

**PENGARUH PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA TERHADAP TOTAL
KAPANG, TOTAL KHAMIR, DAN KARAKTERISTIK SENSORI TEMPE
KACANG TOLO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**

(Skripsi)

Oleh

**DITA ARTHA RISTIANI
2014051062**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF MOSACCHA YEAST ON TOTAL MOLD, TOTAL YEAST, AND SENSORY CHARACTERISTICS OF COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) TEMPEH

By

DITA ARTHA RISTIANI

Cowpeas are a type of legume that can be processed into tempeh and can serve as an alternative raw material to replace soybeans in efforts to diversify food sources. *Rhizopus oligosporus* is a mold commonly used in tempeh production, however the addition of *Saccharomyces cerevisiae* can enhance the sensory characteristics of tempeh. This research aims to determine the effect of the addition of Mosaccha yeast on the total mold, total yeast, and sensory characteristics of cowpea tempeh. The research was structured in a Complete Randomize Block Design with a single factor (yeast concentration) consists of 6 levels, 0,3% (K1), 0,6% (K2), 0,9% (K3), 1,2% (K4), 1,5% (K5), and control (K) used 0,2% Raprima yeast and 4 replications. The data obtained were analyzed statistically with the Barlett and Tuckey tests, followed by analysis of variance and Least Significant Difference (LSD) tests at the 5% level. The results showed that the concentration of Mosaccha yeast had an effect on the total mold, total yeast, and the color, aroma, texture, taste, and overall of cowpea tempeh. The concentration of Mosaccha yeast of 1.2% produced the best cowpea tempeh with a total mold 8,747 log CFU/g, total yeast 8,570 log CFU/g, and sensory characteristics including a white colour with mycelium covering the entire tempeh, a characteristic tempeh aroma with a fragrant-sweet scent, a compact texture that is easy to slice, and taste and overall acceptance favored by the panelists. The nutritional value was found to be 53.40% moisture content, 23,09% protein content, 8,07% fat content, 4,36% crude fiber content, and 1,06% beta-glucan content.

Keywords : cowpea, Mosaccha tempeh yeast, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, tempeh

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA TERHADAP TOTAL KAPANG, TOTAL KHAMIR, DAN KARAKTERISTIK SENSORI TEMPE KACANG TOLO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

Oleh

DITA ARTHA RISTIANI

Kacang tolo merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang dapat digunakan dan diolah menjadi tempe sebagai bahan baku alternatif pengganti kedelai sebagai upaya diversifikasi pangan. *Rhizopus oligosporus* merupakan jenis kapang yang umum digunakan dalam pembuatan tempe, namun penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan karakteristik sensori tempe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi tempe Mosaccha (*Modified by Saccharomyces cerevisiae*) terhadap total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori tempe kacang tolo. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak kelompok lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal (konsentrasi ragi) dengan 6 taraf, 0,3% (K1), 0,6% (K2), 0,9% (K3), 1,2% (K4), 1,5% (K5), dan Kontrol (K) menggunakan ragi Raprima 0,2% dan empat kali ulangan. Parameter pengamatan yaitu total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori (warna, tekstur, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan). 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 konsentrasi ragi Mosaccha berpengaruh terhadap total kapang, total khamir, warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan pada tempe kacang tolo. Konsentrasi ragi Mosaccha 1,2% menghasilkan tempe kacang tolo terbaik dengan total kapang 8,747 log CFU/g, total khamir 8,570 log CFU/g, dan karakteristik sensori yaitu berwarna putih dan miselium menyelimuti keseluruhan tempe, aroma khas tempe dan beraroma harum-manis, tekstur kompak dan mudah diiris, rasa dan penerimaan keseluruhan disukai oleh panelis. Kandungan gizi tempe kacang tolo terbaik, yaitu kadar air 53,40%, kadar protein 23,09%, kadar lemak 8,07%, kadar serat kasar 4,36%, dan kadar beta-glukan 1,06%.

Kata kunci : kacang tolo, ragi tempe Mosaccha, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, tempe

**PENGARUH PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA TERHADAP TOTAL
KAPANG, TOTAL KHAMIR, DAN KARAKTERISTIK SENSORI TEMPE
KACANG TOLO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**

Oleh

DITA ARTHA RISTIANI

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
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi

: **PENGARUH PENAMBAHAN RAGI
MOSACCHA TERHADAP TOTAL
KAPANG, TOTAL KHAMIR, DAN
KARAKTERISTIK SENSORI TEMPE
KACANG TOLO (*Vigna unguiculata* (L.)
Walp)**

Nama

: **Dita Artha Ristiani**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2014051062

Jurusan/Program Studi

: Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.

NIP. 19690225 199403 1 002

Prof. Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc.

NIP. 19611129 198703 2 010

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.

NIP. 19721006 19803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **19 September 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dita Artha Ristiani

NPM : 2014051062

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 bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2024
Yang membuat pernyataan



Dita Artha Ristiani
NPM 2014051062

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 04 November 2002 sebagai anak ketiga dari lima bersaudara dari Bapak Arisanto dan Ibu Sri Puji Astuti. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Taman Indria Bandar Lampung pada tahun 2008, Sekolah Dasar di SDN 1 Sumur Putri Bandar Lampung pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 4 Bandar Lampung pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Bandar Lampung pada tahun 2020. Tahun 2020 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 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Penyandingan, Kecamatan Bangkumat, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung. Pada bulan Juli-Agustus 2023, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Madu Baru Pabrik Gula Madukismo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan judul “Penerapan *Quality Control* dalam Menjaga Kualitas Produk Akhir Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Madukismo PT Madubaru”. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota dalam organisasi HMJ THP FP Unila. Penulis aktif sebagai asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Hortikultura T.A. 2023/2024.

