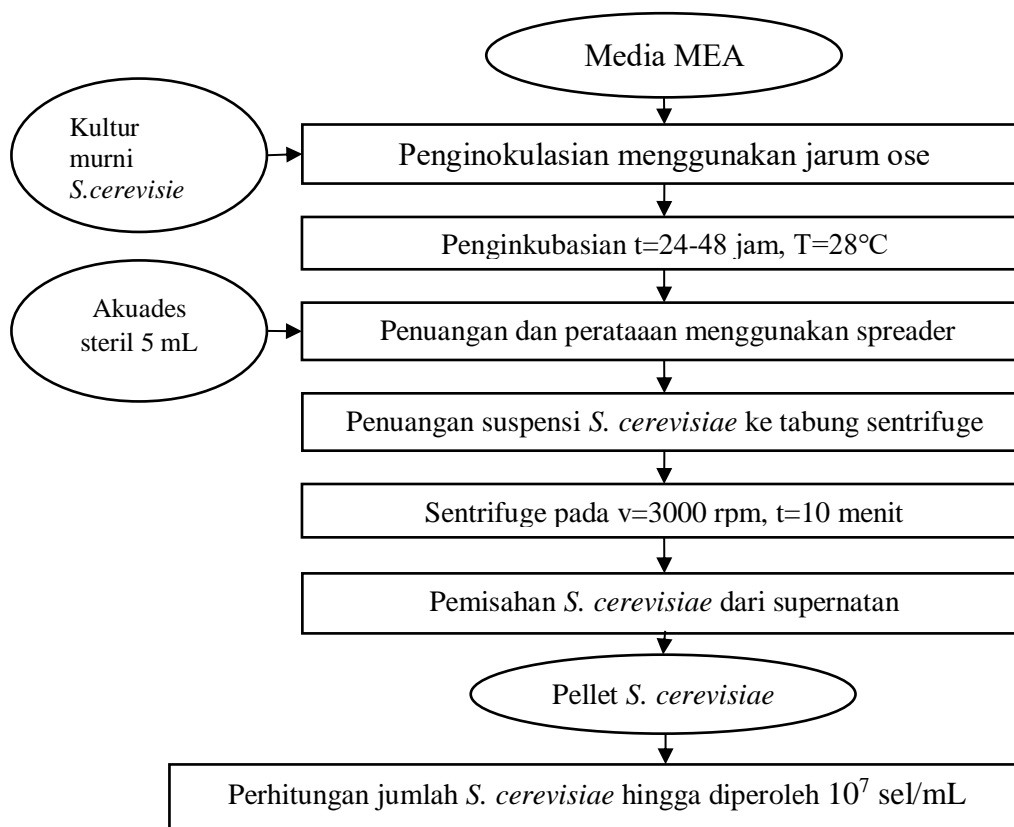
Sebanyak 12,5 gram media MEA dilarutkan dalam aquadest 250 mL. Kemudian dihomogenisasi dan dipanaskan menggunakan hot plate hingga media terhomogenisasi sempurna. Selanjutnya disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media ituangkan pada cawan sebanyak 20-25 mL, kemudian dibiarkan sampai media memadat.

2. Pemiakan *Saccharomyces cerevisiae*

Pemiakan *Saccharomyces cerevisiae* mengikuti metode Rizal *et al.* (2021).

Kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* dikulturkan dalam media Malt Extract Agar (MEA) steril dengan metode streak plate, kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 28°C. Koloni dipanen dengan ditambahkan 5 mL akuades steril dan

dilakukan perataan serta pengambilan secara perlahan menggunakan spreader. Suspensi dituang dalam tabung sentrifuge 50 mL. Tabung ditimbang dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit agar kultur murni terpisah dari supernatan. Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* dihitung menggunakan haemocytometer hingga diperoleh *Saccharomyces cerevisiae* berjumlah 10^7 sel/mL. Pemiakan *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir pembiakan *Saccharomyces cerevisiae*.
(Sumber: Rizal *et al.*, 2021)

3.4.1.2 Persiapan kultur *Rhizopus oligosporus*

1. Penyiapan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

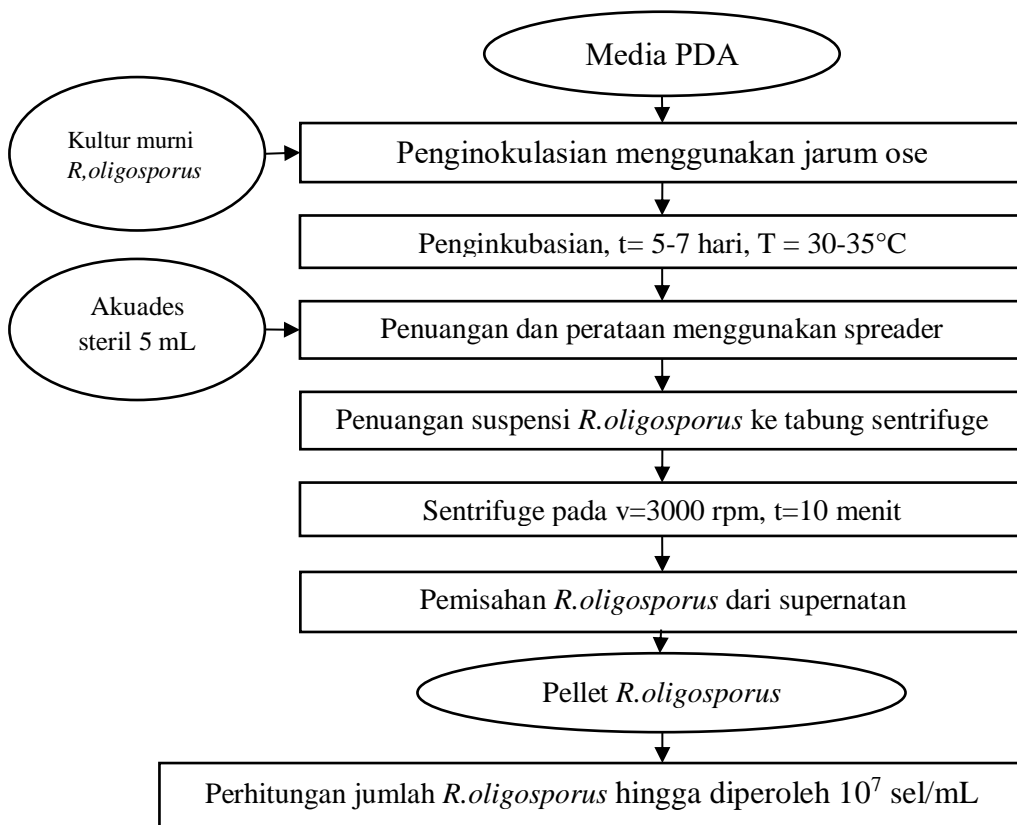
Sebanyak 9,75 gram media PDA ditambahkan aquadest sebanyak 250 mL.

