

**PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI RAGI DALAM PEMBUATAN
TEMPE DENGAN TEKNIK PERAGIAN BASAH TERHADAP SIFAT
SENSORI DAN MIKROBIOLOGI TEMPE YANG DIHASILKAN**

(Skripsi)

Oleh

**LIANA KHUSNUL SAPUTRI
2114051037**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

THE EFFECT OF TYPE AND CONCENTRATION OF TEMPEH STRATER IN MAKING TEMPEH WITH WET INOCULATION TECHNIQUE ON THE SENSORY AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF THE PRODUCED TEMPEH

By

LIANA KHUSNUL SAPUTRI

The starter culture used in tempeh production generally contained *Rhizopus oligosporus*. An innovation involving the addition of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* (mossacha starter) had been developed to improve the flavor and nutritional content of tempeh. The fermentation process also constituted a crucial stage in tempeh production, with two commonly applied techniques, wet and dry fermentation. The wet fermentation had the potential to influence the distribution of the inoculum and mold growth. This study aimed to investigate the effect of starter type and concentration in tempeh production using the wet fermentation on the sensory and microbiological properties of the resulting tempeh, as well as to identify the optimal starter type and concentration for this technique. The research was arranged using a Completely Randomized Block Design, consisting of two factors and three replications. The first factor was the type of starter: R1 (Raprima starter), R2 (X starter), and R3 (Mossacha starter). The second factor was the starter concentration: K1 (2%), K2 (4%), K3 (6%), and K4 (8%). The data obtained were statistically analyzed using Bartlett's and Tukey's tests, followed by analysis of variance and Least Significant Difference test at the 5% significance. The results showed that both the type and concentration of starter significantly affected the acidity level (pH), total mold count, total yeast count, and the sensory attributes of tempeh produced wet fermentation technique, including color, aroma, texture, taste, and overall acceptability. Raprima starter at a 6% concentration yielded the best tempeh produced by the wet fermentation technique, with a pH value of 6.5; total mold count of 8.894 log CFU/g; total yeast count of 7.816 log CFU/g; and sensory characteristics consisting of a white color with evenly distributed mycelium, typical tempeh aroma, compact texture, favorable taste, and overall acceptance by the panelists. The product also contained a protein level of 9.92%.

Keywords: Wet-inoculated tempeh, Mosaccha tempeh starter, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, tempeh

ABSTRAK

PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI RAGI DALAM PEMBUATAN TEMPE DENGAN TEKNIK PERAGIAN BASAH TERHADAP SIFAT SENSORI DAN MIKROBIOLOGI TEMPE YANG DIHASILKAN

Oleh

LIANA KHUSNUL SAPUTRI

Ragi yang digunakan pada pembuatan tempe umumnya mengandung *Rhizopus oligosporus*, inovasi mencampurkan khamir *Saccharomyces cerevisiae* (ragi mossacha) telah dikembangkan untuk meningkatkan cita rasa dan kandungan gizi tempe. Proses peragian juga menjadi tahap penting dalam pembuatan tempe, dengan dua teknik umum yaitu peragian basah dan kering. Teknik peragian basah yang digunakan berpotensi mempengaruhi distribusi inokulum dan pertumbuhan kapang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi ragi dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan, serta untuk mengetahui jenis dan konsentrasi ragi terbaik dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari dua faktor dan diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama yaitu jenis ragi yang terdiri dari 3 taraf; R1 (Ragi Raprima), R2 (Ragi X) dan R3 (Ragi mosaccha). Faktor kedua yaitu konsentrasi ragi yang terdiri dari 4 taraf; K1 (2%), K2 (4%), K3 (6%), dan K4 (8%). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji Barlett dan uji Tuckey lalu dilanjutkan dengan analisis ragam dan uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi ragi berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH), total kapang, total khamir, serta sifat sensori yang meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan tempe dengan teknik peragian basah. Ragi Raprima konsentrasi 6% menghasilkan tempe teknik peragian basah terbaik dengan nilai pH 6,5; total kapang 8,894 log CFU/g, total khamir 7,816 log CFU/g, dengan sifat sensori yang mencakup warna putih dengan miselium merata, aroma khas tempe, tekstur kompak, rasa dan penerimaan keseluruhan yang disukai panelis, serta memiliki kadar protein sebesar 9,92%.

Kata kunci: Tempe teknik peragian basah, ragi tempe Mosaccha, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, tempe

**PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI RAGI DALAM PEMBUATAN
TEMPE DENGAN TEKNIK PERAGIAN BASAH TERHADAP SIFAT
SENSORI DAN MIKROBIOLOGI TEMPE YANG DIHASILKAN**

Oleh

LIANA KHUSNUL SAPUTRI

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
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : **PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI RAGI DALAM PEMBUATAN TEMPE DENGAN TEKNIK PERAGIAN BASAH TERHADAP SIFAT SENSORI DAN MIKROBIOLOGI TEMPE YANG DIHASILKAN**

Nama : **Liana Khusnul Saputri**

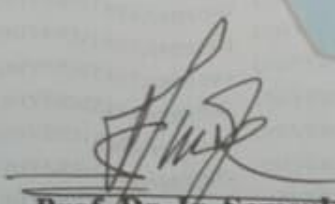
Nomor Pokok Mahasiswa : **2114051037**

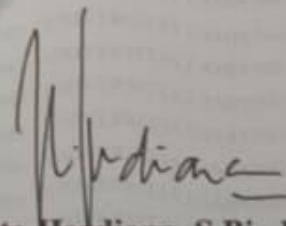
Jurusan/Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



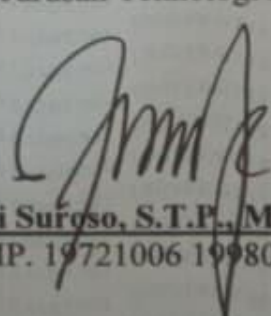
1. Komisi Pembimbing


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


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

MENGETAHUI

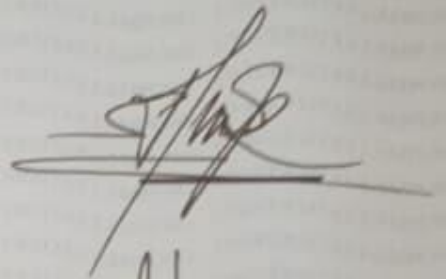
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP. 19721006 199803 1 005

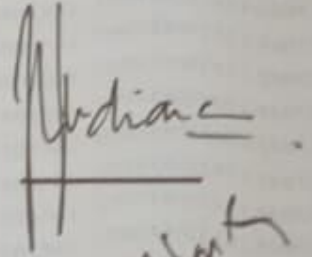
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

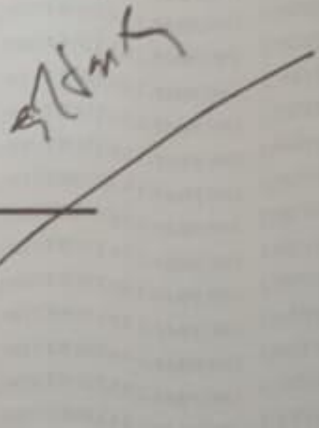
Ketua : Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.



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



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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Liana Khusnul Saputri

NPM : 2114051037

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

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

Bandar Lampung, 7 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Liana Khusnul Saputri
NPM 2114051037

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Jaya pada 09 Juli 2003 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Rahmat, A.Md dan Ibu Suratun Wiji Lestari, S.Pd. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Tanjung Senang Bandar Lampung pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 19 Bandar Lampung pada tahun 2018, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 15 Bandar Lampung pada tahun 2021. Tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama bulan Januari-Februari 2024, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bujuk Agung, Kecamatan Banjar Margo, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. Pada bulan Juli-Agustus 2024, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Suhita Lebah Indonesia, Kecamatan Langkapura, Bandar Lampung dengan judul “Mempelajari Proses Produksi Hingga Pengemasan Madu *Tetrigona apicalis* di PT. Suhita Lebah Indonesia”. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif di Organisasi Kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebagai Anggota Bidang Dana dan Usaha dengan berbagai kegiatan dan kepanitiaan.

SANWACANA

Alhamdulillah robbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Ragi dalam Pembuatan Tempe dengan Teknik Peragian Basah Terhadap Sifat Sensori dan Mikrobiologi Tempe yang Dihasilkan” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan karena bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sekaligus selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Pertama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, serta memberikan bimbingan, nasihat, dan dukungan kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dr. Novita Herdiana, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak arahan, nasihat, saran, serta masukan terhadap skripsi penulis.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu, dan pengalaman yang diberikan selama menjalani perkuliahan, serta membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.
7. Kedua orangtua penulis, Bapak Rahmat, A.Md., dan Ibu Suratun Wiji Lestari, S.Pd., serta adik penulis, Dewangga Fathurohman yang telah memberikan motivasi dan dukungan secara moril maupun material, serta selalu menyertai penulis dalam doanya selama ini.
8. Diaz Ivora Gallanta yang selalu membantu, memberikan dukungan, menjadi tempat penulis untuk berkeluh kesah, serta bersedia meluangkan waktunya kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis sejak masa sekolah hingga saat ini, Dea, Latul, Pure, Sabrina, dan Riza, yang selalu memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.
10. Sahabat seperjuangan, Mutia Rahmah, Intan Alvina, Partiwi Eka Ningsih, yang selalu membersamai serta menjadi teman yang baik untuk penulis selama menjalani masa perkuliahan.
11. Tim penelitian tempe, Alin, Frily, dan Aminah, yang telah menemani, membantu, dan mendukung penulis selama menyelesaikan skripsi.
12. Teman-teman jurusan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2021, terima kasih atas perjalanan, kebersamaan serta seluruh cerita suka maupun dukanya selama ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT. membalas kebaikan yang telah diberikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan banyak pihak.