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 Penambahan Ragi Tempe Mosaccha terhadap Total Kapang, Total Khamir, dan Karakteristik Sensori Tempe Kacang Tolo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)” 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 yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pertama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, serta memberikan bimbingan, saran, nasihat, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna K., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan banyak arahan, nasihat, saran serta masukan terhadap skripsi penulis.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu, kebaikan, dan pengalaman yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
7. Staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Arisanto dan Ibu Sri Puji Astuti yang telah memberikan banyak dukungan moril maupun materil, doa, motivasi, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
9. Sahabat – sahabat penulis sejak SMA hingga saat ini, Dinaya, Anan, Anis, dan Aisa yang selalu berbagi cerita seperti keluarga, selalu bersama saat suka maupun duka, selalu memberikan semangat, doa, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
10. Sahabat tersayang, Ica, Dea, Meisya, dan Gusti yang selalu berbagi cerita seperti keluarga, selalu bersama dalam kehidupan kampus saat suka maupun duka, selalu memberikan semangat dan doa dalam menyelesaikan skripsi.
11. Tim penelitian tempe, Rahma, Bilqis, dan terutama Annisa yang telah menemani, membantu, mendukung, mengingatkan, dan menjadi tempat penulis untuk berkeluh kesah.
12. Keluarga besar THP angkatan 2020 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 dan berguna bagi penulis dan banyak pihak.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2024
Penulis,

Dita Artha Ristiani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	4
1.4. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kacang Tolo	6
2.2. Tempe.....	8
2.3. <i>Rhizopus Oligosporus</i>	9
2.4. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
2.5. Ragi Tempe Mosaccha.....	12
2.6. Perubahan Fisiko-Kimia pada Fermentasi Tempe	12
2.7. Syarat Mutu Tempe.....	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat.....	15
3.3. Metode Penelitian.....	16
3.4. Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1. Pembuatan ragi mosaccha	16
3.4.2. Pembuatan tempe kacang tolo.....	17
3.5. Pengamatan	19
3.5.1. Perhitungan total kapang.....	19

3.5.2. Perhitungan total khamir	19
3.5.3. Uji sensori	20
3.5.4. Kadar air	23
3.5.5. Kadar protein	23
3.5.6. Kadar lemak	24
3.5.7. Kadar serat Kasar	25
3.5.8. Kadar beta-Glukan	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Total Kapang	27
4.2. Total Khamir	29
4.3. Karakteristik Sensori	31
4.3.1. Warna	32
4.3.2. Tekstur	33
4.3.3. Aroma	36
4.3.4. Rasa	38
4.3.5. Penerimaan keseluruhan	40
4.4. Penentuan Perlakuan Terbaik	41
4.5. Analisis Kimia Perlakuan Terbaik	44
4.5.1. Kadar air	46
4.5.2. Kadar protein	47
4.5.3. Kadar lemak	47
4.5.4. Kadar serat Kasar	48
4.5.5. Kadar beta-glukan	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi gizi dalam 100 g kacang tolo	7
2. Komposisi gizi tempe kedelai dalam 100 g bahan kering.....	8
3. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015	14
4. Kuisioner uji skoring.....	21
5. Kuisioner uji hedonik.....	22
6. Hasil uji lanjut BNT 5% terhadap total kapang tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	27
7. Hasil uji BNT 5% terhadap total khamir tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	29
8. Hasil uji BNT 5% terhadap warna pada tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	32
9. Hasil uji BNT 5% terhadap tekstur pada tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	34
10. Hasil uji BNT 5% terhadap aroma pada tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	37
11. Hasil uji BNT 5% terhadap rasa tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	39
12. Hasil uji BNT 5% terhadap penerimaan keseluruhan tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	41
13. Rekapitulasi hasil perlakuan terbaik tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	41
14. Komposisi gizi tempe kacang tolo dan tempe kedelai dengan penambahan ragi Mosaccha dan Raprima.....	45
15. Data total kapang tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	63
16. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) total kapang tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	63
17. Hasil analisis ragam terhadap total kapang tempe kacang tolo.....	64

18. Uji lanjut BNT 5 % total kapang tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	64
19. Data total khamir tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi Ragi Mosaccha	64
20. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) total khamir tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	65
21. Hasil analisis ragam terhadap total khamir tempe kacang tolo	65
22. Uji lanjut BNT 5 % total khamir tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	66
23. Data skor skoring warna tempe kacang tolo dengan berbagai Konsentrasi ragi Mosaccha	66
24. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) skor skoring warna tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	66
25. Hasil analisis ragam terhadap skor skoring warna tempe kacang tolo .	67
26. Uji lanjut BNT 5 % skor skoring warna tempe kacang tolo dengan konsentrasi ragi Mosaccha	68
27. Data skor skoring tekstur tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	68
28. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) skor skoring tekstur tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	69
29. Hasil analisis ragam terhadap skor skoring tekstur tempe kacang tolo	69
30. Uji lanjut BNT 5 % skor skoring tekstur tempe kacang tolo dengan konsentrasi ragi Mosaccha	70
31. Data skor skoring aroma tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	70
32. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) skor skoring aroma tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	71
33. Hasil analisis ragam terhadap skor skoring aroma tempe kacang tolo .	71
34. Uji lanjut BNT 5 % skor skoring aroma tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	72
35. Data skor hedonik rasa tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	72
36. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) skor hedonik rasa tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha ...	73
37. Hasil analisis ragam terhadap skor hedonik rasa tempe kacang tolo	73

38. Uji lanjut BNT 5 % skor hedonik rasa tempe kacang tolo dengan konsentrasi ragi Mosaccha	74
39. Data skor hedonik penerimaan keseluruhan tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha.....	74
40. Uji Kehomogenan (Kesamaan) Ragam (Bartlett's test) skor hedonik penerimaan keseluruhan tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi Mosaccha	75
41. Hasil analisis ragam terhadap skor hedonik penerimaan keseluruhan tempe kacang tolo	75
42. Uji lanjut BNT 5 % skor hedonik penerimaan keseluruhan tempe konsentrasi ragi Mosaccha	76
43. Uji pembobotan penentuan perlakuan terbaik tempe kacang tolo	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kacang tolo	7
2. <i>Rhizopus oligosporus</i>	9
3. <i>Saccharomyces cereviceae</i>	11
4. Proses pembuatan ragi Mosaccha	17
5. Proses pembuatan tempe kacang tolo	18
6. Penampakan tempe kacang tolo dengan berbagai konsentrasi ragi	31
7. Penampakan tempe kacang tolo yang telah diiris dengan berbagai konsentrasi ragi	35
8. Proses perebusan kacang.....	79
9. Proses perendaman kacang	79
10. Proses pencucian dan pengupasan kacang tolo	79
11. Proses perebusan kacang tolo yang telah dikupas.....	79
12. Proses pengukusan	79
13. Proses pendinginan	79
14. Proses peragian.....	80
15. Proses pengemasan.....	80
16. Proses fermentasi	80
17. Tempe kacang tolo semua	80
18. Uji Total Plate Count kapang khamir	80
19. Uji sensori tempe kacang tolo	81
20. Uji kadar air tempe kacang tolo	81
21. Uji kadar beta-glukan tempe kacang tolo.....	81