Kemudian dihomogenisasi dan dipanaskan menggunakan hot plate hingga media terhomogenisasi sempurna. Selanjutnya disterilisasi pada suhu 121°C selama 15

menit. Setelah itu, dilakukan penuangan media ke cawan sebanyak 20-25 mL, dibiarkan sampai media memadat dan siap untuk digunakan.

2. Pembiakan *Rhizopus oligosporus*

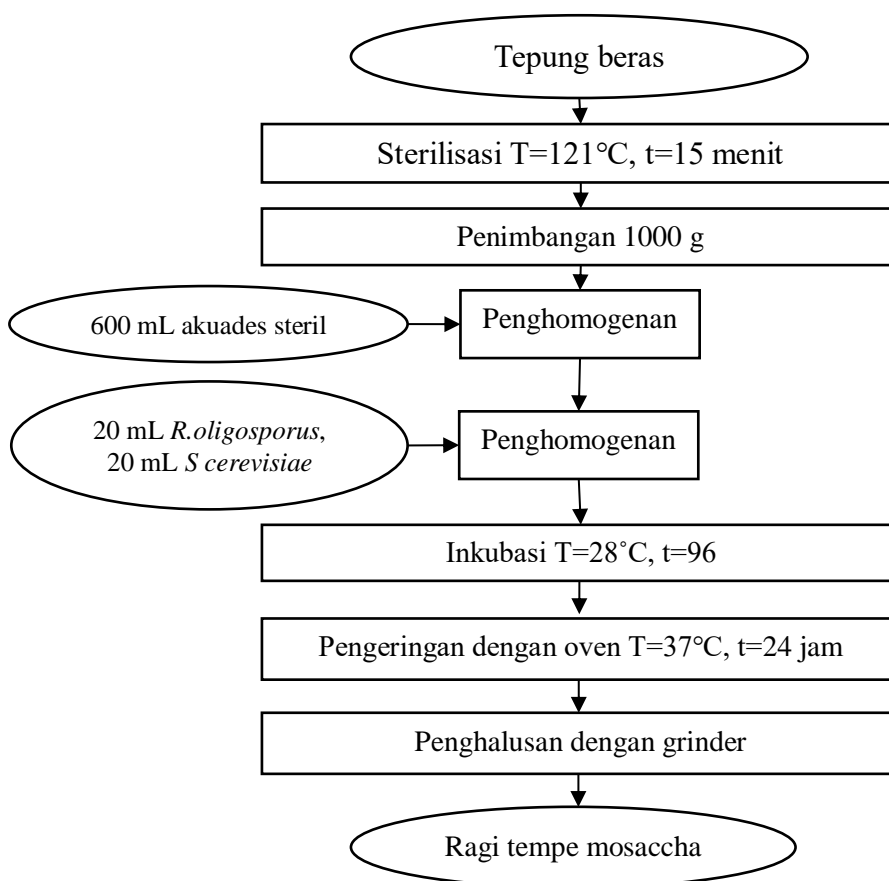
Pembiakan *Rhizopus oligosporus* mengikuti metode Rizal *et al.* (2021), *Rhizopus oligosporus* murni dibiakkan dalam media PDA dengan metode streak plate. Kemudian diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 30-35°C sehingga diperoleh *Rhizopus oligosporus* murni. Koloni *R. oligosporus* dipanen menggunakan spreader dengan menambahkan akuades steril sebanyak 5 mL. Selanjutnya, spora *Rhizopus oligosporus* disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan pada tabung sentrifuge dibuang dan didapatkan *pellet* kultur murni *Rhizopus oligosporus*. Jumlah *Rhizopus oligosporus* dihitung menggunakan haemocytometer hingga diperoleh *Rhizopus oligosporus* berjumlah 10^7 spora/mL. Pembiakan *Rhizopus oligosporus* terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir persiapan inokulum *Rhizopus oligosporus* (Sumber: Rizal *et al.*, 2021)

