

**PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA  
PENYIMPANAN PADA SUHU RUANG TERHADAP MUTU  
TEMPE YANG DIMODIFIKASI *Saccharomyces cerevisiae***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**FAIRUZSITA NAURA AMALIA SYIFANI  
1914051019**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF PACKAGING CONDITIONS AND DURATION OF STORAGE AT ROOM TEMPERATURE ON THE QUALITY OF *Saccharomyces cerevisiae* MODIFIED TEMPEH

By

FAIRUZSITA NAURA AMALIA SYIFANI

Mosaccha Tempeh is a product of fermented soybeans by the fungus *Rhizopus oligosporus* which is modified by adding the yeast *Saccharomyces cerevisiae* to the inoculum. Tempe is a food that is perishable when stored at room temperature due to the growth of microorganisms in it. The activity of these microorganisms can be slowed down by conditioning the packaging used during storage. This research aims to determine the effect of packaging conditions and storage time for tempeh at room temperature, as well as to obtain the best packaging that can maintain the quality of Mosaccha tempeh in accordance with SNI 3144:2015. This research was carried out using a combination of packaging conditions (non-vacuum and vacuum) and long storage time (0-4 days). The parameters observed were water content, weight change, hardness, dissolved protein content, total microbes, and sensory properties. The data obtained were analyzed statistically using the Barlett and Tuckey tests, then continued with analysis of variance and the BNJ test at the 5% level. The research results showed that packaging conditions and storage time at room temperature had an effect on water content, weight changes, hardness, soluble protein content, total microbes, and sensory properties of Mosaccha tempeh. The best packaging for room temperature storage is non-vacuum packaging. Non-vacuum packaging can maintain the quality of Mosaccha tempeh in accordance with SNI 3144:2015 for 2 days, but the tempeh is still suitable for consumption for up to 3 days of storage. Non-vacuum tempeh has higher sensory test values, soluble protein content, and hardness value, and lower weight changes.

**Keywords:** tempeh, storage, vacuum, room temperature, *Saccharomyces cerevisiae*

## ABSTRAK

### PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA PENYIMPANAN PADA SUHU RUANG TERHADAP MUTU TEMPE YANG DIMODIFIKASI *Saccharomyces cerevisiae*

Oleh

**FAIRUZSITA NAURA AMALIA SYIFANI**

Tempe Mosaccha merupakan produk hasil fermentasi kedelai oleh kapang *Rhizopus oligosporus* yang dimodifikasi dengan penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* pada inokulumnya. Tempe termasuk bahan pangan yang mudah rusak ketika disimpan di suhu ruang akibat pertumbuhan mikroorganisme di dalamnya. Aktivitas mikroorganisme tersebut dapat diperlambat dengan mengondisikan pengemasan yang digunakan selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi pengemasan dan penyimpanan tempe pada suhu ruang, serta memperoleh pengemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu tempe Mosaccha sesuai dengan SNI 3144:2015. Penelitian ini dilakukan menggunakan kombinasi perlakuan kondisi pengemasan (nonvakum dan vakum) dan lama waktu penyimpanan (0-4 hari). Parameter yang diamati yaitu kadar air, perubahan bobot, kekerasan, kadar protein terlarut, total mikroba, dan sifat sensori (warna, aroma, dan tekstur). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji Barlett dan Tuckey, lalu dilanjutkan dengan analisis ragam dan uji BNJ pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu ruang berpengaruh terhadap kadar air, perubahan bobot, kekerasan, kadar protein terlarut, total mikroba, dan sifat sensori tempe Mosaccha. Pengemasan terbaik untuk penyimpanan suhu ruang adalah pengemasan nonvakum. Pengemasan nonvakum dapat mempertahankan mutu tempe Mosaccha sesuai dengan SNI 3144:2015 selama 2 hari, namun tempe masih layak dikonsumsi hingga 3 hari penyimpanan. Tempe nonvakum memiliki skor uji sensori, kadar protein terlarut, dan nilai kekerasan lebih tinggi serta perubahan bobot lebih rendah.

**Kata kunci:** tempe, penyimpanan, vakum, suhu ruang, *Saccharomyces cerevisiae*

**PENGARUH KONDISI PENGEMASAN DAN LAMA  
PENYIMPANAN PADA SUHU RUANG TERHADAP MUTU  
TEMPE YANG DIMODIFIKASI *Saccharomyces cerevisiae***

**Oleh**

**FAIRUZSITA NAURA AMALIA SYIFANI**

**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 RUANG TERHADAP MUTU TEMPE YANG DIMODIFIKASI *Saccharomyces cerevisiae***

Nama Mahasiswa : **Fairuzsita Naura Amalia Syifani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914051019**

Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Jurusan : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

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

**Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19761118 200112 2 001

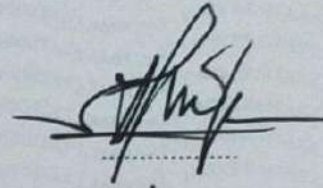
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

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

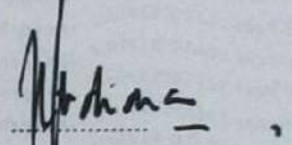
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

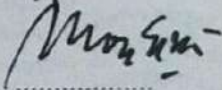
Ketua : Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.



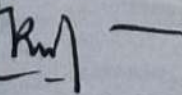
Sekretaris : Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.



Penguji  
Bukan Pembimbing: Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 4 Desember 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fairuzsita Naura Amalia Syifani

NPM : 1914051019

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, 4 Desember 2023  
Pembuat Pernyataan

A handwritten signature in black ink is placed over a red and yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'MERAH TERBUKA'. The signature is written in a cursive style.

038AKX770231410  
**Fairuzsita Naura Amalia Syifani**  
NPM. 1914051019

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Branti pada tanggal 1 April 2001, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suyanto dan Ibu Daryanti. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 5 Lempuyang Bandar pada tahun 2013, SMP Negeri 3 Way Pengubuan pada tahun 2016, dan SMA Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2019. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Batin Baru, Kecamatan Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple, Lampung dengan judul laporan “Mempelajari *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) di Area *Cook Room* pada Proses Produksi Nanas Kaleng di PT Great Giant Pineapple”.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi anggota aktif dalam UKM Kopma Unila, berkontribusi dalam Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HMJ THP) sebagai anggota penuh dan anggota pengurus bidang dana dan usaha, serta menjadi asisten dosen pada mata kuliah Analisis Hasil Pertanian 2021/2022 dan Mikrobiologi Dasar 2022/2023.



## 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 Ruang Terhadap Mutu Tempe yang Dimodifikasi *Saccharomyces cerevisiae*”**. Atas selesainya 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 mencurahkan waktu, ilmu, bimbingan, dan dukungan kepada penulis selama kuliah, terutama dalam proses penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi ini.
4. Ibu Novita Herdiana, S.Pi., M.Si., selaku dosen pembimbing 2 penulis yang telah memberikan ilmu, saran, dan motivasi dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, masukan, dan juga saran terkait penelitian maupun penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf, dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan membantu kegiatan akademik penulis.

7. Kepada orang tua tercinta, bapak Suyanto dan Ibu Daryanti, serta adik tersayang Thalita Syahla Athanajwa Maulani yang selalu memberikan dukungan moral maupun materil, doa, dan kasih sayang tiada henti kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada teman-teman kuliah (Cingu), Elin, Monalisa, Hilma, Rahma, Dhita, Ghea, Hulai, Angel, juga teman seperbimbingan, Honi Aisyah yang senantiasa membantu, berbagi kebersamaan dan suka-duka, serta mendukung penulis dari awal perkuliahan hingga akhir penyelesaian skripsi.
9. Kepada teman-teman grup D'GGSS (Luluk, Siti, Titis, Naida, Candra, Icha, Memei, Mega, Alya, Nisa, dan Gita), Tawon (Afra, Rani, Masyta, Egi, dan Piji), Log in (Mona dan Zatira), dan Paketku (Cyalala, Cekang, Dinziey, dan Nayla) yang tetap selalu memberikan semangat dan doa meskipun saling terpecah meraih impian masing-masing, serta menjadi tempat ketika penulis lelah dan jenuh selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
10. Kepada Muhammad Hafiz Fadhlurrahman yang senantiasa meluangkan waktu, membantu, dan memberikan dukungan kepada penulis sejak awal penulisan, pengerjaan penelitian, hingga penyelesaian skripsi ini.
11. Kepada teman-teman Jurusan THP FP Unila, terkhusus kelas THP A 19, juga kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu penulis selama perkuliahan, sampai penulisan skripsi ini selesai.

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

Bandar Lampung, 4 Desember 2023  
Penulis

Fairuzsita Naura Amalia Syifani

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan .....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tempe.....	6
2.2 <i>Rhizopus oligosporus</i> .....	9
2.3 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	10
2.4 Tempe Modifikasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	11
2.5 Pengemasan Tempe.....	13
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	15
3.2 Bahan dan Alat.....	15
3.3 Metode Penelitian .....	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	17
3.4.1 Pembuatan Tempe Modifikasi .....	17
3.4.1.1 Persiapan Kultur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	17
3.4.1.2 Persiapan Kultur <i>Rhizopus oligosporus</i> .....	18
3.4.1.3 Pembuatan Inokulum Tempe Modifikasi.....	20
3.4.1.4 Pembuatan Tempe Kedelai .....	21
3.4.2 Perlakuan Penyimpanan Tempe.....	21

3.4.3 Pengamatan.....	22
3.4.3.1 Kadar Air .....	22
3.4.3.2 Perubahan Bobot.....	23
3.4.3.3 Kekerasan.....	23
3.4.3.4 Kadar Protein Terlarut .....	24
3.4.3.5 Total Mikroba .....	26
3.4.3.6 Uji Sensori .....	26
3.4.4 Penentuan Kemasan Terbaik .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Kadar Air.....	29
4.2 Perubahan Bobot .....	31
4.3 Kekerasan ( <i>Hardness</i> ).....	33
4.4 Kadar Protein Terlarut .....	35
4.5 Total Mikroba .....	37
4.6 Sensori.....	39
4.6.1 Warna.....	39
4.6.2 Tekstur .....	42
4.6.3 Aroma .....	44
4.7 Perlakuan Terbaik .....	46
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Simpulan .....	48
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan kandungan gizi kedelai dan tempe per 100 g .....	7
2. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015 .....	8
3. Perlakuan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan tempe .....	16
4. Komposisi larutan standar .....	25
5. Kuisisioner uji skoring .....	27
6. Hasil uji BNJ 5% terhadap kadar air tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	30
7. Hasil uji BNJ 5% terhadap bobot tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	32
8. Hasil uji BNJ 5% terhadap kekerasan ( <i>hardness</i> ) tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	33
9. Hasil uji BNJ 5% terhadap kadar protein terlarut tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	36
10. Hasil uji BNJ 5% terhadap total mikroba pada tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	38
11. Hasil uji BNJ 5% terhadap warna tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	40
12. Hasil uji BNJ 5% terhadap tekstur tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	42
13. Hasil uji BNJ 5% terhadap aroma tempe modifikasi yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	44
14. Uji efektivitas pembobotan per kelompok kondisi pengemasan pada hasil pengamatan tempe Mosaccha .....	46
15. Rekapitulasi data hasil perlakuan pada setiap parameter pengamatan tempe Mosaccha .....	47