Bandar Lampung, 7 Juni 2025
Penulis,

Liana Khusnul Saputri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tempe.....	7
2.2. Fermentasi Tempe	9
2.3. Peragian.....	10
2.4. Inokulum Tempe	11
2.5. <i>Rhizopus oligosporus</i>	12
2.6. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	14
2.7. Syarat Mutu Tempe	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.....	19
3.4.1. Pembuatan Tempe.....	20
3.4.2. Pengamatan	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Kadar Derajat Keasaman (pH).....	27
4.2. Total Kapang.....	28
4.3. Total Khamir.....	30
4.4. Karakteristik Sensori.....	32
4.4.1. Warna.....	33
4.4.2. Aroma	36
4.4.3. Tekstur	38
4.4.4. Rasa.....	39
4.4.5. Penerimaan Keseluruhan	42
4.5. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	43
4.6. Kadar Protein	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan kandungan gizi kedelai dan tempe per 100 g	9
2. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015	17
3. Tabulasi perlakuan jenis ragi dan konsentrasi ragi	19
4. Kuesioner uji skoring tempe	23
5. Kuesioner uji hedonik tempe	24
6. Hasil uji BNT 5% terhadap derajat keasaman (pH) tempe peragian basah dengan berbagai jenis dan konsentrasi ragi	27
7. Hasil uji BNT 5% terhadap total kapang tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	29
8. Hasil uji BNT 5% terhadap total khamir tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	31
9. Hasil uji BNT 5% terhadap warna tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	34
10. Hasil uji BNT 5% terhadap aroma tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	36
11. Hasil uji BNT 5% terhadap tekstur tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	38
12. Hasil uji BNT 5% terhadap rasa tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	40
13. Hasil uji BNT 5% terhadap penerimaan keseluruhan tempe peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	42
14. Rekapitulasi nilai perlakuan (NP) perlakuan terbaik tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	44
15. Data uji pH tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	55
16. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) pH tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	55

17. Hasil analisis ragam terhadap skor uji pH tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	56
18. Uji lanjut BNT 5% skor uji pH tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	56
19. Data total kapang tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	57
20. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) total kapang tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	58
21. Hasil analisis ragam terhadap skor total kapang tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	58
22. Uji lanjut BNT 5% skor total kapang tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	59
23. Data total khamir tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	60
24. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) total khamir tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	60
25. Hasil analisis ragam terhadap skor total khamir tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	61
26. Uji lanjut BNT 5% skor total khamir tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	61
27. Data skor uji skoring warna tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	63
28. Hasil analisis ragam terhadap skor uji skoring warna tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	64
29. Uji lanjut BNT 5% skor uji skoring warna tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	64
30. Data skor uji skoring aroma tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	66
31. Hasil analisis ragam terhadap skor uji skoring aroma tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	67
32. Uji lanjut BNT 5% skor uji skoring aroma tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	67
33. Data skor uji skoring tekstur tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	69
34. Hasil analisis ragam terhadap skor uji skoring tekstur tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	70
35. Uji lanjut BNT 5% skor uji skoring tekstur tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	70

36. Data skor uji hedonik rasa tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	72
37. Hasil analisis ragam terhadap skor uji hedonik rasa tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	74
38. Uji lanjut BNT 5% skor uji hedonik rasa tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	74
39. Data skor uji hedonik penerimaan keseluruhan tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	76
40. Hasil analisis ragam terhadap skor uji hedonik penerimaan keseluruhan tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	78
41. Uji lanjut BNT 5% skor uji hedonik penerimaan keseluruhan tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	78
42. Uji pembobotan penentuan perlakuan terbaik tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tempe komersil.....	7
2. <i>Rhizopus oligosporus</i>	13
3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
4. Diagram alir proses pembuatan tempe dengan teknik peragian basah ...	21
5. Diagram alir perhitungan jumlah total kapang.....	25
6. Diagram alir perhitungan jumlah total khamir.....	26
7. Penampakan tempe teknik peragian basah dengan perlakuan variasi jenis dan konsentrasi ragi	33
8. Derajat keasaman (pH) tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	57
9. Total kapang pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	59
10. Total khamir pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	62
11. Sensori parameter warna pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	65
12. Sensori parameter aroma pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	68
13. Sensori parameter tekstur pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	71
14. Sensori parameter rasa pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi.....	75
15. Sensori parameter penerimaan keseluruhan pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi	79
16. Perendaman kedelai	83
17. Perebusan kedelai.....	83
18. Pengupasan dan pencucian kedelai	83

19. Pengasaman kedelai	83
20. Proses penginokulasian	83
21. Proses penirisan dan pengeringan kedelai.....	83
22. Proses penyimpanan atau fermentasi	84
23. Hasil tempe semua perlakuan.....	84
24. Uji sensori tempe.....	84
25. Uji derajat keasaman (pH) tempe.....	84
26. Uji <i>Total Plate Count</i> total kapang dan khamir	85
27. Uji kadar protein tempe.....	85

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan produsen tempe terbesar di dunia karena tempe sangat populer dan disukai di negara ini. Tempe adalah makanan olahan tradisional dari Indonesia, terbuat dari kedelai yang difermentasi dengan kapang *Rhizopus sp.* (Barus *et al.*, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2023, konsumsi tempe rata-rata per kapita di Indonesia mencapai 0,295 kg setiap minggu (BSN, 2023). Tempe termasuk salah satu sumber protein nabati yang harganya lebih terjangkau dibandingkan dengan protein hewani (Perdana, 2023). Menurut Kementerian Kesehatan (2018), komposisi gizi tempe kedelai mentah per 100 gram meliputi 20,8 g protein, 13,5 g karbohidrat, 8,8 g lemak, 1,6 g abu, 201 Kal energi dan 1,4 g serat. Nutrisi yang terkandung pada tempe lebih mudah dimanfaatkan, diserap dan dicerna oleh tubuh dibandingkan dengan nutrisi dari kedelai langsung (Dwinaningsih, 2010). Selain itu, tempe mengandung zat bioaktif, fitokimia dan rendah oligosakarida, yang dapat membantu meningkatkan pencernaan serta mengurangi perut kembung. Tempe juga kaya akan folat yang dapat mendukung daya ingat (Sari, 2023).

Tempe yang akan dijual dipasaran perlu memenuhi standar kualitas yang baik agar aman dikonsumsi dan dapat diterima oleh konsumen. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas tempe antara lain, mutu kedelai, jenis inokulum yang diugunakan, serta proses pembuatan tempe itu sendiri (Rachmah dkk., 2024). Inokulum atau ragi memiliki peran penting dalam proses fermentasi tempe karena mengandung kapang *Rhizopus oligosporus* yang akan tumbuh pada kedelai hingga membentuk sebuah tempe (Amin *et al.*, 2020). Konsentrasi ragi dalam

pembuatan tempe juga memiliki dampak signifikan terhadap kualitas tempe yang dihasilkan, sehingga penambahan konsentrasi ragi harus dilakukan dengan tepat agar tempe yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik (Sari, 2023). Menurut Rachmah dkk. (2024), tempe yang berkualitas baik memiliki struktur padat, kompak, dan berwarna putih. Tekstur kompak pada tempe disebabkan oleh hifa kapang yang menyelimuti permukaan kedelai dan membentuk miselium atau benang-benang putih yang mengikat kedelai (Rachmah dkk., 2024).

Ragi yang biasa digunakan pada pembuatan tempe umumnya hanya mengandung satu jenis organisme, yaitu kapang *Rhizopus oligosporus* dalam bentuk ragi instan atau bubuk kering (Syifani, 2023). Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak inovasi telah dikembangkan untuk meningkatkan nilai gizi dan kualitas pada tempe, yaitu mengganti jenis kapang pada ragi yang digunakan. Beberapa jenis kapang yang bisa digunakan dalam proses fermentasi tempe antara lain *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer*, *Mucor indicus*, *Mucor racemosus*, dan *Aspergillus oryzae*. Selain kapang, proses fermentasi juga melibatkan mikroorganisme lain seperti khamir dan bakteri (Efriwati *et al.*, 2013). Khamir yang ditemukan pada proses fermentasi tempe yaitu *Saccharomyces cerevisiae*, sehingga dapat digunakan sebagai inokulum tambahan dalam pembuatannya. Ragi yang mengandung campuran kultur *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* biasa disebut ragi mossacha (Rizal *et al.*, 2020).

Penelitian oleh Rizal dan Kustyawati (2019) mengenai pembuatan tempe dengan tambahan *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan bahwa tempe yang dihasilkan mengandung β -glukan. Selain itu, penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dalam fermentasi tempe dapat meningkatkan aroma dan mengurangi langu pada tempe (Kustyawati *et al.*, 2017). β -glukan merupakan jenis polisakarida yang dikenal memiliki manfaat bagi kesehatan, seperti berfungsi sebagai immunomodulator untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh dan sebagai agen antiinfeksi terhadap mikroorganisme (Pengkumsri *et al.*, 2017). Pemilihan ragi disesuaikan tergantung pada preferensi produsen dan hasil akhir yang diinginkan, karena akan mempengaruhi rasa, tekstur, dan kandungan gizi tempe yang dihasilkan (Sapitri dkk., 2018). Selain jenis ragi, tahapan pembuatan tempe yang berperan penting

dalam menentukan kualitas tempe adalah perendaman dan fermentasi kapang, yang dimulai dengan proses peragian atau inokulasi (Rachmah dkk., 2024).

Terdapat dua teknik peragian yang umumnya digunakan dalam pembuatan tempe, yaitu teknik peragian basah dan teknik peragian kering. Teknik peragian basah dan teknik peragian kering memiliki perbedaan dalam cara menambahkan ragi ke dalam kedelai. Perbedaan utama terletak pada kadar air kedelai saat proses penambahan ragi, dimana teknik peragian basah menggunakan air selama penambahan ragi, sedangkan teknik peragian kering tidak menggunakan air (Akmalia dkk., 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Winanti dkk. (2014), dalam proses peragian, air digunakan untuk membantu menyebarkan inokulum secara merata. Air memiliki peranan penting pada proses metabolisme sel kapang, dimana aktivitas air (a_w) menjadi salah satu faktor intrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan kapang pada bahan pangan (Sardjono, 2011). Kedelai yang akan diolah menjadi tempe harus memiliki kadar air yang cukup, karena jika kelembabannya kurang atau terlalu kering maka miselium kapang akan sulit menembus dan melunakkan substrat kedelai. Namun, jika kedelai yang digunakan terlalu basah atau kelebihan kadar air akan menghambat penyebaran oksigen yang menghambat pertumbuhan miselium kapang (Suciati 2012). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh jenis dan konsentrasi ragi dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi ragi dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan.
2. Mengetahui jenis dan konsentrasi ragi terbaik dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah berdasarkan sifat sensori dan mikrobiologi.