3.4.2 Pembuatan ragi tempe mosaccha

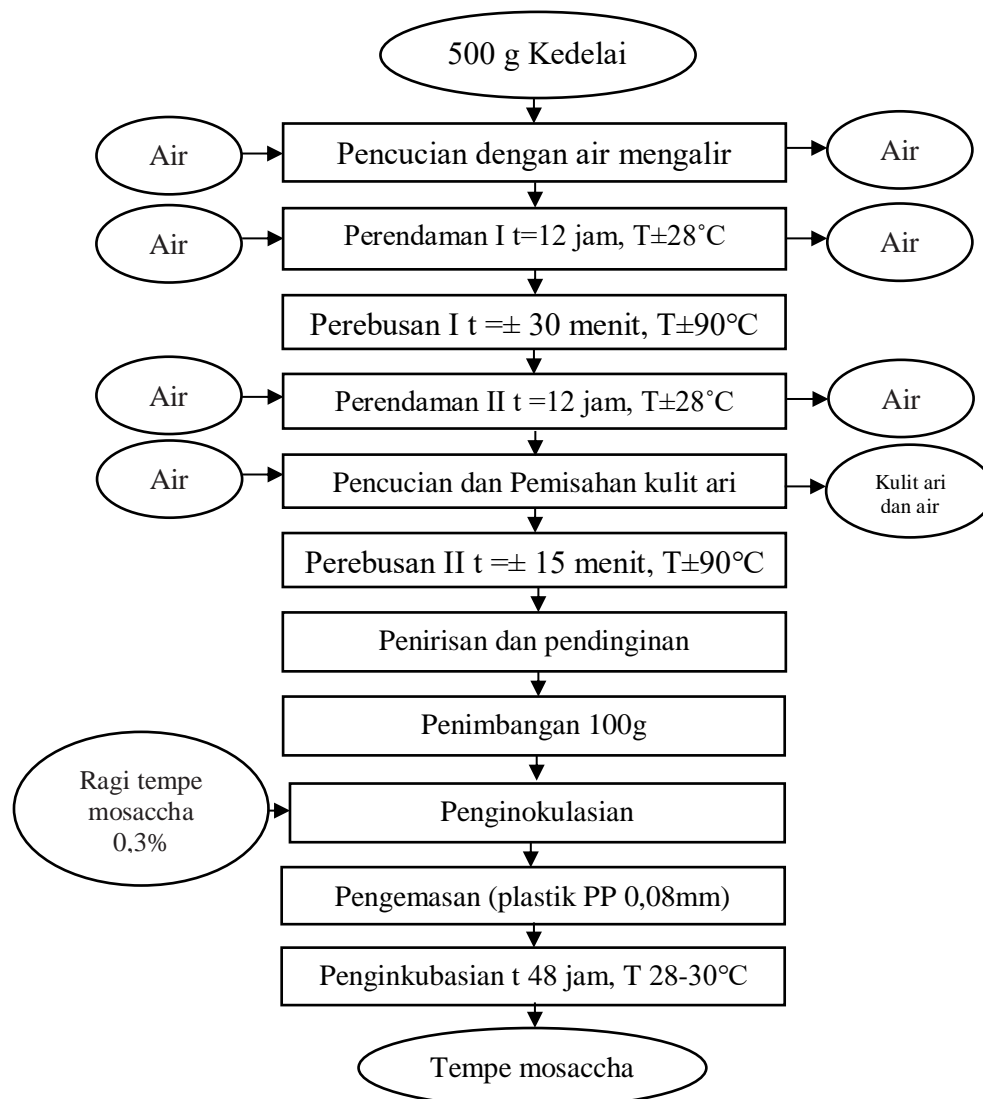
Pembuatan inokulum tempe menggunakan metode Rizal *et al.* (2023). Tepung beras ditimbang sebanyak 1000 gram, lalu ditambahkan akuades steril sebanyak 600 mL hingga adonan dapat dibentuk tetapi tidak terlalu basah dan dihomogenkan. Lalu diinokulasi dengan 20 mL inokulum *R. oligosporus* dan 20 mL *S cerevisiae* dan dihomogenkan. Setelah itu diinkubasi selama 96 jam pada suhu ruang kemudian dikeringkan dengan oven selama 24 jam dengan suhu 37-38°C, lalu dilakukan penghalusan dengan grinder. Proses pembuatan ragi tempe tempe mosaccha dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembuatan ragi tempe mosaccha
(Sumber: Rizal *et al.*, 2023)

3.4.3 Pembuatan tempe

Prosedur pembuatan tempe kedelai mengikuti metode yang dilakukan oleh Rizal dan Kustyawati, (2019) yang telah dimodifikasi. Proses pembuatan tempe kedelai sebanyak 500 gram dicuci dengan air mengalir. Kemudian kedelai direndam selama ± 12 jam pada suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$). Setelah itu, dilakukan perebusan dengan perbandingan 1 : 3 (kedelai : air) selama ± 30 menit dengan suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$. Kemudian kedelai direndam kembali selama ± 12 jam pada suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$). Kemudian, dilakukan perebusan kembali selama ± 15 menit dengan suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$. Setelah itu, kedelai dikupas dari kulitnya lalu dicuci dengan air mengalir dan membuang kulit ari kedelai yang sudah terkelupas. Kemudian kedelai ditiriskan dan didinginkan sampai suhu kedelai mencapai suhu ruang. Setelah itu kedelai ditimbang sebanyak 100g dan diinokulasi dengan ragi tempe *Mucor* sebanyak 0,3 % dari berat kedelai. Kedelai dibungkus dengan plastik PP 0,08mm yang sudah dilubangi sebanyak 16 lubang. Kemudian kedelai diinkubasi selama ± 48 jam dengan suhu $28-30^{\circ}\text{C}$. Proses pembuatan tempe dapat dilihat pada Gambar 7.