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Tempe merupakan produk fermentasi dari kacang kedelai yang dikonsumsi masyarakat Indonesia sebagai sumber protein nabati. Kacang kedelai memiliki kandungan protein sebesar 40,4%, karbohidrat sebesar 24,9%, lemak sebesar 16,7%, kadar abu sebesar 5,5%, dan serat kasar sebesar 3,2% (Persagi, 2017). Selain kandungan gizinya yang tinggi, keunggulan kacang kedelai sebagai bahan baku tempe yaitu memiliki nilai fungsional karena kandungan isoflavon pada kacang kedelai bersifat antioksidan yang efektif melawan radikal bebas sehingga berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif (Winarti, 2010). Keunggulan ini menjadikan tempe sebagai makanan yang sangat digemari masyarakat. Tempe yang umumnya dibuat dari kedelai dapat menggunakan bahan baku alternatif untuk diversifikasi pangan dan mengurangi ketergantungan pada satu jenis bahan. Penggunaan bahan baku alternatif ini juga dapat meningkatkan nilai gizi tempe dan memberikan pilihan baru bagi konsumen. Kacang tolo, salah satu kacang yang bernutrisi tinggi, berpotensi menjadi bahan baku alternatif untuk tempe (Putri dan Kartikawati, 2022).

Kacang tolo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) atau kacang tunggak adalah jenis kacang - kacangan musim panas yang dapat digunakan sebagai sumber nutrisi dan fitokimia yang baik, termasuk protein, mineral, vitamin, serat, dan lemak (Jayathilake *et al.*, 2018). Pemilihan bahan baku kacang tolo dalam pembuatan tempe pada penelitian ini didasarkan pada kandungan gizinya yang tidak kalah dari kacang kedelai. Kacang tolo mengandung protein sebesar 24,4-30%, karbohidrat sebesar 56,6-59,59%, abu sebesar 3,6-4,21%, serat kasar sebesar 1,6-2,98%, dan lemak sebesar 1,4-1,9% (Animasaun *et al.*, 2015; Persagi, 2017).

Kacang tolo juga bermanfaat bagi kesehatan dan potensial sebagai sumber pangan fungsional disamping. Menurut Dewi dkk. (2014), kacang tolo mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi yakni 59,6%, jika dibanding kacang kedelai dengan aktivitas antioksidan 56,66%. Kandungan antioksidan kacang tolo yakni flavonoid (4,25 mg GAE/100 g) dan fenol (43,94 mg GAE/100 g) (Arinanti, 2018). Karakteristik biji kacang tolo yaitu berbentuk bulat atau mirip ginjal dengan warna beragam (merah, putih, cokelat, krem, hitam, dan putih) dan memiliki pola seperti mata di tengah (Setyowati dan Minantyorini, 2016). Kacang tolo berwarna putih lebih menguntungkan sebagai bahan baku tempe karena kacang tolo berwarna yang lebih gelap menunjukkan penampilan tempe yang telah rusak atau busuk sehingga menjadi kurang menarik (Polnaya, 2008).

Ragi tempe umumnya mengandung satu jenis mikroorganisme utama yaitu kapang *Rhizopus oligorporus* (Sukardi dkk., 2008). Kustyawati (2009) menyatakan bahwa khamir juga terlibat dalam fermentasi tempe yang dapat berinteraksi dan tumbuh dengan mikroba lain, serta kemungkinan dapat meningkatkan flavor dan nilai gizi tempe. Rizal dan Kustyawati (2019) melaporkan bahwa tempe yang difermentasi dengan penambahan inokulum khamir *Saccharomyces cerevisiae* berbentuk cair menghasilkan aroma harum, mengurangi bau langu, dan tidak memiliki rasa asam ataupun pahit pada tempe. Selain itu, fermentasi tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* memiliki keunggulan yaitu mengandung senyawa beta-glukan pada tempe yang dihasilkan (Rizal *et al.*, 2021). Rizal *et al.* (2023) mengembangkan ragi tempe berbentuk bubuk yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae* sehingga lebih praktis penggunaannya. Ragi tempe tersebut disebut dengan ragi Mosaccha (*Modified by Saccharomyces cerevisiae*). Tempe yang dihasilkan dengan memakai ragi Mosaccha mempunyai karakteristik sensori dan kandungan kimia yang memenuhi standar SNI 3144:2015 serta memiliki senyawa beta-glukan yang bermanfaat untuk kesehatan.

Konsentrasi penambahan ragi pada proses fermentasi tempe ialah faktor penting yang berpengaruh terhadap kualitas tempe yang dihasilkan (Sapitri dkk., 2018).

Menurut Sari (2023) ragi tempe Mosaccha dapat mempengaruhi karakteristik sensori, total kapang, dan total khamir tempe kedelai yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Rizal dan Kustyawati (2019) bahwa konsentrasi ragi dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh terhadap karakteristik sensori meliputi rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan pada tempe (Rizal dan Kustyawati, 2019). Penelitian terkait pemanfaatan kacang tolo sebagai bahan baku pembuatan tempe menggunakan ragi Mosaccha belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi ragi Mosaccha yang mampu menghasilkan tempe kacang tolo dengan total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori tempe kacang tolo terbaik.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penambahan ragi Mosaccha terhadap total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori tempe kacang tolo yang dihasilkan.
2. Mengetahui konsentrasi penambahan ragi Mosaccha yang tepat untuk menghasilkan tempe kacang tolo dengan total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori terbaik.