16. Data kadar air tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	57
17. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) terhadap kadar air tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	58
18. Analisis ragam terhadap kadar air tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	59
19. Uji BNJ taraf 5% terhadap kadar air tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	59
20. Data bobot tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	60
21. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) terhadap bobot tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	60
22. Analisis ragam terhadap bobot tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan .....	61
23. Uji BNJ taraf 5% terhadap bobot tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	61
24. Data kekerasan ( <i>hardness</i> ) tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	62
25. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) terhadap kekerasan ( <i>hardness</i> ) tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	62
26. Analisis ragam terhadap kekerasan ( <i>hardness</i> ) tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	63
27. Uji BNJ taraf 5% terhadap kekerasan ( <i>hardness</i> ) tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	63
28. Data kadar protein terlarut tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	64
29. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) terhadap kadar protein terlarut tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	64
30. Analisis ragam terhadap kadar protein terlarut tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	65
31. Uji BNJ taraf 5% terhadap kadar protein terlarut tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	65
32. Data total mikroba tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	66

33. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) terhadap total mikroba tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	66
34. Analisis ragam terhadap total mikroba tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	67
35. Uji BNJ taraf 5% terhadap total mikroba tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	67
36. Data skor sensori warna tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	68
37. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) skor sensori warna tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	68
38. Analisis ragam terhadap skor sensori warna tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	69
39. Uji BNJ taraf 5% terhadap total skor sensori warna tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	69
40. Data skor sensori tekstur tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	70
41. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) skor sensori tekstur tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	70
42. Analisis ragam terhadap skor sensori tekstur tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	71
43. Uji BNJ taraf 5% terhadap total skor sensori tekstur tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	71
44. Data skor sensori aroma tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	72
45. Uji kehomogenan ragam ( <i>Bartlett's test</i> ) skor sensori aroma tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang.....	72
46. Analisis ragam terhadap skor sensori aroma tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	73
47. Uji BNJ taraf 5% terhadap total skor sensori aroma tempe yang dikemas nonvakum dan vakum selama 0-4 hari penyimpanan suhu ruang .....	73
48. Pembobotan data rata-rata perlakuan per kondisi pengemasan .....	74
49. Uji efektifitas pembobotan pada seluruh perlakuan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan terhadap tempe Mosaccha.....	75
50. Absorbansi larutan standar protein.....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tempe.....	8
2. Diagram alir pembiakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	18
3. Diagram alir pembiakan <i>Rhizopus oligosporus</i> . ....	19
4. Diagram Alir Pembuatan ragi tempe.....	20
5. Diagram Alir Pembuatan tempe kedelai. ....	22
6. Tempe Mosaccha penyimpanan 0-4 hari yang dikemas secara nonvakum dan vakum pada penyimpanan suhu ruang .....	29
7. Kurva standar protein .....	76
8. Persiapan kultur <i>R. oligosporus</i> dan <i>S. cerevisiae</i> . ....	78
9. Pembuatan inokulum tempe Mosaccha.....	78
10. Pembuatan tempe Mosaccha. ....	78
11. Hasil tempe dan proses perlakuan penyimpanan. ....	79
12. Penimbangan bobot tempe. ....	79
13. Proses pengujian kadar air. ....	79
14. Proses pengujian kekerasan ( <i>hardness</i> ). ....	79
15. Proses pengujian kadar protein terlarut.....	80
16. Proses pengujian total mikroba. ....	80
17. Hasil pengujian total mikroba. ....	80
18. Proses pengujian sensori. ....	80



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tempe adalah salah satu makanan tradisional Indonesia yang terbuat dari hasil fermentasi kedelai menggunakan kapang *Rhizopus* sp. Tempe termasuk makanan yang populer dan banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Data Badan Pusat Statistik tahun 2021 menyebutkan bahwa rata-rata konsumsi tempe di Indonesia per kapita mencapai 7,59 kg per tahun. Sekitar 50% konsumsi kedelai di Indonesia diolah dalam bentuk tempe, sehingga menjadikan Indonesia sebagai negara produsen tempe terbesar di dunia (BSN, 2012). Tempe mengandung zat-zat gizi, seperti karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, serta menjadi sumber protein yang baik meskipun harganya lebih murah dibanding sumber protein hewani (Alvina dan Hamdani, 2019). Kandungan gizi tempe diyakini lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh karena aktivitas kapang *Rhizopus* sp. yang tumbuh selama fermentasi tempe. Kapang tersebut mampu menguraikan senyawa kompleks dalam kedelai menjadi senyawa-senyawa sederhana yang mudah dicerna (Kasmidjo, 1990; Rahayu dkk., 2015).

Saat ini telah banyak inovasi yang dikembangkan untuk meningkatkan mutu dan nilai gizi tempe, diantaranya dengan cara memodifikasi inokulum atau ragi tempe yang digunakan. Inokulum tempe merupakan agen pengubah kedelai menjadi tempe yang umumnya terbuat dari kumpulan spora kapang *Rhizopus oligosporus* (Rahayu dkk., 2015). Salah satu upaya pengembangan yang dilakukan adalah penelitian oleh Rizal dan Kustyawati (2019) yang melakukan pembuatan tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* pada inokulumnya. Tempe yang dihasilkan pada penelitian tersebut beraroma lebih tidak langu dan mengandung

$\beta$ -glukan.  $\beta$ -glukan adalah jenis polisakarida yang diketahui bermanfaat bagi kesehatan, diantaranya sebagai immunomodulator untuk meningkatkan daya tahan tubuh (Pengkumsri *et al.*, 2017), serta antiinfeksi terhadap mikroorganisme (Hetland *et al.*, 2013). Tempe yang dimodifikasi dengan penambahan *S. cerevisiae* (*modified by Saccharomyces cerevisiae*) diyakini memiliki sifat fungsional yang lebih baik dibanding tempe pada umumnya karena lebih tinggi kandungan vitamin B12 (Kustyawati *et al.*, 2020), aktivitas antibakteri (Rizal *et al.*, 2021), dan aktivitas antioksidannya (Rizal *et al.*, 2022).

Inokulum tempe yang terbuat dari kultur *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* pada penelitian sebelumnya masih dalam bentuk cair, sehingga penggunaannya dianggap kurang praktis. Penelitian Rizal *et al.* (2023) selanjutnya mengembangkan inokulum campuran *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* dalam bentuk bubuk kering instan menggunakan substrat tepung beras. Inokulum dalam bentuk ini dinilai lebih praktis karena dapat langsung digunakan tanpa perlu dilarutkan, mudah disimpan, dan memiliki masa simpan yang lebih lama dibanding inokulum cair. Tempe yang dibuat menggunakan inokulum instan ini juga memenuhi syarat mutu SNI 3144:2015, baik secara kenampakan fisik maupun secara komponen gizi.

Tempe tergolong ke dalam produk pangan yang memiliki umur simpan relatif singkat. Menurut Purwanto dan Weliana (2018), tempe yang disimpan di suhu ruang hanya berumur 2 hari. Penurunan mutu pada tempe diakibatkan oleh aktivitas kapang yang terus mendegradasi protein dan turunannya sehingga menimbulkan bau amoniak, diikuti dengan perubahan warna miselium tempe menjadi kecoklatan (Cahyadi, 2007; Purwanto dan Weliana, 2018). Hal ini menjadi permasalahan bagi produsen karena diperlukannya waktu untuk memasarkan tempe menyebabkan kualitas tempe sudah menurun saat di tangan konsumen (Razie dan Widawati, 2018). Untuk itu, diperlukan suatu cara untuk melindungi dan menahan kerusakan tempe selama penyimpanan, salah satunya dengan penggunaan teknologi kemasan.

Metode pengemasan tempe yang banyak ditemukan di masyarakat adalah pengemasan secara tradisional menggunakan dedaunan dan pengemasan dengan plastik. Dibanding kemasan daun, kemasan plastik dinilai lebih efektif dalam mempertahankan mutu tempe karena memiliki tingkat permeabilitas yang lebih rendah terhadap udara, panas, dan uap air (Umami dkk., 2018). Selain pengemasan konvensional dengan daun dan plastik, terdapat metode lain yang lebih *advance*, yakni dengan pengemasan vakum. Pengemasan vakum adalah pengemasan dimana semua udara dalam kemasan dikeluarkan dan ditutup rapat sehingga tercipta kondisi tanpa oksigen dalam kemasan tersebut (Jay, 2000; Astawan dkk., 2015). Kondisi ketiadaan oksigen tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan reaksi-reaksi kimia sehingga memperpanjang umur simpan produk. Berdasarkan uraian tersebut, perbedaan kondisi pengemasan yang diterapkan pada produk tempe diduga akan mempengaruhi penurunan mutunya selama penyimpanan. Belum ada kajian spesifik mengenai bagaimana pengaruh kondisi pengemasan terhadap mutu tempe modifikasi *Saccharomyces cerevisiae* yang disimpan di suhu ruang. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan dan hasilnya diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan kemasan yang akan digunakan.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu ruang terhadap mutu tempe yang dimodifikasi *S. cerevisiae*.
2. Mengetahui kemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu tempe yang dimodifikasi *S. cerevisiae* selama penyimpanan pada suhu ruang.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Tempe merupakan pangan fermentasi berbahan dasar kedelai yang dibuat dengan menginokulasikan kapang jenis *Rhizopus oligosporus*. Menurut Kustyawati (2009), kehadiran khamir yang berinteraksi dengan mikroflora lain dalam

fermentasi tempe kemungkinan mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas gizi dan flavor tempe. Tempe *modified by Saccharomyces* (Mosaccha) adalah tempe yang terbuat dari inokulum campuran kapang *R. oligosporus* dan khamir *S. cerevisiae* yang memiliki sejumlah keunggulan dibanding tempe pada umumnya. Menurut Rizal dan Kustyawati (2019), tempe dengan penambahan khamir *S. cerevisiae* 1% dan 3% menghasilkan tempe beraroma langu lebih rendah dan mengandung  $\beta$ -glukan sebesar 0,181% dan 0,250%. Peningkatan pertumbuhan khamir dan kandungan  $\beta$ -glukan pada tempe Mosaccha berkorelasi dengan peningkatan aktivitas antibakteri (Rizal *et al.*, 2021) dan aktivitas antioksidan pada tempe (Rizal *et al.*, 2022). Tempe yang diinokulasi dari inokulum campuran *R. oligosporus* 1,5% dan *S.cerevisiae* 1,5% menghasilkan  $\beta$ -glukan 0,58% dan aktivitas antioksidan tertinggi 82,42% (Rizal *et al.*, 2022). Inokulum tempe Mosaccha saat ini telah dikembangkan dalam bentuk bubuk kering yang praktis menggunakan substrat tepung beras. Inokulum tersebut menghasilkan tempe dengan kriteria fisik dan kandungan gizi yang memenuhi syarat mutu SNI 3144:2015 (Rizal *et al.*, 2023).