1.3. Kerangka Pemikiran

Ragi tempe yang tersedia di pasaran seperti ragi merek Raprima, umumnya hanya mengandung satu jenis organisme yaitu *Rhizopus spp.* Proses fermentasi pada tempe ternyata tidak hanya melibatkan kapang *Rhizopus spp.*, melainkan juga mikroorganisme lain seperti bakteri dan khamir (Efriwati *et al.*, 2013). Menurut Rizal *et al.* (2021) menyebutkan bahwa, penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* ke dalam ragi yang digunakan pada pembuatan tempe dapat mempengaruhi sifat sensori tempe yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian Rizal *et al.* (2023), ragi yang mengandung campuran kultur *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* dinamai sebagai ragi mossacha. Ragi tempe mosaccha kini telah dikembangkan menggunakan substrat tepung beras, dalam bentuk bubuk kering atau ragi instan yang praktis (Rizal *et al.*, 2023).

Berdasarkan penelitian Rizal dan Kustyawati (2019), menyebutkan bahwa tempe *modified by Saccharomyces* (Mosaccha) memiliki aroma langu yang lebih rendah, serta beraroma manis seperti khas tapai yang dapat bertahan sampai tempe tersebut digoreng. Perlakuan yang memperoleh hasil terbaik berdasarkan skor penerimaan keseluruhan sensori dalam penelitian Rizal dan Kustyawati (2019), adalah penambahan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1%. Penelitian lainnya, yaitu Setyani dkk. (2017) menyebutkan bahwa pemberian konsentrasi inokulum ragi tempe sebesar 1,5% merupakan perlakuan terbaik dengan formulasi kedelai-jagung 60% dan 40%, yang menghasilkan tempe dengan warna agak putih kekuningan, tekstur agak kompak, aroma khas tempe, serta penerimaan keseluruhan yang agak disukai panelis. Pada penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan skor secara linear pada tempe kedelai-jagung mentah seiring dengan penambahan konsentrasi ragi sebesar 0,5%. Hal ini diduga terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ragi yang digunakan, maka proses degradasi komponen-komponen pembentuk aroma akan semakin intensif, yang pada gilirannya menghasilkan aroma khas tempe (Setyani dkk., 2017).

Penelitian Putri (2022) juga menyebutkan bahwa, penggunaan ragi mosaccha dalam pembuatan tempe menghasilkan tempe dengan kualitas terbaik dengan karakteristik tekstur kompak, berwarna putih sedikit keabuan serta beraroma khas

tempe. Selain mempengaruhi sifat sensori tempe, penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan tempe akan menghasilkan tempe yang mengandung senyawa β -glukan yang dapat bermanfaat bagi kesehatan (Rizal *et al.*, 2021). Tempe *modified by Saccharomyces* (Mosaccha) mengandung β -glukan lebih tinggi dibandingkan dengan tempe yang dibuat menggunakan ragi yang hanya mengandung kultur *Rhizopus oligosporus*, yaitu sebesar 2,88 mg per 100 gram (Kustyawati *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian Rizal dkk. (2019) menunjukkan bahwa, tempe yang diberi perlakuan penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* 3% menghasilkan tempe dengan kadar β -glukan yang lebih tinggi, yaitu sebanyak 0,25%, dibandingkan dengan penambahan kultur *Saccharomyces cerevisiae* 1% yang hanya menghasilkan sebanyak 0,181%. Peningkatan jumlah kultur *Saccharomyces cerevisiae* yang ditambahkan pada pembuatan tempe menyebabkan meningkatnya kadar β -glukan dalam tempe yang dihasilkan (Rizal dan Kustyawati, 2019).

Tahapan penting yang akan menentukan kualitas tempe selain jenis ragi, salah satunya yaitu fermentasi kapang, yang dimulai dengan proses peragian. Menurut Rachmah dkk. (2024), terdapat dua jenis teknik peragian yang digunakan dalam pembuatan tempe, yaitu teknik peragian basah dan teknik peragian kering. Dalam teknik peragian basah, ragi ditambahkan ke dalam kedelai yang terendam air sehingga mengandung kadar air yang cukup tinggi. Dalam teknik peragian kering, ragi ditaburkan ke kedelai yang sudah dikeringkan terlebih dahulu setelah proses perebusan dan pengupasan (Akmalia dkk., 2022). Kondisi kedelai pada teknik peragian kering memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan teknik peragian basah, namun masih memiliki kelembaban yang cukup untuk memulai fermentasi (Winanti *et al.*, 2014). Teknik peragian basah umumnya digunakan karena bermanfaat untuk mempercepat proses menginokulasikan serta mempercepat proses fermentasi, karena kondisi lembab dapat mempercepat pertumbuhan jamur *Rhizopus*. Sebaliknya, jamur atau kapang pada teknik peragian kering akan tumbuh lebih lambat, namun proses fermentasi tetap dapat berlangsung (Nurrahman *et al.*, 2012). Perbedaan teknik peragian ini akan mempengaruhi kualitas sensori tempe yang dihasilkan (Winanti *et al.*, 2014).

Menurut Winanti *et al.* (2014), tempe yang dibuat menggunakan teknik peragian kering memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan tempe yang dibuat dengan teknik peragian basah. Tempe yang dibuat menggunakan teknik peragian basah cenderung memiliki tekstur yang kurang baik, tidak padat, dan mudah hancur saat dipotong. Nurrahman *et al.* (2012) juga mendukung hal tersebut dengan menyatakan bahwa, kelebihan air dalam pembuatan tempe dapat mengurangi ketersediaan oksigen untuk kedelai, sehingga menghambat pertumbuhan jamur pada tempe. Akibatnya, miselia jamur yang mengikat biji kedelai menjadi tidak merata dan menyebabkan tekstur tempe menjadi tidak padat (Winanti *et al.*, 2014). Oleh karena itu, perlu dikaji lebih lanjut mengenai pengaruh konsentrasi dan jenis ragi dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan.

1.4. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi dan jenis ragi dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah berpengaruh terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan.
2. Terdapat perlakuan konsentrasi dan jenis ragi terbaik dalam pembuatan tempe dengan teknik peragian basah berdasarkan sifat sensori dan mikrobiologi tempe yang dihasilkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tempe

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional Indonesia yang terbuat dari kacang kedelai terfermentasi dengan kapang *Rhizopus oligosporus*. Jenis-jenis kapang yang umum ditemukan dalam tempe antara lain *R. oryzae*, *R. oligosporus*, *R. stolonifer* dan *R. arrhizusi* (Rahayu dkk., 2015). Beberapa dari industri tempe memanfaatkan kedelai dari sumber lokal maupun impor sebagai bahan baku, yang memiliki kandungan protein yang bervariasi (Elisabeth dkk., 2017). Bentuk yang terdapat pada tempe diperoleh dari hasil fermentasi kedelai yang sudah dikupas dan direbus, kemudian difermentasi menggunakan jenis kapang tertentu hingga membentuk padatan yang kompak dengan warna putih keabuan serta memiliki bau yang khas (Kustyawati, 2018). Warna putih pada tempe berasal dari miselium jamur yang tumbuh di permukaan biji kedelai, sedangkan tekstur padat pada tempe disebabkan oleh miselium yang tumbuh saling mengikat biji kedelai satu sama lain (Kustyawati *et al.*, 2017). Aroma khas yang terdapat pada tempe segar berasal dari kombinasi antara bau penguraian lemak, bau miselium jamur, serta bau asam amino bebas (Nurholipah dan Ayun, 2021). Gambar tempe disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tempe komersil
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2024).

Tahapan awal proses pembuatan tempe yaitu merendam kedelai, yang bertujuan untuk meningkatkan kadar air, memudahkan pengupasan kulit kedelai, mengaktifkan mikroba, serta mengurangi senyawa antimikroba alami seperti saponin dan komponen pahit yang terdapat pada kedelai. Setelah kulit kedelai dikupas dan kedelai dicuci, selanjutnya kedelai direbus untuk melunakkan bijinya, menghilangkan bau kedelai, menonaktifkan inhibitor tripsin, serta membunuh mikroba yang mungkin dapat berkembang selama proses perendaman (Hanas dkk., 2022). Setelah perebusan, kedelai ditiriskan untuk mengurangi kadar airnya, lalu didinginkan di atas nampan. Setelah dingin, kedelai diinokulasi dengan starter yang mengandung sporangiospora, yaitu *Rhizopus sp.* Secara tradisional, tempe dibungkus menggunakan daun pisang, namun saat ini tempe banyak dikemas dalam plastik karena dinilai lebih murah dan praktis. Selanjutnya tempe diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu 25-30°C sehingga menghasilkan tempe yang berwarna putih, dengan tekstur lembut dan kompak (Mani and Ming, 2017).

Tempe memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan, seperti menghambat biosintesis kolesterol di hati, meningkatkan enzim antioksidan SOD, mengurangi flatulensi dan diare, menurunkan kadar kolesterol total dan triasilgliserol, mencegah oksidasi LDL, serta mengurangi risiko kanker rektum, prostat, payudara, dan kolon (Aryanta, 2018). Tempe juga mengandung enzim superoksida dismutase yang berperan dalam mencegah kerusakan sel dan memperlambat proses penuaan. Tempe termasuk dalam kategori pangan fungsional yang aman dikonsumsi oleh berbagai usia, karena mengandung senyawa seperti peptida pendek, asam lemak, asam amino bebas, serta karbohidrat yang lebih sederhana, sehingga mudah diserap oleh tubuh (Pinasti dkk., 2020). Kacang kedelai yang difermentasi dalam pembuatan tempe memiliki kandungan protein dan serat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kacang yang tidak difermentasi. Karena kandungan proteinnya yang tinggi, tempe sering digunakan sebagai alternatif pengganti daging oleh para vegetarian. Selain itu, tempe mengandung zat bioaktif, fitokimia, serta oligosakarida rendah yang dapat membantu mengurangi perut kembung dan meningkatkan sistem pencernaan. Tempe juga kaya akan folat, yang dapat membantu meningkatkan daya ingat (Soka *et al.*, 2014). Kandungan nutrisi tempe dari kacang kedelai mentah per 100 gram disajikan pada Tabel 1.

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

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

Sumber: Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, 2018.