1.3. Kerangka Pemikiran

Penggunaan bermacam jenis kacang dalam pembuatan tempe menghasilkan perbedaan sifat fisikokimia dan sensori pada tempe, karena perbedaan kandungan nutrisi seperti protein, karbohidrat dan lemak dapat mempengaruhi sifat fisik dan komponen gizi tempe yang dihasilkan (Maryam, 2014). Kacang tolo memiliki kandungan gizi yang setara dengan kedelai dan potensial menjadi alternatif bahan baku dalam pembuatan tempe (Putri dan Kartikawati, 2022). Penelitian terkait pembuatan tempe berbahan dasar kacang tolo sudah dilakukan sebelumnya. Menurut Lestari (2020), kacang tolo yang difermentasi dengan ragi Raprima 0,2% menghasilkan tempe kacang tolo dengan berwarna putih, tekstur kompak, dan beraroma khas tempe, serta memiliki kadar protein 15,38%. Penelitian yang dilakukan Putri dan Kartikawati (2022) menggunakan perlakuan konsentrasi ragi Raprima 0,15%, 0,25%, dan 0,35% pada fermentasi tempe kacang tolo. Konsentrasi ragi 0,35% menghasilkan tempe kacang tolo terbaik dengan kadar air 42,61%, abu 1,10%, lemak 2,11 %, protein 26,01%, karbohidrat 28,176%, dan serat 0,34%. Kacang tolo memiliki beragam warna antara lain putih, ckrem, merah, coklat, dan hitam, namun kacang tolo putih lebih menguntungkan sebagai bahan baku tempe karena kacang tolo berwarna yang lebih gelap menunjukkan penampilan tempe yang telah rusak atau busuk sehingga menjadi kurang menarik (Polnaya, 2008). Selain itu, semakin gelap warna biji kacang tolo menunjukkan semakin tinggi kandungan tanin yang merupakan salah satu zat antigizi (Malangngi dkk., 2012).

Penambahan ragi tempe merupakan salah satu hal penting karena memberikan pengaruh terhadap karakteristik tempe baik sifat sensori maupun kandungan gizi pada tempe yang dihasilkan. Ragi tempe komersial di pasaran umumnya menggunakan satu jenis mikroorganisme utama, yaitu *Rhizopus sp.* Inokulum campuran *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan tempe dengan bau langu lebih rendah dan kandungan kimia yang lebih baik dibandingkan ragi komersial, serta mengandung senyawa beta-glukan (Rizal dan Kustyawati, 2019; Rizal *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian Rizal dan Kustyawati (2019), *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi

penambahan 1% dan 3% pada fermentasi tempe dapat memperbaiki sifat sensori tempe dan menghasilkan kandungan beta-glukan berturut-turut sebesar 0,181% dan 0,250%. Rizal *et al.* (2023) membuat ragi Mosaccha yang mengandung khamir *Saccharomyces cerevisiae* berbentuk bubuk. Tempe yang dihasilkan dengan menggunakan ragi Mosaccha memiliki sifat sensori dan kandungan kimia yang telah memenuhi standar SNI 3144:2015, serta memiliki senyawa beta-glukan yang bermanfaat untuk kesehatan yang dapat berfungsi menjadi immunomodulator untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Domenico *et al.*, 2017).

Menurut Sari (2023), penambahan ragi tempe Mosaccha pada tempe kedelai dengan konsentrasi 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, dan 1,5% berpengaruh terhadap sifat sensori, total kapang, dan total khamir tempe kedelai. Penambahan konsentrasi ragi tempe Mosaccha 1,5% menghasilkan tempe kedelai terbaik dengan karakteristik sensori yang disukai serta total kapang sebesar 9,24 log CFU/g dan total khamir sebesar 8,93 log CFU/g. Peran *S. cerevisiae* pada ragi Mosaccha juga diduga tumbuh dan berinteraksi selama fermentasi tempe kacang tolo yang dapat meningkatkan kandungan gizi dan memberikan sifat fungsional dengan membentuk komponen beta-glukan pada tempe kacang tolo. Dengan demikian, perlu diteliti mengenai konsentrasi penambahan ragi Mosaccha yang tepat dalam pembuatan tempe kacang tolo yang mampu menghasilkan tempe kacang tolo dengan total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori terbaik serta mengandung beta-glukan yang dapat menambah nilai fungsionalnya.

1.4. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini yaitu:

1. Ada pengaruh penambahan ragi Mosaccha terhadap total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori tempe kacang tolo.
2. Ada konsentrasi penambahan ragi Mosaccha yang menghasilkan tempe kacang tolo dengan total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kacang Tolo

Kacang tolo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) atau kacang tunggak, berasal dari Afrika Barat dan termasuk famili *Leguminoceae*. Kacang ini dapat dimanfaatkan menjadi bahan pangan, bahan pakan, dan bahan baku industri. Produksi bijinya bisa mencapai 1,5-2 ton/ha tergantung pada varietas, lokasi, musim, dan metode budidaya (Sayekti dkk., 2012). Kacang tolo umumnya dibudidayakan sebagai sumber makanan bergizi di wilayah tropis dan subtropis, termasuk Amerika Serikat bagian selatan, Timur Tengah, Afrika, dan Asia. Menurut Persagi (2017), biji kacang tolo mengandung 24,4% protein, 56,6% karbohidrat, dan 1,9% lemak. Selain bijinya, daun dari tanaman kacang tolo juga dapat dikonsumsi dan mengandung vitamin dan mineral (Nielsen *et al.*, 1997).

Kacang tolo mengandung protein yang cukup tinggi dibandingkan berbagai jenis kacang lainnya maka menjadikannya sumber protein nabati yang penting. Kacang ini tidak hanya memberikan kontribusi besar terhadap kebutuhan protein, tetapi juga merupakan komoditas yang bernilai tinggi dan dapat diandalkan oleh petani dan pedagang biji-bijian (Nwosu *et al.*, 2013). Kacang tolo berpotensi besar sebagai bahan pangan yang bergizi, namun pemanfaatannya masih terbatas di Indonesia, biasanya hanya dimanfaatkan sebagai sayuran atau makanan tradisional seperti lepet ketan. Kelebihan kacang tolo juga terletak pada rendahnya kadar lemak sehingga dapat mengurangi dampak negatif dari konsumsi produk pangan berlemak. Kacang tolo adalah sumber protein yang murah dan melimpah keberadaannya, terkhusus untuk masyarakat pedesaan. (Ratnaningsih dkk., 2009). Kandungan asam amino lisin, asam aspartat, dan asam glutamat merupakan komponen asam amino penting dari protein kacang tolo (Rosida dkk., 2013).