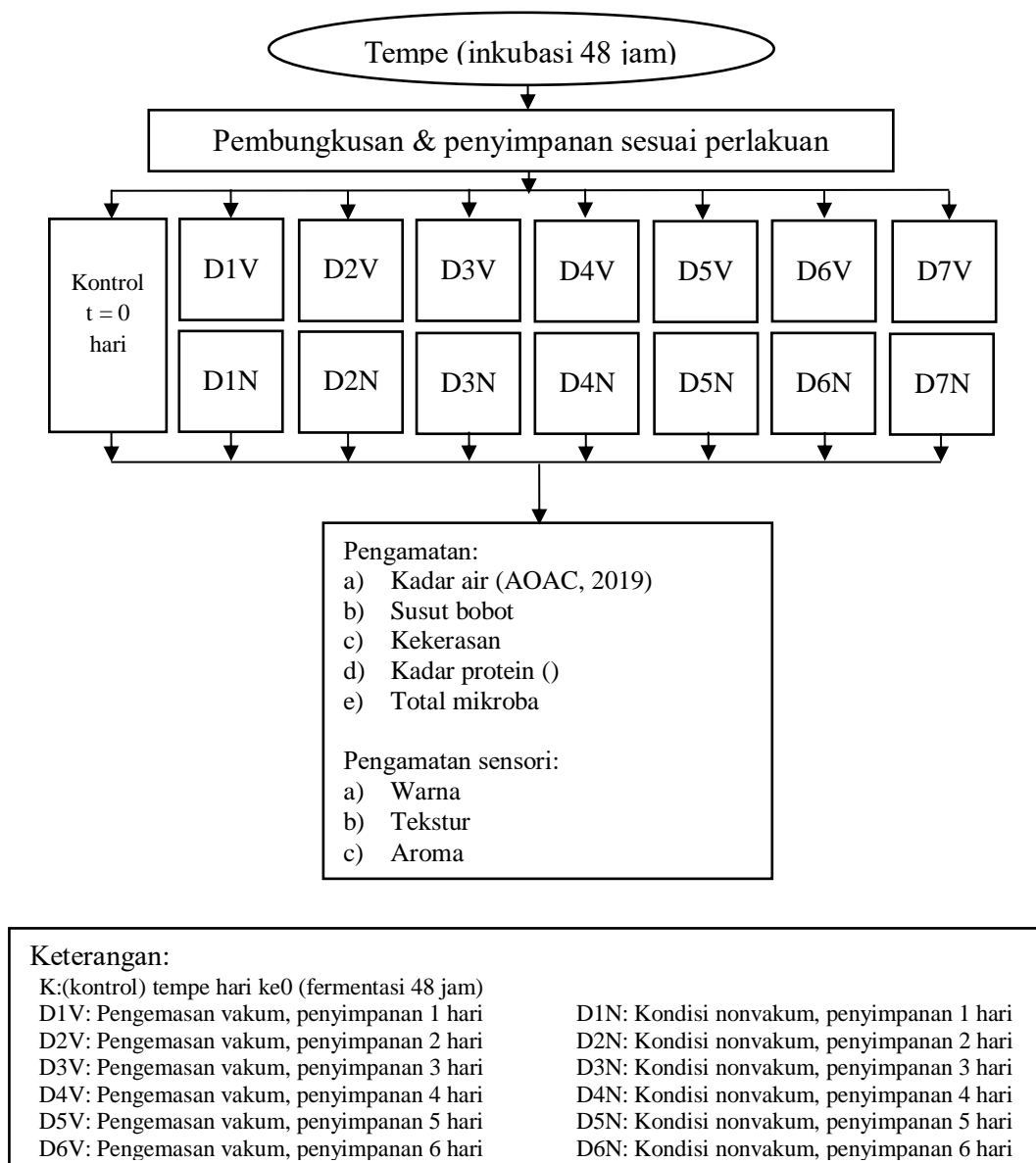


Gambar 7. Pembuatan tempe kedelai
(Sumber: Rizal dan Kustyawati, 2019 dengan modifikasi)

3.4.4 Perlakuan penyimpanan tempe

Tempe yang telah diinkubasi selama 48 jam, dihitung sebagai tempe yang sudah jadi dengan umur simpan 0 hari. Tempe dilakukan pengemasan sesuai dengan perlakuan kondisi pengemasan, yaitu pengemasan vakum (V) dan tanpa pengemasan atau non vakum (N) (hanya dikemas dengan kemasan primer yaitu plastik PP 0,08 mm) kemudian dilakukan penyimpanan dan pengamatan selama 7 hari, 1 hari (D1), 2 hari (D2), 3 hari (D3), 4 (D4), 5 hari (D5), 6 hari (D6) dan 7 hari (D7) disimpan pada suhu dingin ($10 \pm 2^\circ\text{C}$). Tempe hari ke-0 dijadikan sebagai

kontrol sehingga dalam satu kali pelaksanaan penyimpanan terdapat 15 sampel, dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Selanjutnya dilakukan pengamatan. Perlakuan penyimpanan tempe dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perlakuan penyimpanan tempe kedelai

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap masing-masing perlakuan yaitu, kadar air, susut bobot, kekerasan, kadar protein, dan total mikroba, serta pengujian sensori meliputi warna, tekstur, dan aroma tempe.

3.5.1 Kadar air

Analisis kadar air tempe dilakukan dengan metode gravimetri (AOAC, 2019). Prinsip pengujian kadar air adalah bobot yang hilang selama pemanasan dianggap sebagai kadar air yang terdapat pada sampel. Persiapan awal yaitu cawan dipanaskan selama 60 menit dalam oven pada suhu 105 °C kemudian didinginkan dalam desikator selama 20 menit, lalu ditimbang (A). Selanjutnya sekitar 2-5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan lalu ditimbang (B). Cawan berisi sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu 105-110°C selama 3 jam. Kemudian cawan beserta sampel didinginkan pada desikator selama 20 menit kemudian ditimbang dan dicatat. Setelah itu, dioven kembali selama 30 menit lalu didinginkan dalam desikator selama 20 menit dan lakukan pengeringan secara berulang sampai bobot konstan (C). Kadar air yang terkandung pada sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air (\% bb)} = \frac{(B-C)}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

C : berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

3.5.2 Susut bobot

Susut bobot dihitung setiap hari dengan cara menimbang berat sampel awal pengamatan (W_1) dan berat sampel setiap satu hari penyimpanan (W_2), kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut dalam bentuk persentase susut bobot.

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W_1 : berat sampel sebelum penyimpanan (g)

W_2 : berat sampel setelah penyimpanan (g)

3.5.3 Uji kekerasan

Uji kekerasan diukur menggunakan alat *texture analyzer* mengikuti (Lukman *et al.*, 2009). Pengujian tekstur tempe dilakukan dengan alat *texture analyzer* (TA) dan bertujuan untuk menguji *hardness*. Tahap awal melakukan analisis memasang probe yang digunakan dalam analisis, kemudian mengatur *setting* alat pengujian. Sampel yang akan diukur diletakkan di atas *sample testing*, kemudian *load cell* akan menggerakkan probe ke bawah untuk menekan sampel dan kemudian kembali ke atas, probe akan menekan sampel 2 kali. Kekerasan ditentukan dari maksimal gaya (nilai puncak) pada tekanan atau kompresi pertama, yang dinyatakan dalam satuan gf.