2.2. Fermentasi Tempe

Fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroorganisme untuk menghasilkan metabolit primer dan sekunder dalam lingkungan yang dikontrol. Fermentasi adalah salah satu aplikasi tertua di bidang bioteknologi, di mana awalnya istilah ini merujuk pada proses pengubahan glukosa menjadi alkohol secara anaerob (Wijanarko dan Hasanah, 2017). Pada pembuatan tempe, proses fermentasi umumnya melibatkan kapang *Rhizopus oligosporus*. Saat proses fermentasi berlangsung, kapang ini akan membentuk miselium yang tumbuh di permukaan dan mengikat biji kedelai, menghasilkan struktur padat dan tekstur yang kompak (Astawan dkk., 2015). Fermentasi tempe dengan *Rhizopus sp.* akan menghasilkan kedelai yang lebih enak dan bergizi. Kondisi ideal yang digunakan untuk fermentasi tempe adalah pH awal 6,8, suhu 30°C dan kelembaban 70-80% (Asbur dan Khairunnisyah, 2021).

Selama proses fermentasi kedelai menjadi tempe, terjadi berbagai perubahan seperti perubahan kimia, fisik, hingga mikrobiologis. Perubahan kimia, fisik, hingga mikrobiologis selama proses fermentasi ini akan berpengaruh secara positif terhadap kandungan gizi tempe yang dihasilkan (Rahayu dkk., 2015). Degradasi komponen-komponen dalam kedelai menghasilkan rasa yang khas

setelah fermentasi. Warna putih keabuan pada tempe disebabkan oleh miselia jamur yang menutupi biji kedelai, dan miselia ini kemudian saling terhubung serta mengikat biji kedelai menjadi satu. Proses fermentasi juga dapat menghilangkan bau langu pada kedelai, yang sebelumnya disebabkan oleh aktivitas enzim lipoksigenase saat kedelai bersentuhan dengan oksigen. Selain itu, fermentasi tempe meningkatkan kandungan fosfor berkat enzim fitase yang dihasilkan oleh kapang *Rhizopus oligosporus*, yang menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat bebas (Cahyadi, 2007).

2.3. Peragian

Peragian dalam pembuatan tempe merupakan tahap fermentasi menggunakan ragi atau inokulum yang mengandung kapang, seperti *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus oryzae*. Selama peragian, kapang tumbuh membentuk miselium yang menutupi dan menyatukan biji-biji kedelai, mengubah tekstur serta meningkatkan nilai gizinya. Tahap peragian sangat penting dalam menentukan tekstur, rasa dan kualitas gizi tempe yang dihasilkan (Astawan dkk., 2013). Terdapat dua teknik peragian yang dapat digunakan dalam pembuatan tempe, yaitu peragian basah dan peragian kering (Rachmah dkk., 2024). Pada teknik peragian basah, ragi ditambahkan ke dalam kedelai yang masih lembab setelah perebusan dan pengupasan. Pada teknik peragian kering, ragi diberikan pada kedelai yang sudah dikeringkan atau diangin-anginkan. Selama menggunakan teknik peragian kering, kedelai memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan teknik peragian basah, namun masih ada kelembaban yang cukup untuk memulai fermentasi (Akmalia dkk., 2022).

Teknik peragian basah biasa dipakai untuk mempercepat fermentasi karena kondisi yang lembab dapat mendukung pertumbuhan jamur *Rhizopus*. Sebaliknya, dalam teknik peragian kering, pertumbuhan kapang akan berlangsung lebih lambat namun proses fermentasi tetap terjadi. Perbedaan penggunaan teknik peragian ini mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan. Tempe yang dihasilkan dari teknik peragian kering memiliki kualitas sensori yang lebih baik dibandingkan dengan peragian basah, yang sering kali menghasilkan tempe

dengan tekstur kurang padat dan mudah hancur saat dipotong (Winanti *et al.*, 2014). Kadar air yang berlebih pada proses pembuatan tempe dapat menghambat pertumbuhan kapang karena berkurangnya ketersediaan oksigen, yang menyebabkan miselium tumbuh tidak merata dan menghasilkan tekstur tempe kurang padat (Nurrahman *et al.*, 2012)

2.4. Inokulum Tempe

Inokulum atau ragi tempe biasa juga dikenal sebagai kultur starter tempe yang berisi mikroorganisme yang membantu fermentasi kedelai menjadi tempe. Ragi ini ditambahkan pada kedelai yang sudah direbus dan didinginkan untuk memulai proses fermentasi. Terdapat dua jenis inokulum yang biasa digunakan dalam industri tempe yaitu laru dan usar. Laru adalah inokulum berbahan dasar tepung tapioka, tepung beras, atau onggok yang telah ditumbuhi jamur. Sedangkan usar adalah inokulum berbentuk lembaran daun jati kering yang juga sudah ditumbuhi jamur yang berperan dalam fermentasi (Sari, 2023). Inokulum tempe yang biasa dijual di pasaran berbentuk laru (berupa bubuk tepung beras), sedangkan untuk skala industri yang lebih besar, inokulum tempe dibuat dengan menumbuhkan jamur tempe (*Rhizopus sp.*) pada media tertentu, lalu sporanya dikeringkan bersama media tempat tumbuhnya jamur (Rochintaniawati, 2011). Inokulum tempe umumnya mengandung minimal tiga jenis jamur, yaitu *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan *Rhizopus clamydosporus* atau *Rhizopus stolonifer* (Rahayu dkk., 2015).

Inokulum tempe dapat diperoleh dengan beberapa cara, seperti diambil dari *batch* sebelumnya yang telah mengalami sporulasi dari tempe segar yang dikeringkan menggunakan sinar matahari atau dengan teknik liofilisasi. Inokulum juga bisa diperoleh dari kultur murni *Rhizopus oligosporus* yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik (Rahayu dkk., 2015). Laru tempe terbagi menjadi empat jenis yaitu starter alami, starter semi murni, starter murni, dan starter campuran. Starter alami yaitu usar, laru dan tempe kering yang dihancurkan. Starter semi murni melibatkan nasi atau kedelai yang dimasak namun tidak disterilkan, lalu ditumbuhi *Rhizopus sp.* Starter murni yaitu media steril yang ditumbuhi kultur

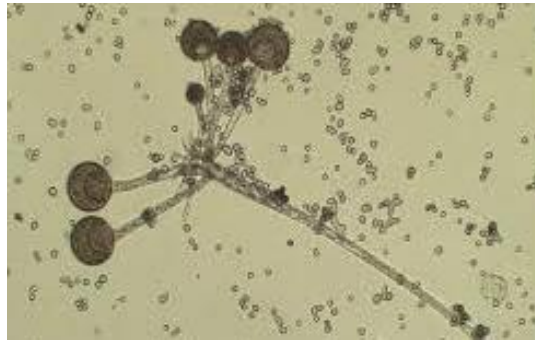
Rhizopus sp. (Sari, 2023). Starter campuran contohnya seperti ragi mosaccha yang mengandung campuran kultur *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* (Rizal et al., 2020).

Ragi atau inokulum yang mengandung campuran kultur *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* biasa dikenal sebagai ragi mossacha, yang dibuat dalam bentuk bubuk kering dengan tambahan tepung beras sebagai substrat (Rizal et al., 2020). Tempe yang difermentasi dengan ragi mossacha sebanyak 1,5% memiliki karakteristik sensori berupa bertekstur padat dan mudah dipotong, berwarna putih dengan miselium yang menutupi seluruh tempe, tidak beraroma langu tetapi khas tempe, serta disukai oleh panelis secara penerimaan keseluruhan. Tempe yang dibuat menggunakan ragi mossacha memiliki kandungan berupa total kapang 9,24 log CFU/g, total khamir 8,93 log CFU/g, kadar protein 10,72%, kadar karbohidrat 12,44%, kadar lemak 12,97%, kadar abu 1,15% dan kadar serat kasar 10,80% (Kumalasari, 2023). Selain mempengaruhi karakteristik sensori dan komposisi gizi tempe, penelitian Rizal *et al.* (2021), menyebutkan bahwa penggunaan ragi mossacha juga dapat menghasilkan tempe yang mengandung β -glukan. β -glukan adalah polisakarida yang memiliki efek kesehatan, seperti bertindak sebagai antibiotik terhadap virus, bakteri, parasit dan jamur (Hetland *et al.*, 2013).

2.5. *Rhizopus oligosporus*

Rhizopus oligosporus adalah kapang dari kelompok *Zygomycota* yang sering digunakan dalam pembuatan tempe (Wahyudi, 2018). *Rhizopus oligosporus* memiliki apofisis yang menyerupai payung, kolumela yang agak bulat, serta stolon dan rizoid yang berwarna gelap. Hifa kapang ini tidak bersepta dan terdiri dari dua tipe, yaitu hifa negatif yang menembus substrat, serta hifa fertile yang menghasilkan sporangia. *Rhizopus oligosporus* memiliki sporangiospora berwarna hitam kecoklatan yang berukuran sekitar 7-8 μm . Kolumela globuse *Rhizopus oligosporus* memiliki rizoid yang pendek dan sporangiospor yang halus. Sporangium *Rhizopus oligosporus* berdiameter 80-120 μm , yang akan pecah setelah 7 hari dan melepaskan spora dari kolumela (Nurholipah dan Ayun, 2021).

Rhizopus oligosporus dapat tumbuh pada suhu antara 12-42°C, dengan suhu optimal di kisaran 32-35°C (Astawan dkk., 2017). Gambar *Rhizopus oligosporus* disajikan pada Gambar 2.



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

Klasifikasi *Rhizopus oligosporus* menurut Suryani dkk. (2020), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Eumycota
Sub Divisi	: Zygomycotina
Kelas	: Zygomycetes
Ordo	: Mucorales
Famili	: Mucoraceae
Genus	: <i>Rhizopus</i>
Spesies	: <i>Rhizopus oligosporus</i> .