Gambar 1. Kacang tolo

Sumber: Masauna dkk., 2013

Kenampakan fisik biji kacang tolo ditunjukkan pada Gambar 1. Sifat fisik biji kacang tolo dapat mempengaruhi prosesing dan pengolahan produk, makin gelap warna biji kacang tolo maka makin tinggi konsentrasi tanin yang terkandung didalamnya. Tanin adalah salah satu zat anti gizi (Malangngi dkk., 2012). Biji kacang tolo memiliki ukuran, bentuk, ataupun warna yang bervariasi. Bentuk biji kacang tolo bervariasi, ada yang menyerupai ginjal, telur, bentuk bulat, ataupun rhomboid. Biji kacang tolo memiliki warna beragam (merah, putih, cokelat, krem, dan hitam) dan memiliki pola seperti mata berwarna hitam di tengah (Setyowati dan Minantyorini, 2016). Setiap golongan kacang-kacangan memiliki komposisi gizi yang berbed tergantung pada jenis, varietas, metode budidaya, dan tingkat kematangan biji. Persagi (2017) mengungkapkan kacang tolo memiliki komposisi gizi cukup tinggi yang secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi gizi dalam 100 g kacang tolo

No.	Komposisi (satuan)	Jumlah
1.	Kalori (Kal)	331,00
2.	Air (g)	13,50
3.	Protein (g)	24,40
4.	Lemak (g)	1,90
5.	Karbohidrat(g)	56,60
6.	Serat (g)	1,60
7.	Abu (g)	3,60
8.	Kalsium (mg)	481,00
9.	Fosfor (mg)	399,00
10.	Besi (mg)	13,90
11.	B-Karoten (mcg)	65,00
12.	Natrium (mg)	15,00

Sumber : Persagi (2017)

2.2. Tempe

Tempe adalah produk fermentasi kedelai yang dilakukan oleh kapang *Rhizopus sp.* (Astawan dkk., 2013). Tempe terbentuk dari miselium yang merupakan kumpulan dari hifa warna putih yang mengikat antar biji-biji kedelai menjadi tekstur padat (Rosidah dkk., 2023). Tempe kaya akan nutrisi esensial seperti protein, karbohidrat, asam lemak, vitamin, dan mineral, serta mengandung senyawa bioaktif seperti isoflavon yang memiliki manfaat untuk kesehatan tubuh (Aryanta, 2020). Kandungan gizi tempe lebih baik dibandingkan dengan olahan kedelai lainnya. Selama fermentasi tempe, *Rhizopus sp.* memproduksi enzim beta-glukosidase yang menghidrolisis glikosida isoflavon menjadi aglikon isoflavon yang tidak terikat pada molekul gula (Da Silva *et al.*, 2011). Aglikon isoflavon ini memiliki bioavailabilitas lebih tinggi pada manusia dan aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan dengan glikosida isoflavon (Surya *et al.*, 2024). Komposisi gizi tempe dapat dilihat pada Tabel 2.

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

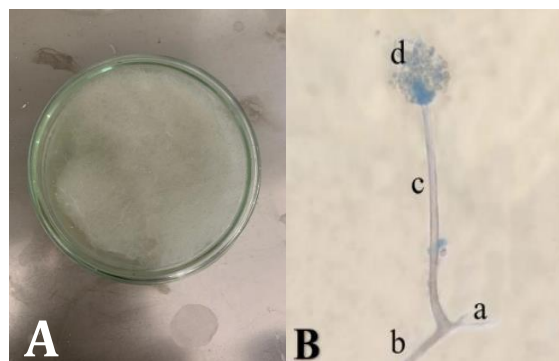
Komponen (satuan)	Jumlah
Kalori (kal)	201,6
Protein (g)	20,8
Lemak (g)	8,8
Karbohidrat (g)	13,5
Serat (g)	1,4
Abu (g)	1,6
Kalsium (mg)	155,0
Fosfor (mg)	326,0
Vitamin B1 (mg)	0,28
Riboflavin (mg)	0,59
Niasin (mg)	4,9
Vitamin B12 (mcg)	3,9
Biotin (µg)	53,0
Asam amino esensial (g)	18,9
Sumber: Persagi (2017)	

Tempe diproduksi melalui proses fermentasi dengan menumbuhkan kapang *Rhizopus oligosporus* pada kedelai matang yang telah dikupas kulitnya. Suhu dan

waktu yang digunakan saat proses fermentasi tempe ialah 25-37°C selama 36-48 jam. Selama proses fermentasi terjadi perubahan pada komponen-komponen dalam biji kedelai (Hidayat, dkk. 2006). Meskipun tempe dari kacang kedelai lebih populer, kini sudah dikembangkan tempe dari bahan non-kedelai, seperti tempe koro, lamtoro, benguk, gembus, bongkreng, gude, dan bungkil (Aryanta, 2020).

2.3. *Rhizopus Oligosporus*

Rhizopus oligosporus adalah kapang yang umum digunakan dalam pembuatan tempe (Wahyudi, 2018). *Rhizopus oligosporus* yang diisolasi dari tempe dan tumbuh pada media PDA memiliki tekstur koloni yang menyerupai kapas berwarna putih keabuan (Gambar 2A). Gambar 2B memperlihatkan *Rhizopus oligosporus* pada perbesaran 400x secara mikroskopis, *Rhizopus oligosporus* tersebut memiliki hifa tidak bersekat, sporangium berbentuk oval, memiliki rhizoid dan stolon (Jagat dkk., 2021). Morfologi *Rhizopus oligosporus* tersusun atas rhizoid (Gambar 2B, bagian a) yaitu hifa bercabang berbentuk kecil yang tumbuh dibawah stolon berfungsi untuk menyerap makanan, lalu stolon (Gambar 2B, bagian b) yaitu hifa yang berfungsi untuk membentuk jaringan pada permukaan substrat, kemudian sporangiofor (Gambar 2B, bagian c) yaitu hifa yang tumbuhnya keatas seperti batang, dan sporangium (Gambar 2B, bagian d) yaitu hifa berbentuk bulat yang berfungsi untuk membentuk spora (Rosidah dkk., 2023). *Rhizopus oligosporus* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Rhizopus oligosporus* (A) Koloni *Rhizopus oligosporus* pada media PDA; dan (B) Struktur *Rhizopus oligosporus* secara mikroskopis dengan perbesaran 400x, Keterangan a: rhizoid; b: stolon; c: sporangiofor; d: sporangium

Kapang tempe merupakan mikroorganisme yang bersifat mikroaerofil, yaitu mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dalam jumlah terbatas untuk tumbuh dan berkembang biak secara optimal. Pertumbuhan *R. oligosporus* tidak optimal dan akan terhambat jika terjadi kekurangan oksigen pada tahap fermentasi. Kelebihan oksigen dapat mempercepat metabolisme yang mengakibatkan suhu meningkat dan menghambat pertumbuhan *R. oligosporus*. Kapang ini tumbuh optimal pada suhu antara 30°-35°C, dengan suhu minimum 12°C dan maksimum 42°C (Sine dan Soetarto, 2018). Suhu yang tinggi dapat mempercepat metabolisme dan pertumbuhan *R. oligosporus*. Sebaliknya, suhu yang rendah akan menurunkan kecepatan metabolisme dan pertumbuhan *R. oligosporus*. *R. oligosporus* dapat menghasilkan berbagai jenis enzim selama fermentasi. Selain itu, *R. oligosporus* juga menghasilkan senyawa antibakteri (Sine dan Soetarto, 2018) sehingga peluang bakteri untuk tumbuh kecil sebelum proses fermentasi selesai. Kasmidjo (1990) berpendapat bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi tempe, yakni oksigen, suhu, pH, waktu fermentasi, dan konsentrasi inokulum.