3.5.4 Kadar protein

Pengujian kadar protein terlarut tempe menggunakan metode Lowry mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Ellent dkk. (2022) dan Perdani dan Utama (2020) dengan modifikasi.

1. Pembuatan Kurva Standar

a. Pembuatan Reagen Lowry D

Reagen Lowry D dibuat dengan cara reagen Lowry A, B, dan C dicampurkan dengan perbandingan 10:0,5:0,5 secara berurutan.

b. Pembuatan Larutan Induk

Larutan induk konsentrasi 300 mg/L dibuat dengan cara bovin serum albumin (BSA) ditimbang sebanyak 0,015 g, kemudian dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas.

c. Pembuatan Kurva Standar

Enam buah tabung reaksi disiapkan, kemudian diisi larutan dengan komposisi pada Tabel 3. Tabung pertama merupakan larutan blanko. Masing-masing larutan dari tiap tabung diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan Reagen Lowry D sebanyak

1 mL, dihomogenkan dengan vortex, lalu didiamkan selama 10 menit. Larutan kemudian ditambahkan Reagen Lowry E sebanyak 3 mL, divortex, lalu diinkubasi selama 30 menit. Tiap larutan selanjutnya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm. Data hasil yang didapatkan kemudian dibuat kurva standarnya menggunakan aplikasi Microsoft Excel untuk memperoleh persamaan regresinya. Persamaan tersebut akan digunakan untuk menentukan konsentrasi protein terlarut dalam sampel.

Tabel 5. Komposisi larutan standar

Larutan Induk (mL)	Aquades (mL)	Konsentrasi BSA ($\mu\text{g/mL}$)
1	4	0
0,4	3,6	30
0,8	3,2	60
1,6	2,4	120
3,2	0,8	240
4	0	300

2. Pengukuran Kadar Protein Terlarut Sampel

Sampel tempe ditimbang 1 g, kemudian dihaluskan menggunakan alu dan mortar. Sampel yang telah halus ditambahkan dengan 9 mL aquades, dihomogenkan, lalu dituang ke tabung sentrifuge. Larutan sampel diinkubasi selama 10 menit dalam keadaan dingin (freezer), kemudian disentrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit. Supernatan sampel selanjutnya diambil sebanyak 0,5 mL dan dilarutkan dengan aquades hingga volumenya menjadi 10 mL. Larutan tersebut diambil sebanyak 1 mL, ditambahkan Reagen Lowry D 1 mL, dihomogenkan, lalu didiamkan selama 10 menit. Setelah itu ditambahkan Reagen Lowry E 3 mL, divortex, dan didiamkan kembali selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 660 nm. Hasil absorbansi yang didapat kemudian dicatat dan dihitung kadar protein terlarutnya menggunakan persamaan regresi dari kurva standar sebelumnya.

3.5.6 Uji sensori

Pengujian sensori tempe dilakukan menggunakan uji skoring dengan parameter tekstur, warna, dan aroma pada sampel tempe mentah. Parameter uji skoring yang digunakan mengacu pada SNI 3144:2015 tentang tempe kedelai, syarat mutu tempe kedelai yang baik adalah tempe dengan warna putih merata pada seluruh permukaan, tekstur kompak, tidak rontok saat diiris, dan berbau khas tempe tanpa adanya bau amoniak. Panelis yang digunakan untuk uji skoring adalah panelis yang dilatih (mahasiswa jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah mengambil MK Uji Sensori) berjumlah 12 orang. Pengujian dilakukan dengan cara menyajikan sampel dalam wadah kecil yang diberi tiga kode acak, pena, dan lembar kuisisioner yang berisikan nama, tanggal, penjelasan atau petunjuk mengenai uji yang dilakukan, kode sampel, dan tabel penilaian. Lembar kuisisioner yang digunakan pada uji skoring disajikan pada Tabel 6.

3.5.7 Perhitungan total mikroba

Perhitungan jumlah mikroba pada tempe mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Rizal *et al.*, (2020), dengan beberapa modifikasi. Tempe sesuai dengan perlakuan pengemasan dan penyimpanan dilakukan analisis total mikroba. Masing-masing sampel tempe diambil sampelnya sebanyak 1 gram dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85 % dihomogenkan, lalu dibuat seri pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-8} . Selanjutnya diambil masing-masing 1 mL dari tiga pengenceran terakhir dan dilakukan penanaman mikroorganisme dengan metode pour plate dengan menginokulasikan medium agar Plate Count Agar (PCA) yang sedang cair pada temperature suhu 45-50°C. Inkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Penghitungan total mikroba dilakukan pada semua koloni yang tumbuh dalam setiap cawan petri. Jumlah mikroba per mL dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah mikroba CFU/ mL} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

3.6 Penentuan Pengemasan Terbaik

Penentuan pengemasan terbaik menggunakan metode uji Efektivitas Pembobotan (De Garmo, 1984). Pengemasan terbaik adalah pengemasan yang dapat mempertahankan mutu tempe selama penyimpanan sesuai dengan standar SNI 3144: 2015, kadar air tempe (maks. 65%), memiliki skor uji sensori (warna, aroma, tekstur), nilai kekerasan, dan protein tertinggi, serta memiliki nilai susut bobot, kadar air, dan total mikroba yang terendah.

Tabel 6. Lembar kuisioner

Kuisioner Uji Skoring

Nama : _____ Sampel : Tempe
 Tanggal : _____

Dihadapan anda disajikan sampel tempe yang diberi kode acak. Anda diminta untuk memberikan skor 1-5 pada tabel dengan parameter berikut sesuai keterangan yang terlampir.