Perubahan mutu dan kerusakan pada tempe terjadi seiring semakin lama waktu penyimpanan. Menurut Purwanto dan Weliana (2018), tempe yang disimpan di suhu ruang hanya dapat bertahan selama dua hari. Hal ini dikarenakan aktivitas enzimatik kapang tempe. Selama proses fermentasi tempe, terjadi degradasi makromolekul oleh enzim menjadi molekul yang sederhana, serta pelarutan sebagian dinding sel dan bahan intraseluler, yang menyebabkan perubahan tekstur, flavor, dan nilai gizi kedelai (Rahayu dkk. 2015). Penambahan khamir *Saccharomyces cereisiae* dalam tempe diketahui berpengaruh terhadap perubahan komposisi gizi tempe selama fermentasi, yakni terjadi peningkatan kadar protein, kadar abu, kadar air dan penurunan kadar lemak dan karbohidrat (Rizal *et al.*, 2022). Apabila proses fermentasi terjadi dalam jangka waktu yang terlalu lama, protein tempe akan terdegradasi terus menerus oleh enzim proteolitik menghasilkan amoniak (NH<sub>3</sub>). Timbulnya bau amoniak serta perubahan miselium

kapang menjadi coklat, basah, dan berlendir menjadi ciri bahwa tempe tersebut sudah tidak layak dikonsumsi karena sudah mengalami penurunan mutu (Purwanto dan Weliana, 2018).

Perbedaan kondisi pengemasan yang diterapkan pada produk tempe akan mempengaruhi penurunan mutu tempe. Penggunaan kemasan difungsikan untuk melindungi produk pangan termasuk didalamnya memperlambat kerusakan produk, menjaga kualitas, dan memperpanjang usia penyimpanan (Astawan dkk., 2015). Membatasi banyaknya oksigen yang kontak dengan bahan pangan melalui pengondisian kemasan diharapkan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi-reaksi kimia sehingga mutu produk tidak cepat berubah. Pengemasan plastik pada tempe dapat mempertahankan mutu tempe kedelai secara sensori selama 2 hari (Umami dkk., 2018) sampai 3 hari (Ellent dkk., 2022). Menurut Astawan dkk. (2015), tempe bacem yang dikemas nonvakum pada suhu ruang memiliki umur simpan 2 hari, sedangkan kombinasi pengemasan vakum dan suhu dingin dapat mempertahankan mutu tempe bacem hingga 18 hari. Penelitian oleh Razie dan Widawati (2018) menunjukkan kemasan sekunder plastik PP 0.06 mm dengan metode vakum dapat mempertahankan kadar protein tempe diatas standar SNI selama 4 hari dan masih dapat diterima oleh panelis uji sensori. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditetapkan perlakuan penyimpanan tempe Mosaccha pada suhu ruang dengan kondisi pengemasan nonvakum dan vakum dan lama waktu penyimpanan 0-4 hari untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mutu tempe yang dimodifikasi *Sachharomyces cerevisiae*.

#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu ruang terhadap mutu tempe yang dimodifikasi *S. cerevisiae*.
2. Terdapat jenis kemasan terbaik yang dapat mempertahankan mutu tempe yang dimodifikasi *S. cerevisiae* selama penyimpanan pada suhu ruang.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tempe

Tempe adalah salah satu olahan tradisional asli Indonesia yang dikenal luas oleh masyarakat. Tempe yang paling umum terbuat dari biji kedelai (*Glycine max* L), namun dapat juga terbuat dari kacang-kacangan ataupun biji-bijian lain yang difermentasi oleh kapang *Rhizopus sp* (Rahayu dkk., 2015). Tempe mengandung beranekaragam zat gizi dan senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh, baik bagi pencernaan, peredaran darah, dan pernapasan, diantaranya meningkatkan imunitas, mengobati diare, mencegah anemia, dsb. (Aryanta, 2020). Pengolahan kedelai menjadi tempe dapat mengubah sifat fisik dan kimia kedelai sehingga menjadikan kandungan gizi pada tempe lebih mudah diserap tubuh. Fermentasi oleh mikroorganisme pada kedelai dapat memperbaiki nilai cerna dari protein dan karbohidrat akibat terjadinya penguraian komponen-komponen yang terdapat pada kedelai sehingga dapat dicerna dan diserap oleh tubuh lebih mudah. Proses tersebut terjadi karena adanya enzim-enzim seperti protease, lipase, dan amilase (Cahyadi, 2007). Perbandingan kandungan zat gizi dalam kedelai dan tempe disajikan pada Tabel 1.

Fermentasi tempe pada umumnya menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus*, namun dapat dikombinasikan dengan *Rhizopus oryzae*. Miselia kapang *Rhizopus* akan tumbuh menyelimuti permukaan dan mengikat biji kedelai satu sama lain, sehingga membentuk struktur yang kompak dan tekstur yang padat (Astawan dkk., 2013). Akan tetapi, kapang *Rhizopus oryzae* memiliki aktivitas amilase yang tinggi sehingga kurang baik untuk membuat produk tempe karena enzim ini memecah pati dari biji-bijian menjadi gula sederhana yang kemudian mengalami

fermentasi menjadi asam organik dan menghasilkan *flavor* dan warna yang tidak diinginkan. Fermentasi pada tempe dapat menghilangkan bau langu dari kedelai yang disebabkan oleh aktivitas dari enzim lipoksigenase yang aktif saat biji kedelai kontak dengan udara (oksigen). Fermentasi kedelai menjadi tempe juga akan meningkatkan kandungan fosfor karena hasil kerja enzim fitase yang dihasilkan kapang *Rhizopus oligosporus* yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat yang bebas (Cahyadi, 2007).

Tabel 1. Perbandingan kandungan gizi kedelai dan tempe per 100 g

Zat Gizi	Kedelai (kering)	Tempe (mentah)
Energi (kal)	381	201
Protein (g)	40,4	20,8
Lemak (g)	16,7	8,8
Karbohidrat (g)	24,9	13,5
Serat (g)	3,2	1,4
Abu (g)	5,5	1,6
Kalsium (mg)	222	155
Fosfor (mg)	682	326
Besi (mg)	10	4
Kalium (mg)	713,4	234
Seng (mg)	3,9	1,7
Vitamin B1 (mg)	0,52	0,19
Vitamin B2 (mg)	0,12	0,57
Air	12,7	55,3

(Sumber: Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, 2018)

Karakteristik dan mutu tempe kedelai dipengaruhi oleh teknologi prosesnya, jenis kedelai, dan kultur yang digunakan (Rahayu dkk, 2015). Ketiga faktor tersebut bersama-sama menentukan karakteristik mutu fisik, sensori, dan kimiawi tempe. Pertumbuhan kapang yang membentuk tempe bergantung pada kondisi lingkungan pendukung yang meliputi ketersediaan oksigen, suhu sekitar 30°C, kelembapan nisbi 70-80%, dan pH awal kedelai sekitar 4-5 (Dwinaningsih, 2010). Pembuatan tempe yang berhasil ditandai dengan terbentuknya lapisan putih yang menyelimuti kedelai dan tempe tidak hancur saat dipotong, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Menurut SNI 1344:2015, tempe yang dianggap bermutu adalah tempe yang berwarna putih merata, belum terbentuk spora kapang (berwarna abu-abu kehitaman), kompak, dan beraroma khas tempe tanpa aroma amoniak. Syarat

mutu tempe kedelai menurut SNI 1344:2015 disajikan pada Tabel 2. Masuknya kontaminan saat proses pembuatan dapat menggagalkan pembentukan tempe sehingga kebersihan selama proses pembuatan tempe perlu dijaga. Kegagalan tersebut diantaranya adalah tempe yang tetap basah, pertumbuhan kapang yang kurang baik, tempe berbau busuk, terdapat bercak hitam di permukaan kedelai, dan kapang hanya tumbuh baik di salah satu bagian.



Gambar 1. Tempe.  
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Tabel 2. 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)



## 2.2 *Rhizopus oligosporus*

*Rhizopus oligosporus* merupakan kelompok kapang yang banyak digunakan untuk membuat tempe. Kapang ini memiliki ukuran diameter 10-18  $\mu\text{m}$  dengan panjang  $>1000 \mu\text{m}$ . *R. oligosporus* memiliki sporangiofor tunggal atau dalam kelompok dengan dinding halus atau agak sedikit kasar dan akan membentuk koloni berwarna abu-abu dengan tinggi kurang lebih 1 mm. Ukuran sporangiosfor kapang ini berkisar antara 150-400  $\mu\text{m}$  dengan ukuran sporangium 80-120  $\mu\text{m}$ , dan setelah 7 hari akan pecah dan spora akan keluar kolumela (Nurholipah dan Ayun, 2021). Bentuk kolumela globose berukuran panjang dan lebar yaitu 50  $\mu\text{m}$  dan 40  $\mu\text{m}$  (Dewi dan Aziz, 2011). *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh pada suhu 12-42°C, dengan suhu optimal yaitu 32-35°C (Astawan dkk., 2017).

Taksonomi *Rhizopus oligosporus* sebagai berikut (Fardiaz, 1989).

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

Hasil dari proses fermentasi kapang *R. oligosporus* mampu menghasilkan beberapa enzim diantaranya enzim protease yang menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino bebas, enzim lipase yang menguraikan lemak menjadi asam-asam lemak, dan enzim amilase yang menguraikan karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Nurhalipah dan Ayun, 2021). Pemecahan protein dan lemak menjadi komponen yang berukuran lebih kecil dan mudah menguap inilah yang berkontribusi terhadap aroma khas tempe. Dibandingkan dengan kapang tempe lainnya, kapang ini memiliki aktivitas protease dan lipase yang kuat (yang sangat ideal untuk memecah protein dan lemak kedelai) yang dikombinasikan dengan aktivitas amilase yang lemah, sangat cocok untuk

memproduksi tempe dari biji-bijian. Hal ini juga yang menjadikan *Rhizopus oligosporus* lebih cepat tumbuh dibanding spesies kapang lainnya (Astawan dkk., 2017).

### 2.3 *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir atau jenis jamur yang tersusun atas sel tunggal dan tidak memiliki hifa (Khazalina, 2020). Sel khamir terdiri dari kapsul, dinding sel, membran sitoplasma, nucleus, vakuola, globula lipid dan mitokondria. Khamir ini berbentuk oval (bulat telur) dengan ukuran sekitar 1-5 $\mu$ m atau 20-25 $\mu$ m dengan lebar sekitar 1-10 $\mu$ m. Koloninya berbentuk rata, lembab, mengkilap dan halus (Agustining, 2012). *Saccharomyces cerevisiae* termasuk dalam golongan Ascomycomycetes karena dapat membentuk askospora dalam askus. Spesies ini dapat bereproduksi secara seksual dengan membentuk spora seksual berupa konidium atau juga bereproduksi secara aseksual dengan membentuk spora aseksual berupa askospora sebanyak 4-8 buah dalam askus serta melakukan pertunasan. Pertunasan pada spesies ini dapat berupa pertunasan multilateral, yaitu tunas dapat tumbuh disekitar ujung sel (Agustining, 2012).

Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut (Agustining, 2012).

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

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme penghasil enzim amilase ekstraseluler. Aktivitas enzim amilase dari khamir amilolitik, terutama isoamilase, dapat menghidrolisis ikatan  $\alpha$  (1,6)- pada amilopektin dalam bahan pangan

berbahan pati. Khamir ini memfermentasi gula seperti glukosa, fruktosa, manosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, dan maltotriosa sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya dan menghasilkan etanol dan CO<sub>2</sub> (Walker and Stewart, 2016). Oleh karena itu, *S. cerevisiae* sering digunakan secara komersial dalam industri pangan seperti roti, tape, dan minuman beralkohol (Khazalina, 2020).

Sebagian besar *S. cerevisiae* dapat tumbuh pada suhu 5-40°C, namun suhu optimum untuk pertumbuhannya pada kisaran 25-35°C. *Saccharomyces cerevisiae* lebih menyukai media yang sedikit asam dengan pH optimal 4,5-5,5 dan a<sub>w</sub> antara 0,89-0,91. Khamir ini dapat tumbuh subur dibawah tekanan oksigen yang rendah dalam minuman maupun lapisan makanan. Meski dapat tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik, *S. cerevisiae* tetap membutuhkan oksiden untuk menjaga kelangsungan hidup. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki toleransi terhadap etanol dalam konsentrasi yang cukup tinggi, dimana khamir tersebut dapat tumbuh pada konsentrasi etanol 8-12% dalam minuman dan bertahan pada konsentrasi sekitar 15% (v/v). Keunggulan lain khamir *S. cerevisiae* yaitu memiliki waktu penggandaan sel yang relatif cepat, yakni selama 1,25-2 jam pada suhu 30°C sehingga dapat dikultur dengan mudah (Stewart, 2014).

#### **2.4 Tempe Modifikasi *Saccharomyces cerevisiae***

Tempe *modified by Saccharomyces* (Mosaccha) merupakan tempe yang dibuat menggunakan inokulum campuran kapang *Rhizopus oligosporus* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Rizal *et al.*, 2023). Menurut Kustyawati (2009), keberadaan khamir yang berinteraksi dengan mikroflora lain dalam tempe diduga mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas gizi dan flavor tempe, dimana salah satu khamir yang ditemukan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Inovasi tempe ini diyakini memiliki keunggulan dari segi sensori dan manfaat bagi kesehatan dibanding tempe pada umumnya karena khamir *S. cerevisiae* yang ditambahkan dikenal sebagai sumber penghasil β-glukan. β-glukan adalah senyawa polisakarida yang memiliki aktivitas biologis: sebagai agen anti infeksi terhadap mikroba (Hetland *et al.*, 2013); sebagai antitumor, antimutagenik,

dan antitumorigenik (Widyastuti dkk. 2011); dan sebagai peningkat respon imunitas antikanker (Vannucci *et al.*, 2013).

Menurut Rizal dan Kustyawati (2019), penambahan *S. cerevisiae* 1% menghasilkan  $\beta$ -glukan sebesar 0,181%, dan penambahan *S. cerevisiae* 3% menghasilkan  $\beta$ -glukan yang lebih tinggi yakni 0,250% dengan hasil uji sensori tempe yang dihasilkan beraroma khas tempe, bau langu lebih rendah, tidak berasa asam, dan tidak pahit. Selain memiliki kandungan  $\beta$ -glukan yang lebih tinggi, tempe yang dibuat dengan inokulum kombinasi *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae* mengandung vitamin B<sub>12</sub> sebesar 3.15 mg 100 g<sup>-1</sup>, lebih tinggi dibanding tempe yang hanya diinokulasikan *R. oligosporus* saja, yakni sebesar 2.88 mg 100 g<sup>-1</sup> (Kustyawati *et al.*, 2020). Penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam tempe diketahui juga berpengaruh terhadap perubahan komposisi gizi tempe selama fermentasi, yakni terjadi peningkatan kadar protein, abu, air dan penurunan kadar lemak dan karbohidrat. Penambahan 1% *S. cerevisiae* dan 1% *R. oligosporus* pada tempe fermentasi 45 jam menghasilkan kandungan gizi terbaik dengan kadar protein 17,40%, kadar lemak 8,23%, kadar air 65,74%, kadar abu 1,33, kadar karbohidrat 7,30% dan kandungan  $\beta$ -glukan 0,13%. (Rizal *et al.*, 2022).

Tempe Mosaccha terbukti memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan yang lebih tinggi dibanding tempe dengan inokulum umumnya. Komponen utama penyusun dinding sel *S. cerevisiae* adalah  $\beta$ -(1,3)- dan  $\beta$ -(1,6)-glukan, sehingga penambahan *S. cerevisiae* pada pembuatan tempe dapat meningkatkan jumlah pertumbuhan khamir serta kandungan  $\beta$ -glukan pada tempe (Rizal *et al.* 2021). Berdasarkan hasil penelitian Rizal *et al.*, (2021), kandungan  $\beta$ -glukan dan aktivitas antibakteri tertinggi berasal dari tempe Mosaccha yang difermentasi 40 jam, yakni 0,578% dengan zona hambat sebesar 25,98  $\pm$  0,56 mm, sedangkan zona hambat perlakuan tanpa kultur 7,68  $\pm$  0,39 mm. Aktivitas antimikroba tempe terhadap *E. coli* cenderung meningkat seiring dengan lama fermentasi. Perlakuan inokulum campuran 1.5% *R. oligosporus* + 1.5% *S. cerevisiae* dengan fermentasi selama 36-40 jam menghasilkan tempe dengan kadar  $\beta$ -glukan tertinggi 0,58% dan juga aktivitas antioksidan tertinggi 82.42% (Rizal *et al.*, 2022).

Inokulum campuran yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya masih dalam bentuk kultur cair, sehingga dikembangkan kultur tempe *Mosaccha* dalam bentuk bubuk instan agar lebih mudah dipakai dan disimpan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rizal *et al.*, (2023), inokulum tempe modifikasi menggunakan substrat tepung beras dengan lama inkubasi 96 jam 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%. Karakteristik tempe yang dihasilkan dari inokulum instan ini juga memenuhi syarat mutu SNI secara penampakan fisik maupun kandungan kimia.

## 2.5 Pengemasan Tempe

Pengemasan merupakan salah satu proses untuk membungkus produk, baik produk kering maupun produk basah, dengan tujuan mengurangi terjadinya kerusakan serta berfungsi menempatkan produk selama penyimpanan atau distribusi (Sulaiman, 2021). Kemasan yang dipergunakan sebagai wadah pemeraman tempe harus mampu menjaga kondisi aerasi dan kelembaban yang baik tanpa menimbulkan pengembunan (Purnama dkk., 2022). Sifat pembungkus tempe yang digunakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang *Rhizopus* sp. dan hasil akhir produk tempe. Pengemasan pada tempe umumnya dilakukan secara konvensional oleh para produsen tempe, yakni menggunakan daun pisang atau kemasan plastik (Salim dan Rahayu, 2017). Daun pisang memiliki kelebihan pembungkus alami yang memberi aroma sedap (Harahap dkk., 2018), akan tetapi kekurangannya mudah sobek dan kurang higienis. Daun pisang memberikan aerasi dan kelembaban yang baik bagi pertumbuhan kapang tempe, namun sirkulasi pada daun pisang kurang dapat terkontrol. Kemasan plastik memiliki kelebihan yaitu ekonomis, kuat, ringan, transparan, dan memiliki permeabilitas yang rendah. Akan tetapi, sebagai pembungkus pada saat fermentasi tempe masih berlangsung, permukaan plastik harus dilubangi kecil-kecil agar aerasi dapat terjadi karena kapang tempe memerlukan oksigen yang cukup untuk pertumbuhannya (Sulistiyono dkk, 2016; Umami dkk., 2018).

Kerusakan bahan pangan yang terjadi selama penyimpanan dapat diminimalkan dengan memberikan kondisi tertentu, diantaranya dengan mengatur kemasan yang digunakan. Pemilihan jenis kemasan harus disesuaikan dengan bahan pangan yang akan dikemas. Salah satu karakteristik bahan pengemas yang berkaitan dengan kerusakan produk selama penyimpanan adalah tingkat permeabilitas kemasan, yaitu kemampuan transfer molekul air atau gas melalui kemasan, baik dari dalam kemasan ke lingkungan luar ataupun sebaliknya. Tiap kemasan memiliki nilai permeabilitas yang berbeda, dimana semakin kecil nilai permeabilitasnya maka kemampuan kemasan tersebut sebagai *barrier* uap air lebih baik. Di antara kemasan plastik yang biasa digunakan untuk mengemas bahan pangan, kemasan plastik PP diketahui memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air dan dapat mengurangi kontak antara bahan pangan dengan oksigen, sebab permeabilitas PP terhadap O<sub>2</sub> sebesar  $23 \text{ (cm}^3 \text{ /cm}^2 \text{ /mm/dt/cmHg) } \times 10^{10}$  dan terhadap H<sub>2</sub>O sebesar  $680 \text{ (cm}^3 \text{ /cm}^2 \text{ /mm/dt/cmHg) } \times 10^{10}$  (Johnrencius dkk., 2017).

Pengaturan kondisi kemasan dapat juga dilakukan dengan melakukan suatu perlakuan khusus saat proses pengemasan, salah satunya menerapkan teknik vakum. Prinsipnya, vakum mengeluarkan udara dari dalam kemasan, kemudian ditutup rapat sehingga kondisi tanpa oksiden dalam kemasan, akibatnya kerusakan-kerusakan akibat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi-reaksi kimia akan diperlambat, sehingga umur simpannya menjadi lebih panjang (Astawan dkk., 2015). Hal ini dibuktikan dengan penelitian Astawan dkk. (2015) dimana tempe bacem dengan kombinasi penyimpanan vakum dan suhu dingin dapat mempertahankan umur simpan hingga 18 hari, sedangkan tempe tanpa kemasan vakum di suhu ruang hanya berumur 2 hari. Penelitian Razie dan Widawati (2018) juga menyatakan bahwa tempe yang disimpan dengan plastik PP dengan kondisi vakum dapat bertahan mutunya hingga 4 hari.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

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

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kultur murni kapang *Rhizopus oligosporus* FNCC (Food and Nutrition Culture Collection) 6010 dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* FNCC (Food and Nutrition Culture Collection) 3012 yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, kedelai impor USA, potato dextrose agar (PDA), malt extract agar (MEA), tepung beras merk Rose Brand, plastik polipropilen (PP) (ketebalan 0.08 mm), plastik vakum (ketebalan 0,09 mm), plastik tahan panas, aquades, reagen Lowry A ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% dalam NaOH 0,5N), reagen Lowry B ( $\text{CuSO}_4$  1%), reagen Lowry C (K.Na.Tartrate 2%), reagen Lowry E (reagen Follin 2N), alkohol 70%, NaCl, dan bovine serum albumin (BSA).