Enzim-enzim yang dihasilkan kapang *Rhizopus oligosorus* selama fermentasi diantaranya adalah amilase, lipase, fitase, beta-glukosidase (Leeuwen *et al.*, 2012) dan protease (Sine dan Soetarto, 2018). Enzim beta-glukosidase yang diproduksi oleh *R. oligosporus* selama fermentasi akan mengkatalis reaksi hidrolisis glikosida isoflavon menjadi aglikon, yang berfungsi sebagai antioksidan (Ningsih dkk., 2018). Selama fermentasi tempe, *R. oligosporus* jika dibandingkan dengan kapang lainnya menghasilkan lebih banyak enzim protease dan lipase. Oleh karena itu, *R. oligosporus* paling optimal dalam menguraikan protein dan lemak menjadi asam amino dan asam lemak. Selain itu, *R. oligosporus* juga menghasilkan enzim fitase yang memecah asam fitat, maka mineral seperti besi, kalsium, magnesium, dan seng lebih mudah diserap oleh tubuh (Jennessen *et al.*, 2008).

2.4. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae adalah khamir yang dapat hidup dan tumbuh dalam kondisi aerob, anaerob, dan anaerob fakultatif sesuai dengan lingkungan produk fermentasi yang diinginkan. Kondisi aerob diperlukan *Saccharomyces cerevisiae* pada saat fermentasi tempe dan donat, kondisi anaerob diperlukan pada saat fermentasi alkohol dan asam laktat, dan kondisi anaerob fakultatif diperlukan pada saat fermentasi tape. Pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae* pada media MEA (Gambar 3) menunjukkan koloni berbentuk bulat, permukaan timbul dan licin, dan berwarna putih kekuningan. Ketersediaan khamir *Saccharomyces cerevisiae* banyak dan mudah beradaptasi, berkembang biak, serta tahan dan stabil pada suhu yang tinggi (Silaban, 2017). *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh optimal pada kisaran suhu 25-30°C dengan pH asam yakni 4-5 (Zely, 2014).



Gambar 3. *Saccharomyces cereviceae*

Saccharomyces cerevisiae adalah khamir yang berperan penting dalam industri fermentasi karena kemampuannya dalam memfermentasi karbohidrat. *Saccharomyces cerevisiae* termasuk golongan khamir amilolitik yang memiliki kemampuan menghidrolisis ikatan α -amilopektin dan mampu memproduksi etanol sehingga mikroba ini banyak digunakan dalam industri pangan (Khazalina, 2020). Rizal dan Kustyawati (2019) menemukan bahwa khamir *S. cerevisiae* dapat digunakan sebagai kultur starter pada pembuatan tempe bersama dengan *Rhizopus oligosporus* menghasilkan tempe yang mengandung beta-glukan sebagai keunggulannya.

2.5. Ragi Mosaccha

Ragi tempe umumnya hanya mengandung satu jenis mikroorganisme utama yaitu kapang *Rhizopus oligosporus*. Efriwati (2013) dan Kustyawati (2009) menyatakan bahwa selain kapang *Rhizopus sp*, mikroorganisme lain yaitu khamir juga berinteraksi dan mampu tumbuh selama proses fermentasi tempe yang kemungkinan dapat meningkatkan flavor dan kandungan gizi tempe. Ragi Mosaccha merupakan ragi tempe berbentuk bubuk yang mengandung campuran *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Berdasarkan penelitian Rizal *et al.* (2023), ragi Mosaccha yang menghasilkan tempe dengan karakteristik sensori terbaik diperoleh dengan penggunaan substrat tepung beras dan waktu inkubasi selama 96 jam. Tempe yang dihasilkan mempunyai total kapang 9,02 log CFU/g, total khamir 9,17 log CFU/g, total bakteri 7,81 log CFU/g, pH 4,2, dan kadar air 7,75%. Tempe tersebut mempunyai warna putih merata, tekstur kompak, serta aroma dan rasa khas tempe.

Penggunaan ragi Mosaccha pada pembuatan tempe memiliki beberapa keunggulan. Rizal dan Kustyawati (2019) menyatakan bahwa tempe yang difermentasi dengan starter campuran *S. cerevisiae* dan *R. oligosporus* menghasilkan tempe yang mengandung senyawa beta-glukan yang bermanfaat untuk kesehatan. *S. cerevisiae* yang ditambahkan sebagai starter fermentasi tempe menghasilkan tempe dengan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi, yaitu 82,42%, dan beta-glukan sebesar 0,58% (Rizal *et al.*, 2022). Selain itu, penambahan *S. cerevisiae* dapat memberikan aroma harum dan mengurangi rasa langu pada tempe (Kustyawati *et al.*, 2017). Penambahan *S. cerevisiae* pada fermentasi juga dapat menghasilkan tempe yang memiliki komposisi gizi sesuai standar SNI 3114:2015 dengan kadar air 62,46%, abu 1,36%, lemak 1,42%, serat kasar 2,49%, dan karbohidrat 15,86% (Rizal *et al.*, 2023).

2.6. Perubahan Fisiko-Kimia pada Fermentasi Tempe

Perubahan fisik dan kimia pada kedelai yang difermentasi terjadi selama proses fermentasi berlangsung. Selama proses fermentasi, kapang menghasilkan enzim seperti protease, lipase, dan amilase yang menguraikan protein, lemak, dan karbohidrat, membuatnya lebih mudah dicerna tubuh. Enzim protease yang diproduksi oleh kapang berfungsi untuk mengubah protein dalam substrat menjadi peptida dan asam amino bebas. Selain itu, kapang juga menghasilkan asam lemak tidak jenuh seperti linoleat dan linolenat yang bermanfaat bagi kesehatan, serta vitamin A, D, E, K, vitamin B kompleks, dan senyawa antioksidan (Safitri et al., 2021).