Penilaian	Kode Sampel		
	K	253	954
Warna	9		
Tekstur	9		
Aroma	9		

1. Warna
(lihat dan amati warna pada sampel)
Keterangan:
9: sangat putih merata, miselium menyelimuti di seluruh permukaan tempe
7: putih miselium, menyelimuti permukaan tempe
5: putih sedikit kekuningan, miselium hampir menyelimuti tempe
3: kekuningan, miselium menyelimuti sebagian tempe
1: kuning kecoklatan, miselium hampir tidak ada

2. Tekstur
(amati dan tekan sampel dengan jari)
Keterangan:
9: sangat kompak, tidak mudah rontok
7: kompak, tidak mudah rontok
5: agak kompak
3: tidak kompak, mudah rontok
1: sangat tidak kompak

3. Aroma
(cium aroma pada sampel)
Keterangan:
9: khas tempe segar
7: khas tempe
5: agak khas tempe, sedikit bau (*overfermented*)
3: berbau (*overfermented*)
1: sangat berbau menyengat(*overfermented*)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu dingin ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$) berpengaruh nyata terhadap skor sensori parameter warna tempe mosaccha tertinggi 8,23 dan terendah 2,92; skor aroma tempe mosaccha tertinggi 8,28 dan terendah 4,23; skor tekstur tempe mosaccha tertinggi 8,28 dan terendah 4,59; kadar air tempe mosaccha tertinggi 64,05 % dan terendah 59,65%; susut bobot tempe mosaccha tertinggi 2,36% dan terendah 0,22%; kekerasan tempe mosaccha tertinggi 557,42 gf dan terendah 311,58 gf; kadar protein terlarut tempe mosaccha tertinggi 55,92 mg/g dan terendah 33,24 mg/g; serta total mikroba tempe mosaccha tertinggi 9,24 log CFU/mL dan terendah 9,13 log CFU/mL.
2. Pengemasan terbaik tempe mosaccha berdasarkan uji efektivitas pembobotan De Garmo yaitu kondisi pengemasan vakum. Tempe dengan pengemasan vakum memiliki skor uji sensori tertinggi parameter skor aroma 6,06; skor tekstur 6,74, dan memiliki nilai terendah parameter susut bobot 0,87, kadar air 61,12%; dan total mikroba yaitu 9,12 log CFU/mL. Tempe pengemasan vakum dapat mempertahankan sifat sensori hingga hari ke 3 parameter aroma dan warna, serta hari ke 4 parameter tekstur, namun tempe masih layak konsumsi hingga penyimpanan hari ke 4 parameter aroma dan hari ke 6 parameter tekstur. Parameter kadar air masih memenuhi standar SNI hingga penyimpanan hari ke-7 yaitu 59,65% (SNI 3144:2015, kadar air maks 65%).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk selalu menjaga suhu penyimpanan atau suhu kulkas agar tidak mengalami kenaikan dan penurunan suhu secara drastis, untuk menghindari kesalahan saat penelitian.

Kemudian melakukan pengujian secara tepat, cepat dan teliti, karena tempe yang telah dikeluarkan dari kulkas dan kemasan tempe yang telah dibuka memiliki sifat yang mudah rusak atau mudah terkontaminasi. Serta menggunakan alat yang pengujian yang terkalibrasi agar data yang dihasilkan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Widyastuti, S., dan Werdiningsih, W. 2016. Pengaruh pengemasan vakum terhadap kualitas mikrobiologis ayam bakar asap selama penyimpanan. *Pro Food: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2(2): 152-157.
- Adisarwanto. 2013. *Budidaya Kedelai Tropika*. Penebar Swadaya. Jakarta. 76 hlm.
- Alvina, A., dan Hamdani, D. 2019. Proses pembuatan tempe tradisional. *Jurnal Pangan Halal*. 1(1): 9-12.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2019. *Official methods of Analysis 21st Edition*. Chemist Inc. Washington DC. P. 201-208.
- Astawan, M., Hermanianto, J., Suliantari and Sugiyanto, G.S.P. 2016. Application of vacuum packaging to extend the shelf life of fresh-seasoned tempe. *International Food Research Journal*. 23(6): 2571-2580.
- Astawan, M., Nurwitri, C., Suliantari, dan Rochi, A.D. 2015. Kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan dingin untuk memperpanjang umur simpan tempe bacem. *Jurnal Pangan*. 24(2) : 125-134.
- Astawan, M.; Wresdiyati, T., dan L Maknum. 2017. *Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. IPB Press. Bogor. 197 hlm.
- Astawan. M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S. H., dan Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisiko-kimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. 22(3): 241-251.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Rata-rata Pengeluaran Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Makanan Minuman Jadi Per Kabupaten/kota (Rupiah/Kapita/Minggu)*. BPS - Statistics Indonesia. Jakarta. 1 hlm.

- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. BSN. Jakarta. 17 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 3144:2015: Tempe Kedelai*. BSN. Jakarta. 31 hlm.
- Bastian, F., Ishak, A., dan Tawali, B. M. 2013. Daya terima dan kandungan zat gizi formula tepung tempe dengan penambahan semi refined carrageenan (SCR) dan bubuk kakao. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1), 5–8.
- Budiono, R. A. 2016. Pengaruh Jenis Kapang Terhadap Aktivitas Fermentasi Tempe Saga Pohon (*Adenanthera pavonina L.*). (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 80 hlm.
- Darajat, D. P., Susanto, W. H. dan Purwantiningrum, I. 2014. Pengaruh umur fermentasi tempe dan proporsi dekstrin terhadap kualitas susu tempe bubuk. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(1): 47-53.
- Domenico, J., Canova, R., Soveral, L., -F., Nied, C, -O., Costa, M, M., Frandoloso, R., and Kreutz, L, C., 2017. Immunomodulatory effects of dietary β -glucan in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 37(1), 73-78.
- Dietrich, M. A., Olas, B., Kontek, B., and Rabe, J. J., 2011. Beta-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* reduces plasma lipid peroxidation induced by haloperidol. *International Journal of Biological Macromolecules*. 49: 113- 116.
- Duniaji, A. S., Wisaniyasa, W., Puspawati, N. N., and Indri, M.N. 2019. Isolation and identification of *rhizopus oligosporus* local isolate derived from several inoculum source. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(9): 1085-1098.
- Efriwati., Suwanto, A., Rahayu, G., and Nuraida, L. 2013. Population dynamics of yeasts and lactic acid bacteria (LAB) during tempeh production. *HAYATI Journal of Biosciences*. 20 (2) :57-64.
- Ellent, S. S., Dewi, L., dan Tapilouw, M. C. 2022. Karakteristik mutu tempe kedelai (*Glycine max L.*) yang dikemas dengan klobot. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(1): 32-40.