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi timbangan analitik, gelas Beaker, hot plate, labu Erlenmeyer, panci, spatula, kompor, cawan petri, gelas ukur, autoklaf, jarum ose, inkubator, laminar air flow, batang drygalski, tabung sentrifuge, sentrifuge, haemocytometer, bunsen, baskom, refrigerator, oven,

cawan porselain, desikator, tanur, tang krusibel, gelas arloji, texture analyzer, labu ukur, spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Prove 100, Germany), kuvet, tabung reaksi, rak tabung reaksi, corong, mikropipet, pipet tip, oven, loyang, sendok, grinder, saringan, nampan, baskom, timbangan digital, mangkuk, pisau, alu, mortar, cup sampel plastik, dan vacuum sealer.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) nonfaktorial dengan tiga kali ulangan. Perlakuan pertama adalah kondisi pengemasan yang terdiri atas dua taraf, yakni kondisi nonvakum menggunakan plastik PP (P1) dan kondisi vakum (P2). Perlakuan kedua adalah lama penyimpanan yang terdiri atas 5 taraf, yaitu penyimpanan 0 hari (H0), 1 hari (H1), 2 hari (H2), 3 hari (H3), dan 4 hari (H4) pada suhu ruang. Perlakuan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan tempe disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perlakuan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan tempe

<b>Kondisi Pengemasan</b>	<b>Lama Penyimpanan</b>				
	Hari ke-0 (H0)	Hari ke-1 (H1)	Hari ke-2 (H2)	Hari ke-3 (H3)	Hari ke-4 (H4)
Nonvakum (P1)	P1H0	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
Vakum (P2)	P2H0	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4

Setiap perlakuan tempe diamati kadar air, perubahan bobot, total mikroba, kekerasan (fisik), kadar protein terlarut, dan uji sensori (skoring) untuk parameter warna, aroma, dan tekstur. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Barlett dan uji Tuckey untuk mengetahui kohomogenan dan kemenambahan data, serta analisis sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh signifikan, maka data diuji lanjut dengan uji beda nyata jujur (BNJ) dengan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, yaitu pembuatan tempe dengan inokulum tempe Mosaccha (kultur *R. oligosporus* dan *S. cerevisiae*), perlakuan penyimpanan tempe, pengamatan tempe, dan penentuan kemasan terbaik.

#### **3.4.1 Pembuatan Tempe Modifikasi**

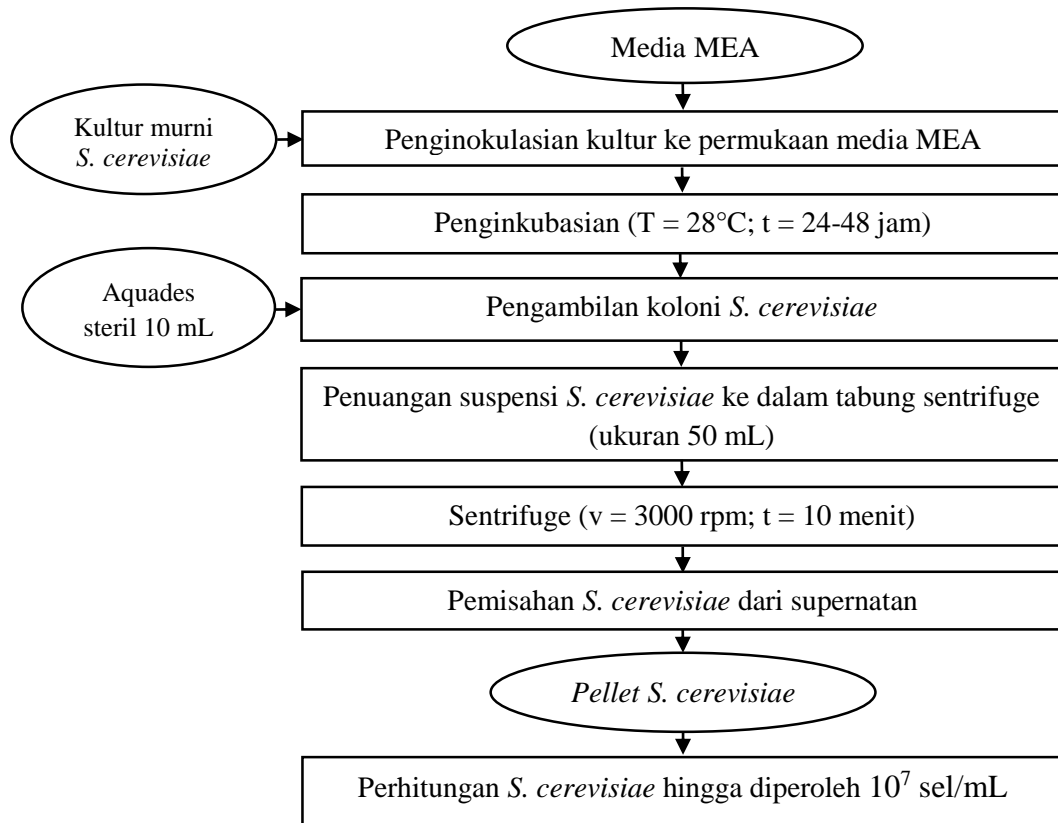
##### **3.4.1.1 Persiapan Kultur *Saccharomyces cerevisiae***

###### **1. Penyiapan Media Malt Extract Agar (MEA)**

Media MEA ditimbang sebanyak 12,5 gram, dilarutkan dalam aquades sebanyak 250 mL, kemudian dipanaskan menggunakan hot plate sambil diaduk hingga media terhomogenisasi sempurna. Larutan media lalu disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, media didiamkan beberapa saat, dituangkan pada cawan sebanyak kurang lebih 15-20 mL, dan dibiarkan hingga memadat.

###### **2. Pemiakan *Saccharomyces cerevisiae***

Pemiakan *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan mengikuti metode Rizal *et al.*, (2022). Kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* diinokulasikan pada permukaan media MEA menggunakan jarum ose steril, selanjutnya diinkubasi pada suhu 28-30°C selama 24-48 jam hingga diperoleh koloni khamir pada permukaan media. Koloni *Saccharomyces cerevisiae* dipanen dengan cara ditambahkan 10 mL aquades steril, lalu koloni diambil perlahan menggunakan batang drygalski. Suspensi *Saccharomyces cerevisiae* dituang dalam tabung sentrifuge 50 mL, kemudian ditimbang dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya, supernatan yang terpisah pada tabung sentrifuge dibuang dan didapatkan *pellet* kultur murni *Saccharomyces cerevisiae*. Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* dihitung menggunakan haemocytometer dan diencerkan dengan aquades steril hingga diperoleh *Saccharomyces cerevisiae* berjumlah  $10^7$  sel/mL. Proses pemiakan *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pembiakan *Saccharomyces cerevisiae*.  
(Sumber: Rizal *et al.*, 2022)

### 3.4.1.2 Persiapan Kultur *Rhizopus oligosporus*

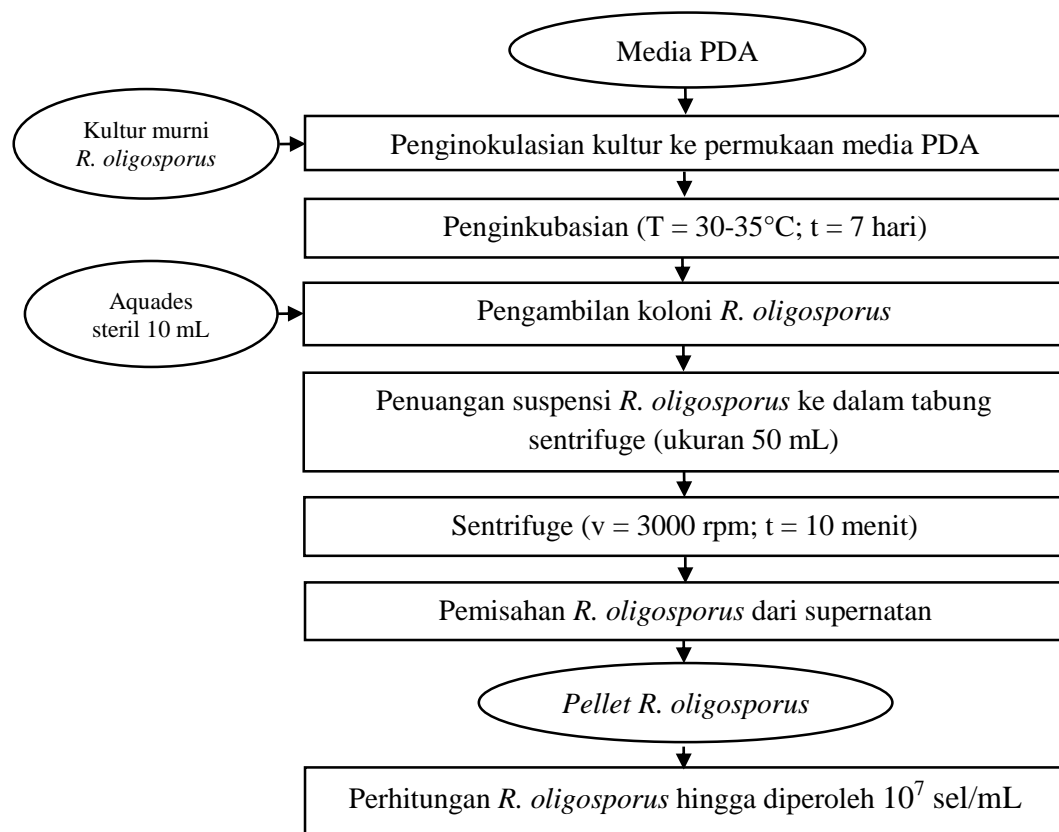
#### 1. Penyiapan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media PDA ditimbang sebanyak 9,75 gram, dilarutkan dalam aquades sebanyak 250 mL, kemudian dipanaskan menggunakan hot plate, dan diaduk hingga media terhomogenisasi sempurna. Selanjutnya larutan media disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, media didiamkan beberapa saat, kemudian media dituang pada cawan sebanyak 15-20 mL dan dibiarkan hingga memadat.