Fermentasi yang terjadi selama pembuatan tempe akan menyebabkan perubahan sensori dan fisik kedelai pada tempe (Safitri dkk., 2021). Fermentasi tempe akan merubah warna dan tekstur kedelai pada tempe. Kedelai yang difermentasi akan berubah menjadi warna putih yang berasal dari miselium kapang yang tumbuh mengikat kedelai satu dengan lainnya dan menyelimuti permukaannya. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi pertumbuhan kapang dan miselium. Waktu fermentasi yang semakin lama akan menyebabkan intensitas warna menurun karena akan menyebabkan sporulasi kapang (pembentukan spora) (Astawan dkk., 2013). Kemunculan spora akibat proses sporulasi menyebabkan tempe menghitam dan membusuk (Safitri dkk., 2021).

2.7. Syarat Mutu Tempe

Tempe yang baik harus memenuhi syarat mutu secara fisik dan kimiawi. Ciri – ciri tempe yang baik yakni berwarna putih merata pada seluruh permukaan, tekstur yang kompak dan tidak mudah rontok, dan rasa serta aroma khas tempe (SNI, 2015). Syarat mutu tempe di indonesia mengacu pada SNI 3144:2015 mengenai Tempe kedelai yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. 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/25 g

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2015)

Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pembuatan tempe meliputi lingkungan proses fermentasi, bahan baku, ragi tempe, serta peralatan selama proses produksi. Proses pembuatan tempe tidak selalu menghasilkan produk yang sesuai dan memenuhi standar mutu sehingga penting untuk memperhatikan setiap proses pengolahan dengan benar (BSN, 2012). Tempe yang baik tidak memiliki warna, aroma, dan rasa yang menyimpang. Warna hitam dan aroma busuk pada tempe disebabkan oleh tingginya suhu fermentasi ataupun lamanya waktu fermentasi (Hidayat dkk., 2020). Tempe yang baik memiliki cita rasa tidak asam. Rasa khas tempe dihasilkan dari pemecahan komponen-komponen selama proses fermentasi (Umami *et al.*, 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, dan Ruang Sensori Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada bulan Februari sampai Juni 2024.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang dipakai pada pembuatan tempe kacang tolo ialah kacang tolo yang didapat dari petani kacang tolo di Dusun Wetan Kali, Kecamatan Balung, Kabupaten Jember, tepung beras, kultur murni *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae*, dan ragi Raprima untuk kontrol. Bahan-bahan untuk analisis yang dipakai ialah Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), akuades, NaCl, alkohol 70%, NaOH, H₂SO₄, dan HCL, indikator fenolflatein, pelarut hexan, etanol 96%, asam asetat, Pb asetat, natrium oksalat, dan fenol.

Alat-alat yang dipakai pada pembuatan tempe kacang tolo ialah baskom, peniris, timbangan analitik, kompor, loyang, panci, nampan, autoklaf, inkubator, oven, grinder, dan plastik. Alat-alat yang dipakai untuk analisis ialah timbangana analitik, cawan petri, plastik wrap, aluminium foil, tisu, oven, desikator, labu Kjeldhl, alat destilat, labu ukur, kapas, alat ekstraksi soxhlet, erlenmeyer, corong brucher, kertas saring, mikropipet, pipet tip, gelas ukur, gunting penjepit,

centrifuge, tabung centrifuge, bunsen, vortex, tabung reaksi, rak tabung reaksi, buret, inkubator, dan autoklaf.

3.3. Metode Penelitian

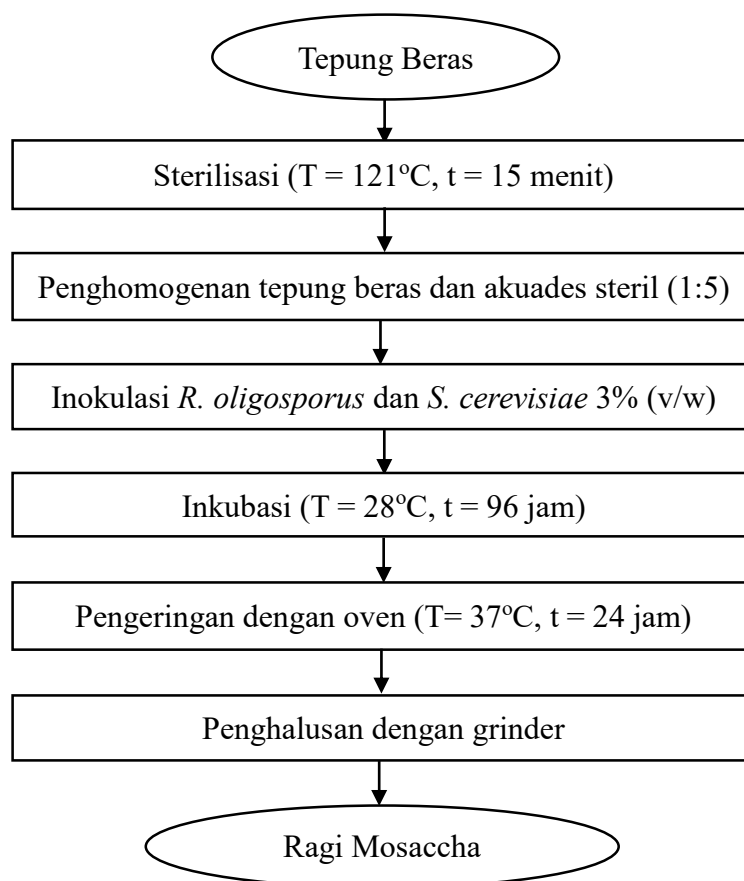
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan satu faktor, yakni konsentrasi ragi Mosaccha yang tersusun atas 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan. Perlakuan mencakup konsentrasi ragi Mosaccha 0,3% (K1), 0,6% (K2), 0,9% (K3), 1,2% (K4), dan 1,5% (K5), serta kontrol dengan ragi Raprima 0,2% (K). Tempe kacang tolo yang dihasilkan diamati meliputi total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori memakai metode uji skoring untuk warna, aroma, dan tekstur, serta uji hedonik untuk rasa dan penerimaan keseluruhan. Data yang diperoleh dianalisis kehomogenannya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data dengan uji Tukey. Lalu, data dianalisis ragam untuk mengetahui adanya pengaruh antar perlakuan. Apabila ada pengaruh signifikan, dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan ragi mosaccha

Prosedur pembuatan ragi Mosaccha dalam penelitian ini mengacu pada metode yang dijelaskan oleh Rizal *et al.* (2023). Akuades dan tepung beras yang sudah ditimbang, disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, akuades steril dicampur tepung beras dengan perbandingan tepung beras : akuades steril yaitu 1 : 5 hingga homogen dan terbentuk adonan yang tidak terlalu basah.