- Gasmi, A.. 2022. Polyphenols in metabolic diseases. *Molecules*. 27(19) : 1-34.
- Hamdani, R.R., Noviar, H. dan Raswen, E. 2017. Karakteristik Bakso Jantung Pisang dan Ikan Patin dengan Metode Pengemasan Vakum dan Non Vakum pada Suhu Dingin. *JOM Fakultas Pertanian*.4(2) : 1-14.
- Huang L., Wang C., Zhang, Y., X. Chen, Z. Huang, and G. Xing, G. 2019. Original article Degradation of antinutritional factors and reduction of immunoreactivity of tempeh by cofermentation with *Rhizopus oligosporus* RT-3 and *Actinomucor elegans* DCY-1. *Interational Journal Food Sci Technol*. 54(5). 1836–1848.
- Karimy, F.M., Damayanti, E., Suryani, A. E., Prasetyo, E., Nuhayati, R., Anwar, M., dan Anggraeni, A.S. 2020 A simple method for analysis of *Saccharomyces cerevisiae* morphology by applying a high vacuum mode of the scanning electron microscopy and without chemical fixatives. *ICONPROBIOS 2019*. 462 : 1-13.
- Khazalina, T. 2020. *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan produk halal berbasis bioteknologi konvensional dan rekayasa genetika. *Journal of Halal Product and Research*.3(2):88-94.
- Krisnawati, A. 2017. Kedelai sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 12(1) : 57-65.
- Kustyawati, M. E. 2009. Kajian peran yeast dalam pembuatan tempe. *AGRITECH*. 29(2):64-70.
- Kustyawati, M. E. 2018. *Saccharomyces cerevisiae*: Metabolit Dan Agensia Modifikasi Pangan. Graha Ilmu. Yogyakarta. 163 hlm.
- Kustyawati, M. E., Nawansih, O., dan Nurdjanah. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2):734-740.
- Lastriyanto, A., Komar, N., dan Pratiwi, SP. 2016. Pendugaan umur simpan pada penyimpanan dingin tempe kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) dengan kemasan vakum menggunakan model arrhenius. *Jurnal Keteknikian Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4(1): 75-86.

- Leeuwen, J. H. V., Rasmussen, M. L., Sanjaraan, S., Koza C. R., Erickson, D. T., Mitra, D., and Jin, B. 2012. Fungal treatment of crop processing wastewater with value-added co-products. Gopalakrishnan K (eds): *Sustainable Bioenergy and Bioproducts, Green Energi and Technology*. 13-44 hlm.
- Lukman, I., N. Huda, dan N. Ismail. 2009. Physicochemical and sensory properties of commercial chicken nugget. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(02):171-180.
- Mathlouthi M. 2013. *Food Packaging and Preservation*. SpringerScience Business Media B.V. Salisbury (UK). 275 hlm.
- Moensaku, E., Sine, Y., dan Pardosi, L. 2021. Isolasi dan identifikasi kapang *Rhizopus* pada tempe kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*). *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 8 (2) : 61-69.
- Mujianto. 2013. Analisis faktor yang mempengaruhi proses produksi tempe produk umkm di kabupaten Sidoarjo. *Jurnal REKA Agroindustri*. 1(1). 8 hlm.
- Muslikhah, S., Choirul, A., dan Martina, A. 2013. Penyimpanan tempe dengan metode modifikasi atmosfer (*modified atmosphere*) mempertahankan kualitas dan daya simpan. *Jurnal Teknol Sains Pangan* (2): 51-60.
- Mutia, A, K., Purwanto, Y. A., dan Pujantoro, L. 2014. Perubahan kualitas bawang merah (*allium ascalonicum l.*) selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda. *Jurnal Pascapanen*. 11(1) : 108-115.
- Nadilla, N. M. G. 2022. Pengaruh Fase Kematangan Tempe Kedelai Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Umur Simpan Tempe Kedelai yang Dikemas Vakum. (Skripsi). Universitas Sriwijaya. 111 hlm.
- Ningsih, T. E., Siswanto., dan Rudju, W. 2018. Aktivitas antioksidan kedelai edamame hasil fermentasi kultur campuran oleh *Rhizopus oligosporus* dan *Bacillus subtilis*. *BERKALA SAINSTEK*. VI (1): 17-21.
- Nugraha, R. 2007. Pengembangan Produk Beku Berbasis Tempe dan Sayur sebagai Pangan Fungsional. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 98 hlm.
- Nurholipah, N., dan Ayun, Q. 2021. Isolasi dan identifikasi *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada tempe asal bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*. 15(1): 98-104.