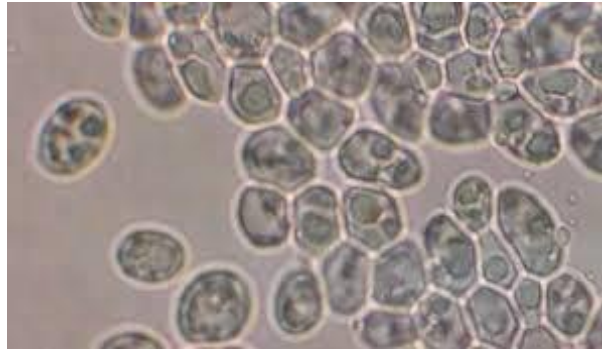
Rhizopus oligosporus merupakan salah satu jamur yang dikenal memiliki banyak peran penting dalam proses fermentasi dalam bidang pangan, baik untuk pembuatan makanan manusia maupun pakan hewan ternak (Leiskayanti dkk., 2017). *Rhizopus oligosporus* dapat menghasilkan berbagai jenis enzim, seperti protease (Astawan dkk., 2017), lipase, fitase, glukoamilase, β -glukosidase, serta α -amilase (Leeuwen *et al.*, 2012). Jika dibandingkan dengan jenis kapang lainnya, enzim yang paling banyak diproduksi oleh *Rhizopus oligosporus* dalam pembuatan tempe adalah protease dan lipase. Hal tersebut membuat *Rhizopus oligosporus* ideal untuk menguraikan protein dan lemak yang terkandung dalam

kedelai menjadi asam amino dan asam lemak pada tempe. Aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus* lebih tinggi dibandingkan dengan *Rhizopus oryzae*, sehingga konversi isoflavon glukosida (isoflavon terikat) menjadi isoflavon aglikon (isoflavon bebas) juga lebih efektif pada *Rhizopus oligosporus* (Astawan dkk., 2017).

Penambahan kapang *Rhizopus oligosporus* pada pembuatan tempe akan berpengaruh pada peningkatan aktivitas antioksidan tempe yang dihasilkan. Menurut penelitian Ningsih dkk. (2018), tempe yang diinokulasi dengan *Rhizopus oligosporus* menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan seiring dengan durasi fermentasi. Kepadatan spora juga berperan dalam meningkatkan biomassa sel, yang pada gilirannya mempengaruhi aktivitas enzim yang dihasilkan. Fermentasi tempe dengan *Rhizopus oligosporus* berlangsung lebih cepat karena aktivitas protease yang lebih tinggi, sehingga pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan spesies kapang lainnya (Astwan dkk., 2017). Penambahan *Rhizopus oligosporus* pada fermentasi tempe juga dapat menghasilkan vitamin B kompleks (riboflavin, piridoksin, dan folat) dalam jumlah yang lebih tinggi, serta beberapa senyawa lain seperti provitamin A atau β -karoten (Ningsih dkk., 2018).

2.6. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae adalah mikroorganisme anaerob fakultatif yang dapat hidup baik dalam kondisi aerob maupun anaerob. *Saccharomyces cerevisiae* berkembang biak melalui pembentukan tunas (*budding*) dan termasuk dalam kelompok jamur *Ascomycotina* (Bahri dkk., 2018). *Saccharomyces cerevisiae* memiliki berbagai bentuk, seperti bulat, silinder, oval, ogival (bulat dengan panjang 18 dan ujung yang runcing), dan lain-lain. Ukuran *Saccharomyces cerevisiae* berkisar antara 1-5 μ m hingga 20-50 μ m dengan lebar 1-10 μ m (Khazalina, 2020). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu jenis khamir yang mudah ditemukan, mudah berkembang biak, stabil, mudah beradaptasi, serta mampu bertahan pada suhu tinggi (Silaban, 2017). *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh optimal pada pH asam sekitar 4-5 dengan suhu 25-30°C (Zely, 2014). Gambar *Saccharomyces cereviceae* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Saccharomyces cerevisiae*
(Sumber: Stephanie dkk., 2019).

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

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

Saccharomyces cerevisiae termasuk jenis khamir yang dapat memanfaatkan senyawa gula yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik untuk mendukung pertumbuhannya. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan amilase yang memiliki potensi lebih besar jika dibandingkan dengan kapang dan bakteri, sehingga termasuk dalam kelompok khamir amilolitik. Aktivitas enzim amilase, terutama isoamilase dalam khamir amilolitik dapat menghidrolisis ikatan α -amilopektin, dan khamir amilopektin ini juga dapat menghasilkan etanol (Khazalina, 2020). Biomassa khamir dapat dihasilkan dari fermentasi beras dan bahan yang mengandung pati untuk produksi makanan serta minuman berkarbohidrat rendah (Kustyawati dkk., 2013). *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam proses fermentasi pangan di Indonesia biasanya tidak berbentuk dalam kultur murni, namun berupa campuran tepung beras yang sudah dikeringkan. Kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* umumnya digunakan dalam

proses fermentasi pembuatan cuka, bir, keju, dan produk lainnya (Suryani dkk., 2020).

Saccharomyces cerevisiae juga dapat digunakan sebagai kultur starter bersama dengan *Rhizopus oligosporus* dalam pembuatan tempe (Rizal dan Kustyawati, 2019). *Saccharomyces cerevisiae* berperan dalam meningkatkan kualitas gizi dan flavor pada tempe, sehingga tempe yang dihasilkan memiliki kelebihan karena mengandung senyawa β -glukan. Flavor tempe ini terbentuk akibat senyawa volatil seperti ester, alkohol, serta kelompok aromatik seperti fenol, stirena, maltol, dan kariofilen (Kustyawati *et al.*, 2017). Selain itu, *Saccharomyces cerevisiae* berkontribusi pada peningkatan kandungan β -glukan pada tempe, yang bermanfaat sebagai agen anti-infeksi dan anti-tumor karena kemampuannya sebagai antioksidan yang melindungi makrofag darah dari radikal bebas (Dietrich *et al.*, 2011). Menurut Domenico *et al.* (2017) β -glukan pada tempe juga memiliki aktivitas biologis sebagai imunomodulator untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, mencegah penyakit degeneratif (anti-kolesterol), serta memiliki sifat anti-mikroba, terutama terhadap virus (Tjokrokusumo, 2015).

2.7. Syarat Mutu Tempe

Tempe berkualitas baik harus memenuhi sejumlah persyaratan mutu yang telah ditetapkan dalam SNI 1344:2015. Berdasarkan SNI 1344:2015, tempe yang bermutu baik ditandai dengan warna putih merata, belum menunjukkan pembentukan spora kapang atau tidak berwarna abu-abu kehitaman, memiliki tekstur yang padat atau kompak namun mudah diiris, serta beraroma segar khas tempe tanpa adanya bau busuk, langu, atau amoniak. Kriteria mutu tempe kedelai menurut SNI 1344:2015 disajikan pada Tabel 2. Kualitas mutu dan karakteristik tempe kedelai dipengaruhi oleh teknologi pengolahan, jenis kedelai, dan kultur yang digunakan (Rahayu *et al.*, 2015). Ketiga faktor ini berperan bersama-sama dalam menentukan mutu sensoris, fisik dan kimiawi dari tempe. Pertumbuhan jamur yang membentuk tempe sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti ketersediaan oksigen, suhu sekitar 30°C, kelembaban 70-80%, dan pH awal kedelai sekitar 4-5 (Dwinaningsih, 2010).

Tabel 2. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kedadaan		
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/25g

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2015).

Proses pembuatan tempe tidak selalu menghasilkan produk yang memenuhi standar atau persyaratan mutu (Sari, 2023). Kehadiran kontaminan selama proses pembuatan dapat menghambat pembentukan tempe, sehingga kebersihan harus dijaga dengan baik. Beberapa tanda kegagalan dalam pembuatan tempe meliputi pertumbuhan kapang yang tidak optimal, tempe memiliki kondisi yang masih basah, adanya bercak hitam di permukaan kedelai, beraroma tidak sedap atau langu, serta pertumbuhan kapang yang hanya terjadi di sebagian permukaan. Munculnya warna hitam pada permukaan tempe disebabkan oleh proses sporulasi, kelebihan oksigen, waktu inkubasi yang terlalu lama, atau suhu inkubasi yang terlalu tinggi. Tempe memiliki kondisi masih basah, dapat diatasi dengan mendekatkan inkubator ke sumber panas dan menambahkan tepung gandum yang telah disangrai. Pertumbuhan kapang yang baik memerlukan aerasi yang cukup dan pencampuran starter yang merata (Hidayat dkk., 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2025, di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Uji Sensori, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, serta Laboratorium Biokimia dan Kimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kacang kedelai impor dengan merek Soybean USA no. 1 yang diperoleh dari Jagabaya di Bandar Lampung, ragi merek Raprima (mengandung kapang *Rhizopus sp.*), ragi merek X (mengandung kapang *Rhizopus sp.*), ragi mosaccha (mengandung campuran kapang *Rhizopus oligosporus* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*), aquades, *Potato Dextrose Agar* (PDA) merek Himedia, *Malt Extract Agar* (MEA) merek Himedia, NaCl (garam fisiologis), alkohol 70%, NaOH 0,1 N, H₂SO₄ dan HCL 0,1 N.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baskom, sendok, timbangan analitik, plastik PP (*polypropylene*), *aluminium foil*, plastik wrap, kapas, pisau, alat peniris, nampan, panci, kompor, autoklaf, inkubator, laminar air flow, pH meter, labu ukur, erlenmeyer, gelas ukur, cawan petri, *beaker glass*, bunsen, vortex, batang segitiga, batang pengaduk, *hotplate*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikropipet, *blue tip*, buret, labu Kjeldahl, alat distilasi, dan alat Soxhlet lengkap.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama yaitu perbedaan jenis ragi yang terdiri dari 3 taraf; yaitu R1 (Ragi Raprima), R2 (Ragi X) dan R3 (Ragi mosaccha). Faktor kedua yaitu konsentrasi ragi yang terdiri dari 4 taraf; yaitu K1 (2%), K2 (4%), K3 (6%), dan K4 (8%). Tabulasi perlakuan jenis ragi dan konsentrasi ragi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Tabulasi perlakuan jenis ragi dan konsentrasi ragi

Jenis Ragi	Konsentrasi Ragi			
	2% (K1)	4% (K2)	6% (K3)	8% (K4)
Ragi Raprima (R1)	R1K1	R1K2	R1K3	R1K4
Ragi X (R2)	R2K1	R2K2	R2K3	R2K4
Ragi Mosaccha (R3)	R3K1	R3K2	R3K3	R3K4

Keterangan:

R1K1: Ragi Raprima konsentrasi 2%	R2K3: Ragi X konsentrasi 6%
R1K2: Ragi Raprima konsentrasi 4%	R2K4: Ragi X konsentrasi 8%
R1K3: Ragi Raprima konsentrasi 6%	R3K1: Ragi Mosaccha konsentrasi 2%
R1K4: Ragi Raprima konsentrasi 8%	R3K2: Ragi Mosaccha konsentrasi 4%
R2K1: Ragi X konsentrasi 2%	R3K3: Ragi Mosaccha konsentrasi 6%
R2K2: Ragi X konsentrasi 4%	R3K4: Ragi Mosaccha konsentrasi 8%

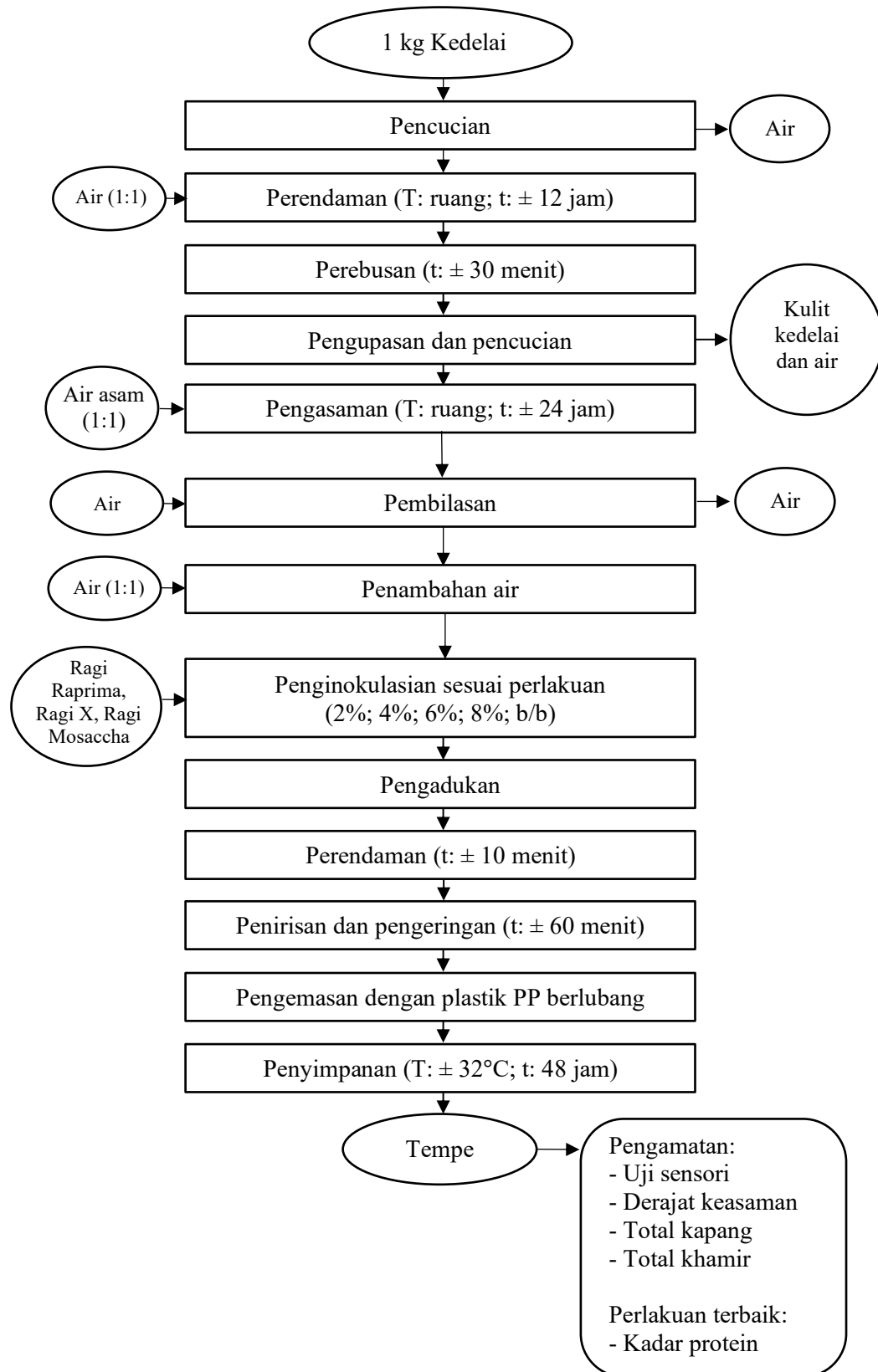
Tempe yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian terhadap sensori dengan parameter warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan, derajat keasaman (pH), uji total kapang, uji total khamir, serta kadar protein. Data yang diperoleh di uji kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data selanjutnya dianalisis lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5% untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya dilakukan penentuan perlakuan terbaik berdasarkan pada parameter sensori, derajat keasaman (pH), total kapang, serta total khamir, lalu dilakukan uji kadar protein pada tempe perlakuan terbaik.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pembuatan tempe dengan perlakuan jenis dan konsentrasi yang berbeda, serta pengamatan tempe.

3.4.1. Pembuatan Tempe

Prosedur pembuatan tempe dengan teknik peragian basah pada penelitian ini menggunakan metode Akmalia dkk. (2022) yang telah dimodifikasi. Tahap pertama diawali dengan kedelai sebanyak 1 kg dicuci menggunakan air mengalir. Selanjutnya, direndam dalam air bersih sebanyak 1:1 atau sampai merendam seluruh permukaan kedelai, pada suhu ruang selama ± 12 jam. Selanjutnya kedelai tersebut direbus menggunakan air mendidih selama ± 30 menit. Setelah proses perebusan selesai, kedelai ditiriskan sampai hilang seluruh air yang sebelumnya digunakan selama proses perebusan. Kedelai yang sudah direbus, kemudian dikupas dari kulit arinya sembari dicuci dengan air agar kulit arinya dapat ikut terbuang. Selanjutnya dilakukan proses pengasaman atau kedelai direndam menggunakan air asam sebanyak 1:1 (sampai cukup merendam seluruh permukaan kedelai), pada suhu ruang selama ± 24 jam. Kedelai yang sudah diasamkan kemudian dibilas menggunakan air mengalir hingga bersih dan ditiriskan, lalu dilanjutkan dengan tahap peragian atau inokulasi. Tahap peragian atau inokulasi dilakukan dengan cara, kedelai tersebut dipisahkan ke dalam 12 wadah berbeda dengan takaran kedelai sebanyak masing-masing 100 gram. Selanjutnya, kedelai dari masing-masing wadah tersebut ditambahkan air bersih kembali sebanyak 1:1 hingga merendam seluruh permukaan kedelai. Selanjutnya, masing-masing kedelai ditambahkan ragi sesuai dengan perlakuan, yaitu R1K1, R1K2, R1K3, R1K4, R2K1, R2K2, R2K3, R2K4, R3K1, R3K2, R3K3, R3K4 (b/b). Selanjutnya, diaduk hingga merata dan direndam selama ± 10 menit. Setelah direndam dengan ragi, kedelai tersebut selanjutnya ditiriskan kembali. Kedelai yang sudah ditiriskan kemudian dikeringkan menggunakan kipas angin selama ± 60 menit hingga seluruh permukaan kedelai tersebut kering. Kedelai yang sudah kering selanjutnya dikemas menggunakan plastik PP (*polypropylene*) yang sebelumnya telah dilubangi sebanyak 30 tusukan. Selanjutnya, kedelai yang sudah dikemas tersebut disimpan pada suhu $\pm 32^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam agar proses fermentasi pada kedelai dapat berjalan. Kedelai yang sudah terfermentasi secara sempurna menjadi tempe selanjutnya diamati terhadap uji sensori, derajat keasaman (pH), total kapang, total khamir, dan kadar protein. Diagram alir pembuatan tempe dengan teknik peragian basah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir proses pembuatan tempe dengan teknik peragian basah

Sumber: Akmalia dkk. (2022), dimodifikasi.

3.4.2. Pengamatan

Kedelai yang sudah ditambahkan ragi atau diinokulasi menggunakan teknik peragian basah dengan perlakuan variasi jenis dan konsentrasi ragi kemudian dilakukan pengamatan setelah difermentasi selama 48 jam atau menjadi sebuah tempe. Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji sensori berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur (uji skoring), rasa, dan penerimaan keseluruhan (uji hedonik), uji derajat keasaman (pH), total kapang, total khamir, serta uji kadar protein.

3.4.2.1. Uji Sensori

Parameter yang diamati pada uji sensori tempe teknik peragian basah ini meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Penilaian pada parameter warna, aroma, dan tekstur tempe teknik peragian basah dilakukan menggunakan uji skoring untuk mengetahui mutu tempe yang dihasilkan. Uji skoring dilakukan dengan cara memberikan skor dalam bentuk angka terhadap karakteristik berdasarkan parameter warna, aroma, dan tekstur tempe yang dihasilkan. Penilaian pada parameter rasa dan penerimaan keseluruhan menggunakan uji hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tempe yang dihasilkan. Parameter uji skoring yang ditetapkan pada penelitian ini mengacu pada SNI 3144:2015 tentang tempe kedelai. Uji skoring sampel tempe teknik peragian basah pada penelitian ini dilakukan oleh 20 panelis terlatih, sedangkan uji hedonik sampel tempe teknik peragian basah dilakukan oleh 50 panelis tidak terlatih. Pengujian sensori pada penelitian ini dilaksanakan dengan menyajikan potongan sampel tempe mentah untuk uji skoring dan sampel tempe yang sudah digoreng untuk uji hedonik, dalam piring kecil yang sebelumnya sudah diberi tanda label dengan tiga kode acak, serta dilengkapi dengan pena dan lembar kuesioner. Lembar kuesioner yang digunakan pada penelitian ini mencantumkan nama panelis, tanggal pengujian, nama sampel, petunjuk pelaksanaan uji, kode sampel, tabel penilaian serta keterangan skor pengujian. Lembar kuesioner uji skoring disajikan pada Tabel. 4, dan lembar kuesioner uji hedonik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Kuesioner uji skoring tempe