#### 2. Pembiakan *Rhizopus oligosporus*

Pembiakan *Rhizopus oligosporus* dilakukan mengikuti metode Rizal *et al.*, (2022). Kultur murni *Rhizopus oligosporus* diinokulasikan pada media PDA steril

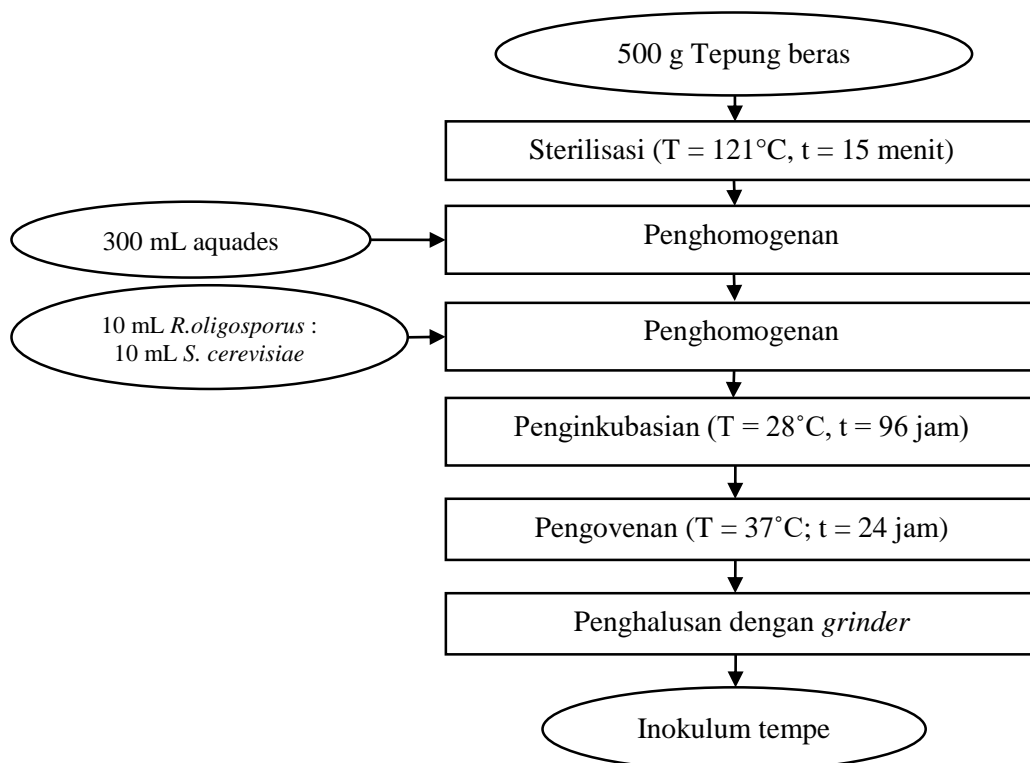
menggunakan jarum ose yang sudah disterilisasi dalam cawan petri, kemudian diinkubasi pada suhu 30-35°C selama sekitar 7 hari hingga terbentuk koloni kapang di permukaan media. Koloni dipanen menggunakan drygalski dengan menambahkan aquades steril sebanyak 10 mL. Selanjutnya, suspensi *R. oligosporus* disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang terpisah pada tabung sentrifuge dibuang dan didapatkan *pellet* kultur murni *Rhizopus oligosporus*. Jumlah *Rhizopus oligosporus* dihitung menggunakan *haemocytometer* dan diencerkan dengan aquades steril hingga diperoleh *Rhizopus oligosporus* berjumlah  $10^7$  spora/mL. Proses pembiakan *Rhizopus oligosporus* terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pembiakan *Rhizopus oligosporus*.  
(Sumber: Rizal *et al.*, 2022)

### 3.4.1.3 Pembuatan Inokulum Tempe Modifikasi

Pembuatan inokulum tempe dilakukan menggunakan metode Rizal *et al.* (2023) dengan sedikit modifikasi. Tepung beras ditimbang sebanyak 500 g, kemudian disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya, tepung beras ditambahkan 300 mL aquades steril (perbandingan tepung beras dan aquades 5:3) dan dihomogenkan hingga adonan dapat dibentuk tetapi tidak terlalu basah. Adonan ditambahkan 10 mL inokulum *R. oligosporus* dan 10 mL *S. cerevisiae*, lalu dihomogenkan hingga merata. Adonan selanjutnya diinkubasi selama 96 jam pada suhu ruang, kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 37°C. Adonan inokulum yang telah kering dihaluskan dengan grinder, lalu disimpan di wadah tertutup yang bersih dan kering. Proses pembuatan inokulum tempe dapat dilihat pada Gambar 4.



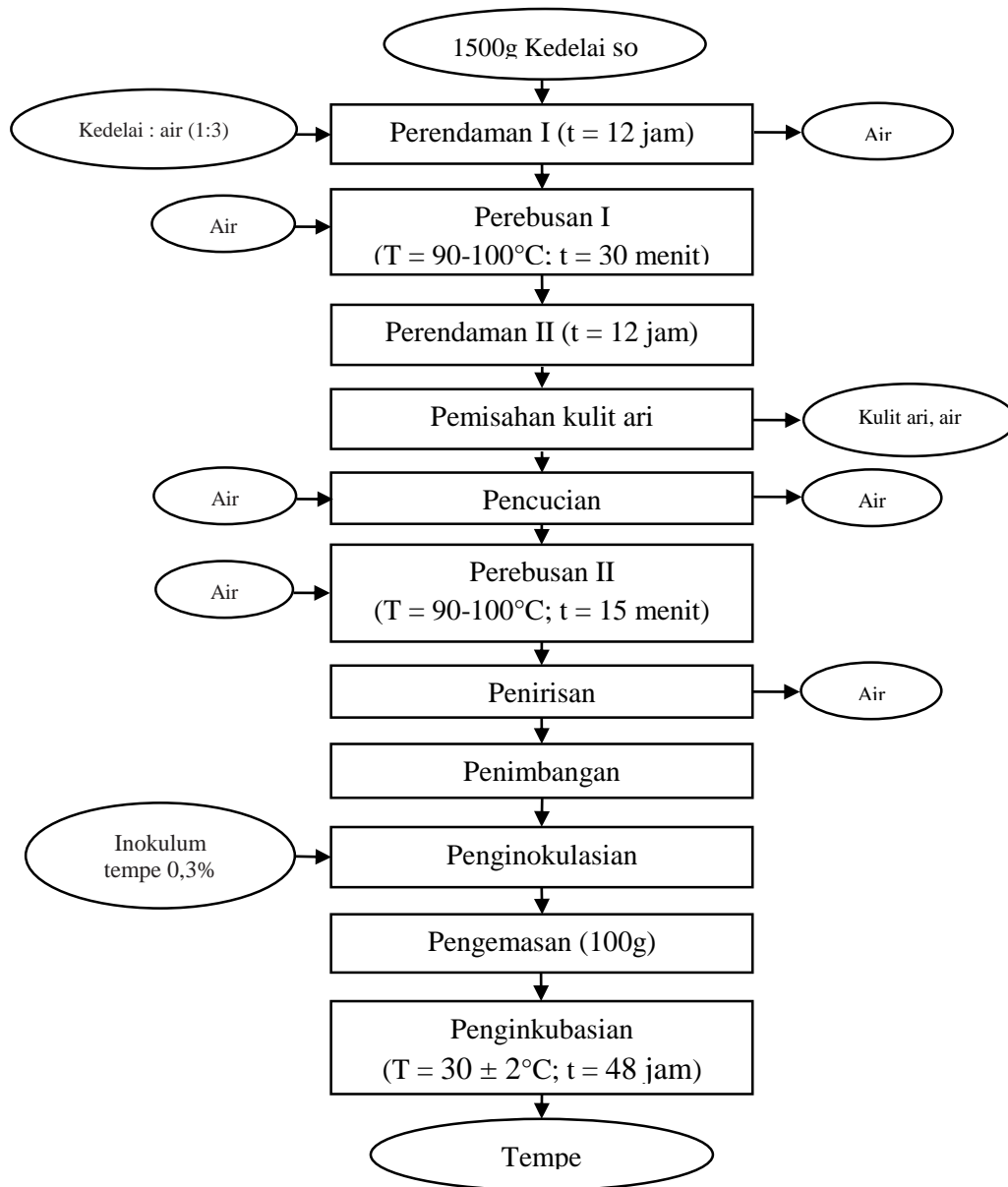
Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan ragi tempe.  
(Sumber: Rizal *et al.* 2023 dengan modifikasi)

#### **3.4.1.4 Pembuatan Tempe Kedelai**

Prosedur pembuatan tempe kedelai mengikuti metode yang dilakukan Rizal dkk. (2019) dengan modifikasi. Kedelai yang sudah disortir sebanyak 1500 g direndam air dengan perbandingan kedelai dan air 1:3 (v/v) selama semalam (kurang lebih 12 jam). Selanjutnya, air rendaman dibuang, lalu kedelai direbus dalam suhu 90-100°C dengan air bersih selama 30 menit. Setelah itu, kedelai direndam kembali semalaman. Kedelai kemudian dikupas untuk memisahkan kulit ari dan biji kedelainya. Kedelai lalu dicuci dan direbus kembali selama 15 menit dalam air bersuhu 90-100°C. Kedelai lalu didinginkan dan ditiriskan hingga kering dengan cara diangin-anginkan. Selanjutnya, kedelai siap fermentasi ditimbang dan diinokulasi dengan inokulum tempe sebanyak 0,3% (bb) dari berat kedelai rebus. Kedelai dikemas masing-masing seberat  $100 \pm 0,2$ g menggunakan plastik PP (0.08 mm) yang sudah dilubangi terlebih dahulu. Tempe kedelai diinkubasi pada suhu  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 48 jam di atas anyaman bambu dan terlindung dari sinar matahari. Proses pembuatan tempe dapat dilihat pada Gambar 5.

#### **3.4.2 Perlakuan Penyimpanan Tempe**

Tempe yang telah difermentasi selama 48 jam dihitung sebagai tempe segar dengan umur simpan 0 hari. Perlakuan P1 adalah tempe perlakuan nonvakum menggunakan plastik PP langsung yang digunakan saat fermentasi, jadi hanya ada kemasan primer. Perlakuan P2 adalah tempe yang dikemas vakum tanpa membuka plastik PP sebelumnya, artinya kemasan vakum sebagai kemasan sekunder. Tempe disimpan pada suhu ruang selama 0 hari (H0), 1 hari (H1), 2 hari (H2), 3 hari (H3), dan 4 (H4), sehingga dalam satu kali pelaksanaan ulangan terdapat 10 sampel. Selanjutnya dilakukan pengamatan sampel.



Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan tempe kedelai.  
(Sumber: Rizal dkk., 2019 dengan modifikasi)

### 3.4.3 Pengamatan

#### 3.4.3.1 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 yakni cawan dipanaskan selama 30 menit dalam oven bersuhu 105-110°C, kemudian

didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang ( $W_0$ ). Selanjutnya sekitar 2 g sampel dimasukkan ke dalam cawan yang tadi lalu ditimbang ( $W_1$ ). Cawan berisi sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu 105-110°C selama 6 jam. Kemudian cawan berisi sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang dan dicatat. Setelah itu, dioven kembali selama 30 menit, didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang kembali. Pengeringan dilakukan berulang hingga tercapai bobot konstan ( $W_2$ ). Kadar air yang terkandung pada sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air (\% bb)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_0$ : berat cawan kosong (g)

$W_1$ : berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

$W_2$ : berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

#### 3.4.3.2 Perubahan Bobot

Perubahan bobot dihitung dengan cara menimbang berat sampel tempe setiap perlakuan setelah penyimpanan. Sampel tempe ditimbang bersama dengan kemasan primernya, oleh karena itu saat penimbangan sampel tempe vakum, plastik vakum perlu dibuka. Semua kemasan primer yang menjadi ‘wadah’ untuk terbentuknya tempe dianggap memiliki berat yang sama dan tidak mempengaruhi bobot tempe. Bobot tiap sampel tempe yang dikemas sebelum dilakukan fermentasi harus dipastikan seberat  $100 \pm 0,2$ g.