- Pambudi, A. 2013. Masa Simpan Tempe Segar Berbumbu dengan Metode Vakum dan Suhu Penyimpanan. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 49 hlm.
- Perdani, W.A., dan Utama, Z. 2020. Korelasi kadar asam fitat dan protein terlarut tepungtempe kedelai lokal kuning (*glycine max*) dan hitam (*glycine soja*) selama fermentasi. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*. 15(1) : 1-11.
- Pinasti, L., Nugraheni, Z., dan Wiboworini, B. 2020. Potensi Tempe sebagai Pangan Fungsional dalam Meningkatkan Hemoglobin Remaja Penderita Anemia. *Jurnal AcTion: Aceh Nutrition Journal*. 5(1): 19-26.
- Prior, R.L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Hampsch-Woodill, M., Huang, D., Ou, B., and Jacob, R., 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity oxygen radical absorbance capacity (ORACFL) of plasma and other biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.* 51: 3273–3279.
- Purwanto, Y. A., dan Weliana. 2018. Kualitas tempe kedelai pada berbagai suhu penyimpanan. *Warta IHP*. 35 (2) : 106-112.
- Pusido. 2012. Tempe : *Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Badan Standarisasi nasional. Jakarta. 24 hlm.
- Razie, F., dan Widawati, L. 2018. Kombinasi pengemasan vakum dan ketebalan kemasan untuk memperpanjang umur simpan tempe. *Jurnal Agritepa*. 4(2): 2407 – 1315.
- Rizal, S. dan Kustyawati, M.E. 2019. karakteristik organoleptik dan kandungan beta-glukan tempe kedelai dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2): 127-138.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Murhadi., and Hasanudin, U. 2021. Research article: the growth of yeast and fungi, the formation of β -glucan, and the antibacterial activities during soybean fermentation in producing tempeh. *International Journal of Food Science*. 2021: 1-8.
- Rizal, S., Murhadi., Kustyawati, M. E., and Hasanudin, U. 2020. Growth optimization of *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhizopus oligosporus* during fermentation to produce tempeh with high β -glucan content. *BIODIVERSITAS*. 21(6): 2667-2673.

- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Murhadi, Hasanudin, U., and Subeki. 2022. The effect of inoculum types on microbial growth, β -glucan formation and antioxidant activity during tempe fermentation. *AIMS Agriculture and Food*. 7(2): 370–386.
- Rizal, S., Kustyawati, M.E., Suharyono¹, Putri, T.S.K, and Endaryanto, T. 2023. Effect of substrate type and incubation time on the microbial viability of instant starter for premium tempeh. *AIMS Agriculture and Food*. 8 (2): 461–478.
- Rorong, J. A., dan Wilar, W. F. 2020. Keracunan makanan oleh mikroba. *Techno Science Journal*. 2(2) : 47-60.
- Salim, E. 2012. Kiat Cerdas *Wirausaha Aneka Olahan Kedelai*. Liliy Publisher. Yogyakarta. 146 hlm.
- Sari. R. K. 2022. Pengaruh Penambahan Inokulum Ragi Tempe Instan yang Mengandung *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Sifat Organoleptik dan Kimia Tempe. (Skripsi). Universitas Lampung. 100 hlm.
- Sayuti, S. 2015. Pengaruh bahan kemasan dan lama inkubasi terhadap kualitas tempe kacang gude. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 6 (2) : 148-158.
- Silaban, B. M. J. 2016. Optimasi Fermentasi Produksi Etanol dari Siwalan (*Borassus flaberifer*) Menggunakan Mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipits* dengan Grafikse Surface Methodology. (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. 35 hlm.
- Sine, Y., dan Soetarto, E. S. 2020. Kualitas tempe gude (*Cajanus Cajan (L) Millps.*) berdasarkan karakteristik morfologi dan lama waktu fermentasi. *Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*. 3 (3) : 96-102 hlm.
- Sulistiyono, P., S. Samuel, dan M. M. Mailani. 2016. Pengaruh pembungkus tempe terhadap daya simpan dan sifat fisik tempe. *Media Informasi*. 12(1) : 90-95.
- Suryani, Y., Taupiqurrahman, O., dan Kulsum, Y. 2020. *Mikologi*. PT. Freeline Cipta Ganesia. Padang. 126 hlm.
- Tjokrokusumo, D. 2015. Diversitas jamur pangan berdasarkan kandungan beta-glukan dan manfaatnya terhadap kesehatan. *Prosiding SEMNAS MASYBIODIVINDON*. 1(6): 1520-1523.

- Triandita, N., dan Putri, N.E. 2019. Peranan kedelai dalam mengendalikan penyakit degeneratif. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*. 1 (1) : 6-17 hlm.
- Umami, S., Jaya, I. K. S., Darawati, dan M., Widiada, I. G. N. 2018. Kajian sifat organoleptik dan masa simpan tempe kedelai dengan beberapa jenis kemasan. *Jurnal Gizi Prima*. 3(2) : 142-148.
- Virgianti, D. P. 2015. Uji antagonis jamur tempe (*Rhizopus Sp*) terhadap bakteri patogen enterik. *Biosfera*. 32 (3) : 162 – 168.
- Wahyudi, A. 2018. Pengaruh Variasi Suhu Ruang Inkubasi Terhadap Waktu Pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* pada Pembuatan Tempe Kedelai. *Jurnal Redoks*. 3(1): 37-44.
- Widyanti, E. M., dan Moehadi, B. I. 2016. Proses pembuatan etanol dari gula menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Amobil. *METANA*. 12(2): 31-38.
- Winarsi, H., Purwanto, A., dan Dwiyantri, H. 2010. Kandungan protein dan isoflavon pada kedelai dan kecambah kedelai. *Biota*. 15 (2) : 181-187.
- Yarlina, V. P., dan Astuti, D.I. 2021. Karakterisasi kandungan vitamin b12, folat dan isoflavon tempe kedelai dengan isolat murni *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan *Rhizopus stolonifer* sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*. 12(1) : 92-102 hlm.
- Yuliasuti, B. E. M., Dewi, L., dan Suchyo. 2019. Perbandingan kualitas tempe ikan nila segar dan tempe ikan nila simpan beku. *Bioma*. 8 (1). 248-264
- Zely, F. D. 2014. Pengaruh Waktu dan Kadar *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Produksi Etanol dari Serabut Kelapa pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Enzim Selulase. (Skripsi). Universitas Bengkulu. 12 hlm.