Kuesioner Uji Skoring Tempe												
Nama	:									Sampel: Tempe		
Tanggal	:											
Dihadapan anda disajikan sampel tempe yang diberi kode acak. Berikan penilaian anda dengan menuliskan skor 1-5 terhadap parameter warna, aroma, dan tekstur sesuai dengan keterangan yang terlampir.												
Penilaian	Kode Sampel											
	973	184	136	989	701	234	361	844	632	814	444	580
Warna												
Aroma												
Tekstur												
Keterangan: Warna (lihat dan amati warna pada sampel) 5: sangat putih, miselium merata diseluruh permukaan 4: putih merata, miselium merata 3: putih sedikit kekuningan, miselium cukup merata 2: kekuningan, miselium hanya sebagian 1: kecokelatan, miselium hampir tidak ada Aroma (cium aroma pada sampe) 5: sangat khas tempe segar 4: khas tempe 3: agak khas tempe 2: tidak khas tempe 1: sangat tidak khas tempe Tekstur (amati dan tekan sampel dengan jari) 5: sangat kompak 4: kompak 3: agak kompak 2: tidak kompak, agak mudah rontok 1: sangat tidak kompak, mudah rontok												

Tabel 5. Kuesioner uji hedonik tempe

Kuesioner Uji Hedonik Tempe												
Nama	:											Sampel: Tempe
Tanggal	:											
Dihadapan anda disajikan sampel tempe yang diberi kode acak. Berikan penilaian anda dengan menuliskan skor 1-5 terhadap parameter rasa dan penerimaan keseluruhan sesuai dengan keterangan yang terlampir.												
Penilaian	Kode Sampel											
	973	184	13 6	989	701	234	361	844	632	814	444	580
Rasa												
Penerimaan Keseluruhan												
Keterangan: 5: Sangat suka 4: Suka 3: Agak suka 2: Tidak suka 1: Sangat tidak suka												

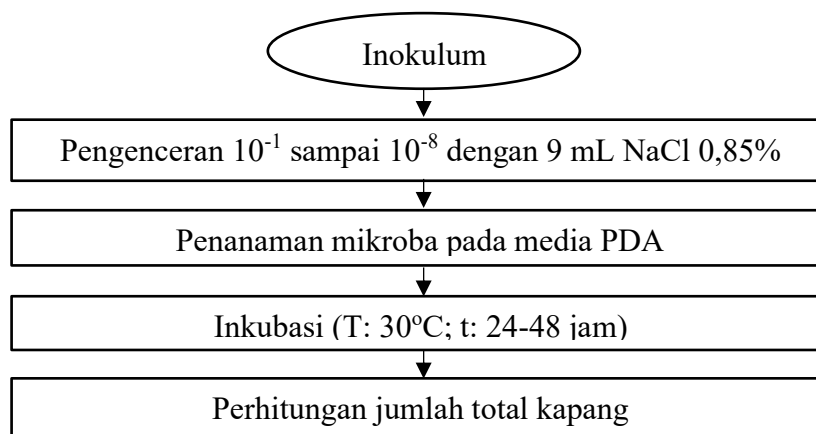
3.4.2.2. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH diukur menggunakan pH meter sesuai dengan prosedur AOAC (2016). Pengukuran dilakukan pada suhu yang sama. Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter distandarisasi terlebih dahulu. Proses pengukuran dimulai dengan elektroda dibilas menggunakan akuades, kemudian dikeringkan. Sebanyak 5 g sampel tempe diblender dalam 45 mL akuades hingga tercampur rata. Sampel tempe kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala 100 mL, lalu elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel tempe hingga tenggelam. Setelah dicelupkan dalam larutan sampel tempe, selanjutnya elektroda dibiarkan selama sekitar satu menit hingga diperoleh nilai pH yang stabil, dan dicatat hasilnya.

3.4.2.3. Total Kapang

Perhitungan jumlah total kapang tempe teknik peragian basah pada penelitian ini menggunakan prosedur yang dilakukan pada penelitian Rizal *et al.* (2020). Setiap perlakuan tempe diambil sampel sebanyak 1 gram. Selanjutnya, dicampur dengan

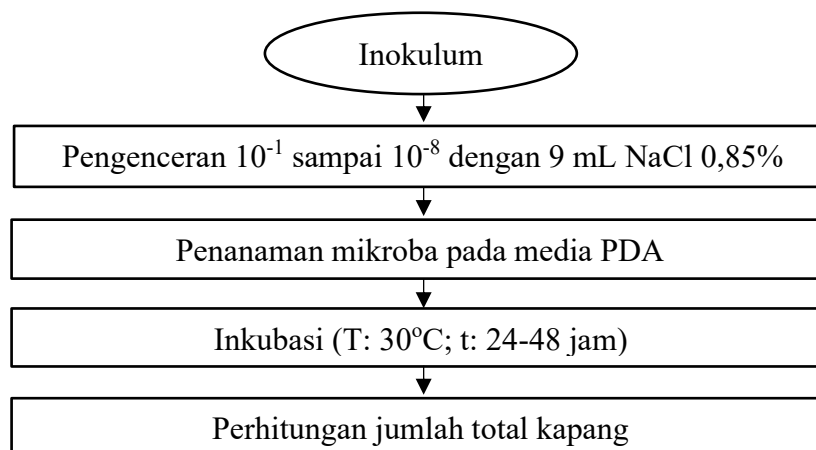
9 mL larutan NaCl 0,85%, dan dihomogenkan menggunakan vorteks. Selanjutnya, dilakukan pengenceran secara berturut-turut dari 10^{-1} hingga 10^{-8} . Sampel dari pengenceran 10^{-6} ; 10^{-7} ; dan 10^{-8} (tiga pengenceran terakhir), masing-masing diambil sebanyak 1 mL dan dilakukan penanaman mikroba pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dengan metode cawan tebar permukaan (*surface plate count*) secara duplo. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24-48 jam. Diagram alir perhitungan kapang pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir perhitungan jumlah total kapang
Sumber: Rizal *et al.* (2020).

3.4.2.4. Total Khamir

Perhitungan jumlah total khamir tempe teknik peragian basah pada penelitian ini menggunakan prosedur yang dilakukan pada penelitian Rizal *et al.* (2020). Setiap perlakuan tempe diambil sampel sebanyak 1 gram. Selanjutnya, dicampur dengan 9 mL larutan NaCl 0,85%, dan dihomogenkan menggunakan vorteks. Selanjutnya, dilakukan pengenceran secara berturut-turut dari 10^{-1} hingga 10^{-8} . Sampel dari pengenceran 10^{-6} ; 10^{-7} ; dan 10^{-8} (tiga pengenceran terakhir), masing-masing diambil 1 mL dan dilakukan penanaman mikroba pada media *Malt Extract Agar* (MEA) dengan metode cawan tebar permukaan (*surface plate count*) secara duplo. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24-48 jam. Diagram alir perhitungan khamir pada tempe teknik peragian basah dengan variasi jenis dan konsentrasi ragi disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir perhitungan jumlah total khamir
Sumber: Rizal *et al.* (2020).

3.4.2.5. Kadar Protein

Pengujian kadar protein pada penelitian ini menggunakan metode Kjeldahl AOAC (2016). Sampel tempe yang sudah ditimbang sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL dan ditambahkan 10 mL H₂SO₄ pekat. Selanjutnya ditambahkan tablet Kjeltab dan dilakukan proses destruksi hingga warna larutan berubah menjadi hijau jernih. Selanjutnya, larutan tersebut didinginkan dan diencerkan dengan aquadest hingga mencapai volume 100 mL. Selanjutnya, sebanyak 5 mL larutan diambil dan dimasukkan ke dalam alat destilat, kemudian ditambahkan 10 mL NaOH 30% dan dilakukan destilasi. Destilat yang dihasilkan dari proses destilasi tersebut ditampung dalam larutan HCl 0,1N sebanyak 10 mL dan ditambahkan 5 tetes metil merah. Proses distilasi dihentikan apabila hasilnya sudah tidak bersifat basa, yang dapat dipastikan dengan kertas lakmus. Selanjutnya, hasil distilasi dititrasi dengan larutan NaOH 0,1N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar protein menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(VA - VB) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 5,71 \times 100\%}{W}$$

Keterangan:

VA	: mL HCl untuk titrasi sampel	14,007	: berat atom Nitrogen
VB	: mL HCl untuk titrasi blanko	5,71	: konversi protein untuk kedelai
N	: Normalitas HCl	W	: berat sampel (mg)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis dan konsentrasi ragi yang digunakan pada penelitian ini berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH), total kapang, total khamir, serta sifat sensori yang meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan, pada tempe teknik peragian basah.
2. Ragi Raprima konsentrasi 6% memiliki nilai pH 6,5; total kapang 8,894 log CFU/g, total khamir 7,816 log CFU/g, dengan sifat sensori yang mencakup warna putih dengan miselium merata, aroma khas tempe, tekstur kompak, serta rasa dan penerimaan keseluruhan yang disukai panelis. Tempe teknik peragian basah perlakuan terbaik pada penelitian memiliki kadar protein sebesar 9,92%.

5.2. Saran

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah perlu dikaji penelitian lebih lanjut terkait pengaruh perbedaan teknik peragian atau inokulasi terhadap umur simpan produk tempe yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmalia, D., Furqon, I. K., dan Mutmainah, I. 2022. Proses produksi tempe ditinjau dari ekonomi islam. *Jurnal Sahmiyya*. 1(1): 113-123.
- Amaliyah, F., Wisaniyasa, N. W., dan Yusasrini, N. L. A. 2017. Pemanfaatan bekatul jagung dan ragi cap jago untuk pembuatan ragi tempe dan karakteristik tempe yang dihasilkan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. 2(2): 231-237.
- Amin, M. N. G., Kusnadi, J., Hsu, J. L, Doerksen, R. J., and Huang, T. C. 2020. Identification of a novel umami peptide in tempeh (Indonesian fermented soybean) and its binding mechanism to the umami receptor T1R. *Food Chemistry*. 333: 1-9.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2016. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. Chemist Inc. New York. 18 hlm.
- Aryanta, I. W. R. 2018. Manfaat tempe untuk kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*. 2(1): 44-50.
- Asbur, Y. dan Khairunnisyah. 2021. Tempe sebagai sumber antioksidan: Sebuah Telaah Pustaka. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*. 9(3): 183-192.
- 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. 216 hlm.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S. H., dan Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. 22(3): 199-286.