#### 3.4.3.3 Kekerasan

Uji kekerasan (*hardness*) secara fisik diukur menggunakan texture analyzer dengan probe silinder pejal mengikuti metode Lukman *et al.*, (2009) dengan modifikasi. Pengukuran ini menggunakan prinsip gaya tekan yang diberikan ke bahan pada besaran tertentu. Sampel disiapkan dengan ukuran 2cm x 3cm, kemudian ditekan dengan *setting* beban 15g (*trigger point*), *deformation* 10mm,

dan kecepatan penekanan 2,5mm/s (*speed*) pada dua titik pengukuran yang berbeda. Rata-rata gaya tekan selama pengujian ditentukan sebagai kekerasan sampel. Hasil kekerasan sampel dinyatakan dalam satuan kgf.

#### **3.4.3.4 Kadar Protein Terlarut**

Pengujian kadar protein terlarut tempe menggunakan metode Lowry mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Nuraini dkk. (2021) dengan modifikasi. Metode Lowry merupakan pengembangan dari uji protein metode Biuret untuk mengetahui kadar protein terlarut berdasarkan ikatan peptida. Prinsip metode ini adalah reaksi antara ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari  $\text{CuSO}_4$  dalam suasana basa dengan ikatan peptida, serta reaksi reduksi asam fosfotungstat dan asam fosfomolibdat oleh triptofan dan tirosin yang terkandung dalam protein menghasilkan warna kebiruan. Warna yang dihasilkan diukur oleh spektrofotometer pada panjang gelombang 500-750 nm, sehingga konsentrasi protein dapat ditentukan (Subroto *et al.*, 2020).

#### **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 yang tertera pada Tabel 4. 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 4. Komposisi larutan standar

Larutan Induk (mL)	Aquades (mL)	Konsentrasi BSA (mg/L)
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

(Sumber: Nuraini dkk., 2021 yang dimodifikasi)

## 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 *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.

### 3.4.3.5 Total Mikroba

Perhitungan total mikroba pada inokulum tempe menggunakan metode *total plate count* (TPC) mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Cempaka dkk. (2020) dengan modifikasi. Tempe yang telah dihancurkan diambil sampelnya sebanyak 1 gram, dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85%, lalu dihomogenkan. Seri pengenceran dibuat sampai  $10^{-8}$  untuk sampel tempe hari ke-0, 1, dan 2, sedangkan pengenceran hingga  $10^{-9}$  untuk sampel tempe hari ke 3 dan 4 karena diperkirakan akan ada peningkatan jumlah mikroba semakin lama penyimpanan. Selanjutnya masing-masing 1 mL dari tiga pengenceran terakhir dipipet ke dalam cawan petri steril. Media *plate count agar* (PCA) steril kemudian dituang ke cawan berisi larutan sampel tadi sebanyak 15-20 mL, dan dihomogenkan dengan cara memutar cawan secara perlahan membentuk angka delapan. Media ditunggu hingga memadat, kemudian cawan diinkubasi pada suhu  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.

### 3.4.3.6 Uji Sensori

Pengujian sensori tempe dilakukan menggunakan uji skoring dengan parameter warna, aroma, dan tekstur pada sampel tempe mentah. Parameter uji skoring yang digunakan mengacu pada SNI 3144:2015 tentang tempe kedelai dan Razie dan Widawati (2018) dengan modifikasi, dimana 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. Skor terdiri atas nilai 1-9, dimana skor 9 dan 7 mewakili kriteria yang memenuhi SNI, sedangkan skor 5, 3, 1 mulai menunjukkan adanya penyimpangan pada produk, semakin rendah skor artinya karakteristik sensori tempe semakin jauh dari SNI. Panelis yang digunakan untuk uji skoring adalah panelis tidak terlatih berjumlah 12 orang, berasal dari mahasiswa Jurusan THP FP Unila yang telah mengambil mata kuliah uji sensori. Pengujian dilakukan dengan cara menyajikan potongan sampel tempe dalam wadah kecil yang diberi label tiga kode acak, pena, dan lembar kuisisioner yang berisikan nama, tanggal, petunjuk mengenai uji yang dilakukan, kode sampel, dan tabel penilaian. Sebelum memulai uji, para panelis diberikan arahan terlebih dahulu dan ditunjukkan contoh tempe

umum di pasaran yang masih segar dan yang sudah disimpan sebagai perbandingan atau gambaran bagi panelis. Lembar kuisisioner yang digunakan pada uji skoring disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kuisisioner uji skoring

<b>Kuisisioner Uji Skoring</b>																
Nama :	Sampel : Tempe															
Tanggal :																
<p>Dihadapan anda disajikan sampel tempe yang diberi kode acak. Anda diminta untuk memberikan skor 1-9 pada tabel dengan parameter berikut sesuai keterangan yang terlampir.</p>																
<p>1. Warna (lihat dan amati warna pada sampel) Keterangan: 9: sangat putih, miselium merata di seluruh permukaan 7: putih merata, miselium merata 5: putih sedikit kekuningan, miselium cukup merata 3: kekuningan, miselium hanya sebagian 1: kecokelatan, miselium hampir tidak ada</p>	<p>2. Tekstur (amati dan tekan sampel dengan jari) Keterangan: 9: sangat kompak 7: kompak 5: agak kompak 3: tidak kompak, agak mudah rontok 1: sangat tidak kompak, mudah rontok</p>															
<p>3. Aroma (cium aroma pada sampel) Keterangan: 9: sangat khas tempe segar 7: khas tempe 5: agak khas tempe, sedikit bau <i>overfermented</i> 3: berbau <i>overfermented</i> 1: sangat <i>overfermented</i></p>																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">Penilaian</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Kode Sampel</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">170</th> <th style="width: 20%;">561</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Warna</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tekstur</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aroma</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Penilaian	Kode Sampel		170	561	Warna			Tekstur			Aroma		
Penilaian	Kode Sampel															
	170	561														
Warna																
Tekstur																
Aroma																

#### **3.4.4 Penentuan Kemasan Terbaik**

Kemasan terbaik ditentukan berdasarkan metode uji Efektivitas Pembobotan (De Garmo, 1984) dari rata-rata perlakuan kelompok kondisi pengemasan. Kriteria kondisi pengemasan yang baik untuk penyimpanan tempe di suhu ruang adalah tempe tersebut memiliki skor uji sensori tinggi, mampu mempertahankan kadar air maks. 65% sesuai SNI, kadar protein terlarut tinggi, serta nilai kekerasan, perubahan bobot, dan total mikroba yang cenderung tidak berubah selama penyimpanan. Penentuan perkiraan masa simpan dari kemasan terbaik dilakukan secara konvensional, yakni melihat dari sifat sensori produk. Karakteristik sensori tempe yang dianggap memenuhi SNI adalah tempe yang memiliki rata-rata skor minimal 6,5. Tempe yang masih terlihat layak konsumsi harus memiliki rata-rata skor di atas 5,5, karena pada batas skor tersebut, tempe dianggap mulai ada sedikit penurunan mutu.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Perbedaan kondisi pengemasan dan lama penyimpanan pada suhu ruang berpengaruh nyata terhadap kadar air, perubahan bobot, kekerasan, kadar protein terlarut, total mikroba, dan sensori (warna, aroma, dan tekstur) pada tempe yang dimodifikasi *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Kondisi pengemasan terbaik untuk tempe yang dimodifikasi *Saccharomyces cerevisiae* pada penyimpanan suhu ruang adalah pengemasan nonvakum. Pengemasan nonvakum dapat mempertahankan mutu tempe sesuai dengan SNI 3144:2015 hingga penyimpanan hari ke-2, namun dinilai masih layak dikonsumsi hingga penyimpanan hari ke-3. Tempe pada perlakuan ini masih berwarna putih merata, beraroma khas tempe, kompak-tidak hancur, kadar air 65% (bb), protein terlarut 4,5%, bobot 97g, kekerasan 0,58 kgf, dan total mikroba 9,9 Log CFU/g tempe. Sementara itu, kondisi pengemasan vakum tidak dapat mempertahankan mutu tempe sejak penyimpanan hari ke-1.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan pengujian sampel secara cepat dan teliti karena sifat tempe yang sudah dibuka dari kemasan cepat berubah, serta menggunakan alat-alat uji yang terkalibrasi dengan baik supaya tidak terjadi bias atau kesalahan saat pengambilan data pengamatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvina, A., dan Hamdani, D. H. 2019. Proses pembuatan tempe tradisional. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 1(1): 9-12.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2019. *Official methods of Analysis 21<sup>st</sup> Edition*. Chemist Inc. Washington DC. 3000 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.
- Astawan, M., Nurwitri, C. C., Suliantari, dan Rochim, D. A. 2015. Kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan dingin untuk memperpanjang umur simpan tempe bacem. *Jurnal Pangan*. 24(2): 125-134.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., dan Maknum, L. 2017. *Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. IPB Press. Bogor. 197 hlm.
- Aryanta, I. W. R. 2020. Manfaat tempe untuk kesehatan. *Widya Kesehatan*. 1(2): 44-50.
- Agustining, D. 2012. *Daya Hambat Saccharomyces cerevisiae Terhadap Pertumbuhan Jamur Fusarium oxysporum*. (Skripsi). Universitas Jember. Jember. 78 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Rata-Rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Kacang-Kacangan per Kabupaten Kota*.  
<https://www.bps.go.id/indicator/5/2101/1/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-kacang-kacangan-per-kabupaten-kota.html>  
diakses pada November 2022. 1 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2015. *SNI 3144:2015. Tempe Kedelai*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 31 hlm.

- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 17 hlm.
- Barus, T., Suwanto, A., Wahyudi, A.T., and Wijaya, H. 2008. Role of bacteria in tempe bitter taste formation: microbiological and molecular biological analysis based on 16S rRNA gene. *Microbiology Indonesia*. 2(1): 17-21.
- Barus, T., Giovania, G., and Lay, B. W. 2020. Lactic acid bacteria from tempeh and their ability to acidify soybeans in tempeh fermentation. *Microbiology Indonesia*. 14(4): 149-155.
- Barus, T., Widyah, W., Wicaksono, W. A., dan Prasasty, V. D. 2021. Identifikasi bakteri yang berperan dalam pengasaman kedelai dalam fermentasi tempe berdasarkan sekuen 16S rDNA. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 6(2): 71-77.
- Cahyadi, W. 2007. *Teknologi dan Khasiat Kedelai*. Bumi Aksara. Jakarta. 96 hlm.
- Cempaka, L., Widyana, M. A., dan Astuti, R. M. 2020. Karakteristik sensori dan analisis mikroba tempe segar beraneka rasa. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 4(1): 43-59.
- Dameswari, A. H., Darmawati, E., dan Nugroho, L. P. E. 2017. Kombinasi teknologi kemasan dan bahan tambahan untuk mempertahankan mutu kolang kaling. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. 5(3): 201-208.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G, and Canada, J. R. 1984. *Engineering economy 7<sup>th</sup> Edition*. Mc Millan Publishing Company. London. 669 hlm.
- Dewi, R. S., dan Aziz, S. 2011. Isolasi *Rhizopus oligosporus* pada beberapa inokulum tempe di Kabupaten Banyumas. *Molekul*. 6(2): 93-104.
- Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 127 hlm.
- Dwinaningsih, E. A. 2010. *Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angkak serta Variasi Lama Fermentasi*. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 46 hlm.
- 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.
- Emilia, Q. 2015. *Perilaku Bacillus cereus Selama Fermentasi Tempe yang Diperkaya dengan Bakteri Asam Laktat*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 hlm.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 184 hlm.
- Feng, X. M., Larsen, T. O., and Schnurer, J. 2006. Production of volatile compounds by *Rhizopus oligosporus* during soybean and barley tempeh fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 113: 133-141.
- Fransisica, A., Istianto, M., dan Siregar, G. A. 2019. Pengaruh suhu dan jumlah perforasi pada kemasan terhadap susut bobot kangkung. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 3(1): 31-41.
- Harahap, R. H., Lubis, Z., dan Kaban, J. 2018. Komponen flavor volatil tempe yang dibungkus dengan daun pisang dan plastik. *Agritech*. 38(2): 194-199.
- Hetland, G., Johnson, E., Eide, D. M., Grinde, B., Samuelsen, A. B. C., and Wiker, H.G. 2013. Antimicrobial effects of  $\beta$ -glucans and pectin and of the *Agaricus blazei* based mushroom extract, andosan<sup>TM</sup>. examples of mouse models for pneumococcal, fecal bacterial, and mycobacterial infections. *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education* (A. Mendez-Vilas, Ed.) Formatex pp. 880-898.
- Jay, J., M. 2000. *Modern Food Microbiology 6<sup>th</sup> edition*. Aspen Publication. Guihenburg. 613 hlm.
- Johnrencius, M., Herawati, N., dan Johan, V. S. 2017. Pengaruh penggunaan kemasan terhadap mutu kukis sukun. *JOM FAPERTA UR*. 4(1): 1-15.
- Kasmidjo, R. B. 1990. *Tempe: Mikrobiologi Dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 133 hlm.
- 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.



- Kustyawati, M. E. 2009. Kajian peran yeast dalam pembuatan tempe. *J. Agritech*. 29(2): 64-70.
- Kustyawati, M. E. 2018. *Saccharomyces cerevisiae: Metabolit dan Agenia Modifikasi Pangan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 140 hlm.
- Kustyawati, M. E. 2020. *Mikrobiologi Hasil Pertanian*. Pusaka Media. Bandarlampung. 248 hlm.
- Kustyawati, M. E., Nawansih, O., Nurdjanah, S. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2): 734-740.
- Kustyawati, M. E., Subeki, Murhadi, Rizal, S., and Astuti, P. 2020. Vitamin B12 production in soybean fermentation for tempeh. *AIMS Agriculture and Food*. 5(2): 262–271.
- Laksono, A. S., dan Marniza, Y. R. 2019. Karakteristik mutu tempe kedelai lokal varietas anjasmoro dengan variasi lama perebusan dan penggunaan jenis pengemas. *Jurnal Agroindustri*. 9(1): 8-18.
- Lukman, I., N. Huda, and N. Ismail. 2009. Physicochemical and sensory properties of commercial chicken nugget. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2(2): 171-180.
- Magdalena, S., Yogiara, Y., dan Yulandi, A. 2021. Profil bakteri asam laktat dan evaluasi sensori dari tempe bungkus daun jati yang disuplementasi dengan daun kelor. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 10(1): 19-26.
- Muchtadi, D. 1992. *Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-buahan*. IPB Press. Bogor. 189 hlm.
- Muslikhah, S., Anam, C., dan Andriani, M. A. M. 2013. Penyimpanan tempe dengan metode modifikasi atmosfer (*modified atmosphere*) untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3): 51-60.
- Naisali, H., dan Wulan, S. N. 2020. Karakteristik sensori tempe kacang tunggak hitam dan tempe kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1(8): 29-35.
- Nadila, N. M. G. 2022. *Pengaruh Fase Kematangan Tempe Kedelai dan Suhu Penyimpanan Terhadap Umur Simpan Tempe Kedelai yang Dikemas Vakum*. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 96 hlm.

- Nandini, A., Nurherdian, S. D., Nagarajam, D., dan Chang, J. S. 2021. Skrining bakteri *Lactobacillus* dan *Weisella* untuk produksi asam laktat dengan metode fermentasi batch. *Akta Kimia Indonesia*. 6(2): 127-135.
- Nout, M. J. R., and Kiers, J. L. 2005. Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *Journal of Applied Microbiology*. 98(4): 789-805.
- Nuraini, V., Puyanda, I. R., Kunciati, W. A. S., dan Margareta, L. A. 2021. Perubahan kimia dan mikrobiologi tempe busuk selama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*. 15(2): 127-137.
- 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.
- Pamungkas, E. M. P., Dewi, L., dan Tapilouw, M. C. 2022. Penambahan angkak (*Monascus purpureus*) pada tempe dalam peningkatan antioksidan. *Teknologi Pangan*. 13(2): 144-155.
- Pengkumsri, N., Sivamaruthi, B. S., Sirilun, S., Peerajan, S., Kesika, P., Chaiyasut K., and Chaiyasut, C.T. 2017. Extraction of  $\beta$ -glucan from *Saccharomyces cerevisiae*: comparison of different extraction methods and in vivo assessment of immunomodulatory effect in mice. *J Food Sci Technol*. 37(1): 124-130.
- Perdani, A. W., dan Utama, Z. 2020. Korelasi kadar asam fitat dan protein terlarut tepung tempe kedelai lokal kuning (*Glycine max*) dan hitam (*Glycine soja*) selama fermentasi. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*. 15(1): 1-11.
- Purnama, D. F. E., Dewi, P., Mubarak, I., dan Bintari, S. H. 2022. Kualitas tempe yang dibuat dengan alat pencetak inovatif skala lab di Rumah Inovasi Tempe Sekar Sari. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 197-203.
- Purwanto, Y. A., dan Weliana. 2018. Kualitas tempe kedelai pada berbagai suhu penyimpanan. *Warta IHP*. 35(2): 106-112.
- Radiati, A. 2016. Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk tempe dari kacang non-kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1): 16-22.

- Rahayu, W., P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., dan Ardiansyah. 2015. *Tinjauan Ilmiah Proses Pengolahan Tempe Kedelai*. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). Jakarta. 39 hlm.
- Razie, F., dan Widawati, L. 2018. Kombinasi pengemasan vakum dan ketebalan kemasan untuk memperpanjang umur simpan tempe. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 5(1): 94-107.
- 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. The growth of yeast and fungi, the formation of  $\beta$ -glucan, and the antibacterial activities during soybean fermentation in producing tempeh. *International Journal of Food Science*. 2021: 1-8.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Murhadi, Hasanudin, U., and Subeki. 2022. The effect of inoculum types on microbial growth,  $\beta$ -glucan formation and antioxidant activity during tempe fermentation. *AIMS Agriculture and Food*. 7(2): 370-386.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono, S., and Suyarto, V. A. 2022. Changes of nutritional composition of tempeh during fermentation with the addition of *Saccharomyces cerevisiae*. *Biodiversitas*. 23(3): 1553-1559.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono., 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.
- Salim, R., dan Rahayu, I. S. 2017. Analisis kadar protein tempe kemasan plastik dan daun pisang. *Journal Academi Pharmacy Prayoga*. 2(1): 8-14.
- Seredynski, R., Wolna, D., Kedzior, M., and Gutowicz, J. 2016. Different patterns of extracellular proteolytic activity in w303a and by4742 *S. cerevisiae* strains. *J Basic Microbiol*. 57(1): 34-40.
- Stewart, G. G. 2014. *Saccharomyces cerevisiae*. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 3: 309-315.

- Subroto, E., Lembong, E., Filianty, F., Indiarto, R., Primalia, G., Putri, M. S. K. Z., Theodora, H. C., and Junar, S. 2020. The analysis techniques of amino acid and protein in food and agricultural products. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 9(10): 29-36.
- Suharyono, S., Astuti, S., Rizal, S., dan Amalia, R. 2019. Pengaruh tepung terigu dan penyimpanan suhu rendah terhadap masa simpan dan sifat sensori tempe kedelai probiotik. *Jurnal Agroindustri*. 9(1): 37-48.
- Sulaiman, I. 2021. *Pengemasan dan Penyimpanan Produk Bahan Pangan*. Syiah Kuala University Press. Banda Aceh. 114 hlm.
- Sulistiani, S., dan Hidayat, I. 2020. Identifikasi molekuler bakteri asam laktat dari tempe dan tape berdasarkan sekuen gen 16s rRNA. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. 37(2): 69-77.
- Sulistiyono, P., Samuel, dan Mailani, M. M. 2016. Pengaruh pembungkus tempe terhadap daya simpan dan sifat fisik tempe. *Buletin Media Informasi*. 12(2): 90-95.
- Umami, S., Jaya, I. K. S., Darawati, M., dan Widiada, I. G. N. 2018. Kajian sifat organoleptik dan masa simpan tempe kedelai dengan beberapa jenis kemasan. *Jurnal Gizi Prima*. 3(2): 142-148.
- Vannucci, L., Krizan, J., Sima, P., Stakheev, D., Caja, F., Rajsiglova, L., Horak, V., and Saieh, M. 2013. Immunostimulatory properties and antitumor activities of glucans. *International journal of oncology*. 43(2): 357-364.
- Walker, G. M., and Stewart, G. G. 2016. *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*. 2(30): 1-12.
- Ward, B. 2015. Bacterial energy metabolism. *Molecular Medical Microbiology*. 1(11): 201-233.
- Widyastuti, N., Baruji, T., Giarni, R., Isnawan, H., Wahyudi, P., dan Donawati. 2011. Analisa kandungan beta-glukan larut air dan larut alkali dari tubuh buah jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan shiitake (*Lentinus edodes*). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 13(3): 182-191.
- Winanti, R., Bintari, S. H., dan Mustikaningtyas, D. 2014. Studi observasi higienitas produk tempe berdasarkan perbedaan metode inokulasi. *Life Science*. 3(1): 39-46.