- Ayun, Q., Suryani, S., dan Kurnia, C. 2022. Identifikasi kapang pada tempe bungkus daun pisang dan plastik asal pengrajin tempe Jatiasih, Bekasi. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 10(2): 45-51.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Rata-Rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Kacang-Kacangan per Kabupaten Kota*. Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2015. 7 hlm.
- Bahri, S., Aji, A., dan Yani, F. 2018. Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan cara fermentasi menggunakan ragi roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 7:2.
- Barus, T., Sanjaya, J. W., Hartanti, A. T., Yulandi, A., Prasasty, V. D., dan Tandjung, D. 2020. Genotypic characterization of *Rhizopus* species from tempeh and usar: traditional inoculum of tempeh in Indonesia. *Microbiology Indonesia*. 14(3): 101–107.
- Cahyadi, W. 2007. *Teknologi dan Khasiat Kedelai*. Bumi Aksara. Jakarta. 96 hlm.
- Dietrich, M. A., Olas, B., Kontek, B., and Rabe, J. J., 2011. Beta-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* reduces plasma lipid peroxidation induced byhaloperidol. *International Journal of Biological Macromolecules*. 49: 113- 116.
- 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.
- Duniaji, A. S., Wisaniyasa, W., Puspawati, N. N., and Indri, H. N. M. 2019. Isolation and identification of *Rhizopus oligosporus* local isolate derived from several inoculum sources. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(9): 1085-1098.
- Dwinaningsih, E. A. 2010. Karakteristik dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angka Serta Variasi Lama Fermentasi *Skripsi*. Surakarta: Jurusan Pertanian. 46 hlm.
- Efriwati., Suwanto, A., Rahayu, G., dan Nuraida. 2013. Population dynamic of yeasts and lactic acid bacteria (LAB) during tempeh production. *HAYATI Journal of Biosciences*. 20(2): 57-64.
- Elisabeth, D.A.A., Ginting, E., dan Yulifianti, R. 2017. Respon pengrajin tempe terhadap introduksi varietas unggul kedelai untuk produksi tempe. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 20(3): 183-196.

- Hanas, D. F., Sine. Y., Adu, R. E. Y., Bria, E. J., Korbafo, E., Metboki, B., Seran, R., Kolo, M. M. 2022. Pelatihan pembuatan tempe kacang turis dan kucing merah bagi masyarakat kelompok tani Fatuknutu Kelurahan Sasi, Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Pasopati*. 4(3): 144-149.
- Hesseltine, C. W. 2016. Mycological society of america. *Mycol. Soc. Am.* 2(57): 149–197.
- Hetland, G., Johnson, E., Eide, D. M., Grinde, B., Samuelsen, A. B. C., and Wiker, H. G. 2013. Antimicrobial effects of β -glucans and pectin and of the *Agaricus blazei* based mushroom extract, andosanTM. 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.
- Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., dan Emmawati, M. A. 2020. *Teknologi Fermentasi*. IPB Press. Bogor. 210 hlm.
- Kementerian Kesehatan. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta. 11 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.
- Kumalasari, R. 2023. Pengaruh Penambahan Ragi Tempe Premium Terhadap Sifat Sensori Tempe. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 97 hlm.
- 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., and Nurdjanah, S. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2): 734-740.
- Kustyawati, M. E., Sari, M., dan Haryati, T. 2013. Efek Fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Karakteristik Biokimia Tapioka. *Agritech*. 13(3): 281-287.
- 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.

- Kusumawardhani, P. C. 2015. Pemanfaatan Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Sebagai Bahan Substitusi dalam Pembuatan Tempe Kedelai. *Skripsi*. IPB. Bogor. 77 hlm.
- Leeuwen, J. H. V., Rasmussen, M. L., Sanjara, 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*. 3(8): 48-77.
- Leiskayanti, Y., Sriherwanto, C., dan Suja'I, I. 2017. Fermentasi menggunakan inokulum tempe sebagai cara biologis pengapungan pakan ikan. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 4(2): 54-63.
- Mani, V. and Ming, L. C. 2017. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention Chapter 19: Tempeh and Other Fermented Soyben Products Rich in Isoflavones*. Academic Press. United States. pp 474.
- Naisali, H. dan Wulan, S. N. 2020. Karakteristik sensori tempe kacang tunggak hitam dan tempe kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1(8): 29-35.
- Ningsih, T. E., Siswanto., dan Rudju, W. 2018. Aktivitas antioksidan kedelai edamame hasil fermentasi kultur campuran oleh *Rhizopus oligosporus* dan *Bacillus subtilis*. *BERKALA SAINSTEK*. 6(1): 17-21.
- 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.
- Nurrahman, N., Astuti, M., Suparmo, dan Soesatyo, M. H. N. E. 2012. Pertumbuhan jamur, sifat organoleptik, dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam yang diproduksi dengan berbagai jenis inokulum. *Jurnal Agritech*. 32(1): 60.
- Pengkumsri, N., Sivamaruthi, B. S., Sirilun, S., Peerajan, S., Kesika, P., Chaivasut, K., and Chaivasut, C. T. 2017. Extraction of B-glucan from *Saccharomyces cerevisiae*: comparison of different extraction methods and In Vivo Assessment of Immunomodulatory Effect in Mice. *Journal of Food Sci. Technol, Campinas*. 37(1): 124-130.
- Pinasti, L., Nugraheni, Z., dan Wiboworini, B. 2020. Potensi tempe sebagai pangan fungsional dalam meningkatkan kadar hemoglobin remaja penderita anemia. *Aceh Nutrition Journal*. 5(1): 19-26.
- Perdana, A. T. 2023. Edukasi tempe sebagai sumber protein pencegah *stunting*. *Jurnal Abdimas Kedokteran*. 1(2): 108-115.

- Putri, T. S. K. 2022. Pengaruh Jenis Substrat dan Lama Inkubasi Terhadap Karakteristik Inokulum Tempe yang Diberi Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 67 hlm.
- Rachmah, A. N., Cempaka, L. dan Mukaromah, A. S. 2024. Jenis ragi dan bahan pembungkus terhadap kualitas tempe. *Berkala Ilmiah Biologi*. 15(2): 81-90.
- Rahayu, N. A., Cahyanto, M. N., dan Indrati, R. 2019. Pola perubahan protein koro benguk (*Mucuna pruriens*) selama fermentasi tempe menggunakan inokulum raprima. *Agritech*. 39(2): 128-135.
- Rahayu, W. P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., dan Ardiansyah. 2015. *Teknologi Pengolahan Tempe Kedelai*. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). Jakarta. 47 hlm.
- Ristiani, D. A. 2024. Pengaruh Penambahan Ragi Mosaccha terhadap Total Kapang, Total Khamir, dan Karakteristik Sensori Tempe Kacang Tolo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 97 hlm.
- 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., 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.
- 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.
- Rochintaniawati. 2011. Pembuatan Ragi Tempe. *Biology Terapan*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 119 hlm.
- Sapitri, Y., Hastuti, U. S. dan Witjoro, A. 2018. Pengaruh ragi tempe dengan variasi substrat kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dan kacang kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.) serta dosis ragi tempe terhadap kualitas tempe kedelai. *Jurnal Ilmu Hayat*. 2(1): 1-8.

- Sari, R. K. 2023. Pengaruh Penambahan Ragi Tempe Premium Terhadap Sifat Sensori Tempe. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 100 hlm.
- Silaban, B. M. J. 2017. 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. 95 hlm.
- SNI. 2015. *SNI 3144: Tempe Kedelai*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 6 hlm.
- Sardjono. 2011. Jamur Benang dan Pengembangannya Pada Industri Pengolahan Hasil Perrtanian. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 104 hlm.
- Setyani, S., Nurdjanah, S., dan Eliyana. 2017. Evaluasi sifat kimia dan sensori tempe kedelai-jagung dengan berbagai konsentrasi ragi raprima dan berbagai formulasi. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*. 22(2): 85-98).
- Soka, S., Suwanto, A., Sajuthi, D., dan Rusmana, I. 2014. Impact of tempeh supplementation on gut microbiota composition in sprague-dawley rats. *Research Journal of Microbiology*. 9(4): 189-198.
- Stephanie, M. M., Pantjajani, T., dan Goeltom, M. T. 2019. Fermentasi anggur (*wine*) dari mangga kuwini (*Mangifera odorata*) menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 7(2): 4600-4616.
- Suciati, A. 2012. Pengaruh Lama Perendaman dan Fermentasi Terhadap Kandungan HCN pada Tempe Kacang Koro (*Canavalia ensiformis L*). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar. 84 hlm.
- Suryani, Y., Taupiqurrahman, O., dan Kulsum, Y. 2020. *Mikologi*. PT. Freeline Cipta Ganesia. Padang. 126 hlm.
- Syamsiana, A., Rizal, S., Kustyawati, M. E., dan Astuti, S. 2024. Formulasi kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dan kacang kedelai (*Glycine max L.*) terhadap total kapang, total khamir, dan sifat sensori tempe mosaccha. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*. 3(2): 325-342.
- Syifani, F. N. A. 2023. Pengaruh Kondisi dan Lama Penyimpanan pada Suhu Ruang Terhadap Mutu Tempe yang Dimodifikasi *Saccharomyces cerevisiae*. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 56 hlm.

- Tjokrokusumo, D. 2015. Diversitas jamur pangan berdasarkan kandungan betaglukan dan manfaatnya terhadap kesehatan. *Prosiding SEMNAS MASYBIODIVINDON*. 1(6): 1520-1523.
- Wahyudi, A. 2018. Pengaruh variasi suhu ruang inkubasi terhadap waktu pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* pada pembuatan tempe kedelai. *Jurnal Redoks*. 3(1): 37-44.
- Wijanarko, D. dan Hasanah, S. 2017. Monitoring suhu dan kelembaban menggunakan SMS *gateway* pada proses fermentasi tempe secara otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal Informatika Polinema*. 4(1): 49-56.
- Winanti, R., Bintari, S. H. dan Mustikaningtyas, D. 2014. Studi observasi higienitas produk tempe berdasarkan perbedaan metode inokulasi. *Unnes Jurnal of Life Science*. 3(1): 39-46.
- Wulandari, C. S. 2020. Pengaruh Nisbah *Rhiopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Sifat Sensori dan Kimia Tempe Selama Fermentasi. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 130 hlm.
- 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. Bengkulu. 36 hlm.