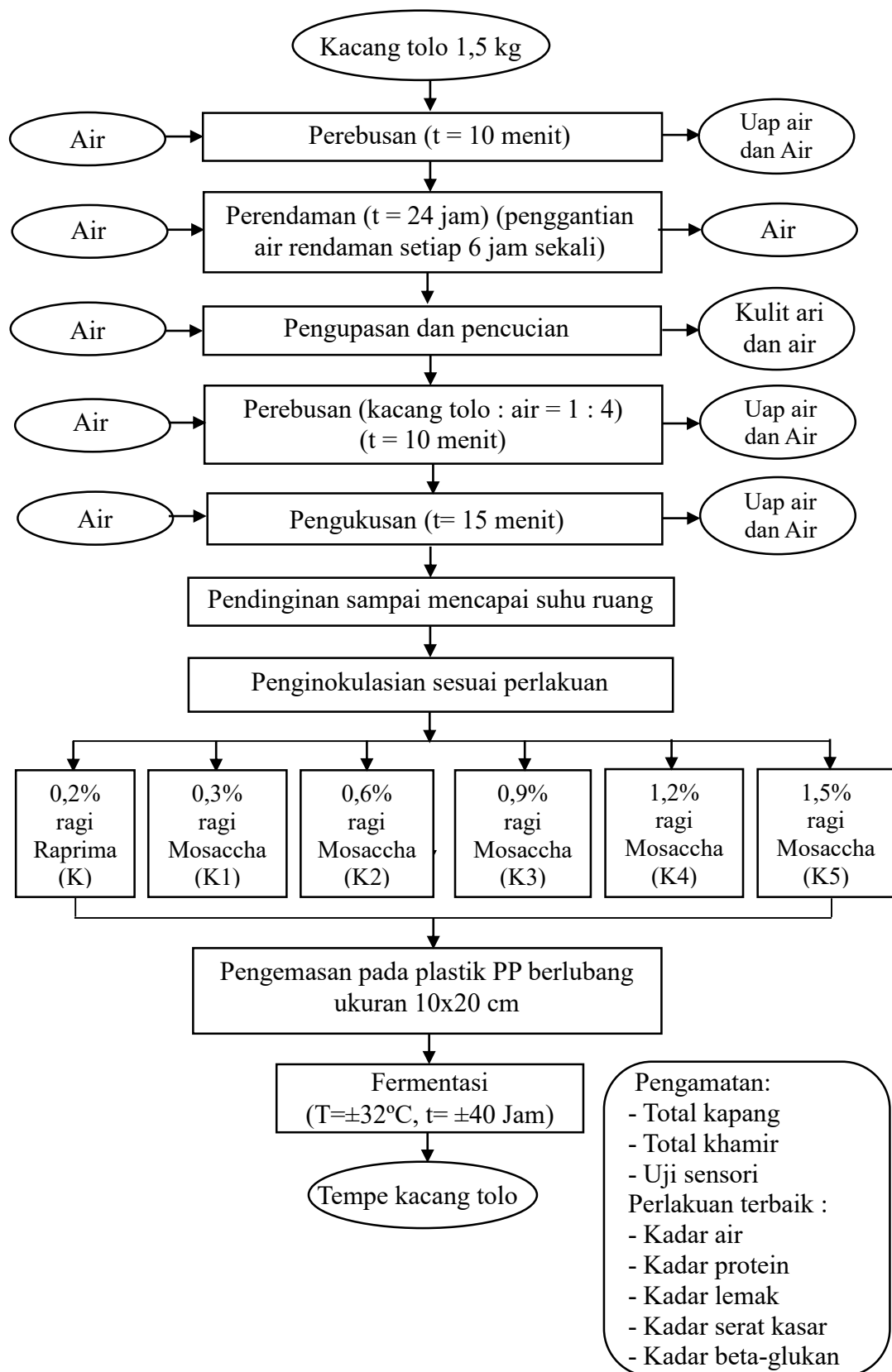
Adonan diinokulasi dengan campuran *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* 3% (v/w), lalu dihomogenkan. Proses inkubasi dilakukan pada suhu 28°C selama 96 jam, lalu dikeringkan di oven pada suhu 37°C selama 24 jam. Ragi yang sudah kering lalu digiling memakai grinder. Diagram alir proses pembuatan ragi Mosaccha terlihat di Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan ragi mosaccha
Sumber: Rizal *et al.* (2023)

3.4.2. Pembuatan tempe kacang tolo

Pembuatan tempe kacang tolo dalam penelitian ini mengikuti metode Putri dan Kartikawati (2022) yang dimodifikasi. Sebanyak 1,5 kg kacang tolo direbus selama 10 menit untuk mempermudah pengupasan kulit ari. Lalu, kacang didinginkan hingga suhu ruang dan direndam selama 24 jam, dengan penggantian air setiap 6 jam, untuk mencapai pH ideal 4-5 untuk pertumbuhan kapang. Setelah perendaman, kulit ari kacang tolo dikupas dan dicuci. Kacang lalu direbus dengan perbandingan air 1:4 selama 10 menit, dikukus selama 15 menit, dan didinginkan. Kacang tolo selanjutnya diinokulasi dengan ragi Mosaccha sesuai konsentrasi perlakuan (0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%; 1,5%) dan kontrol dengan ragi Raprima 0,2%. Kacang tolo lalu dikemas dalam plastik PP yang dilubangi dan difermentasi pada suhu ruang sekitar 32°C selama 40 jam. Diagram alir proses pembuatan tempe kacang tolo terlihat di Gambar 5.



Gambar 5. Proses pembuatan tempe kacang tolo
Sumber: Putri dan Kartikawati (2022) termodifikasi

3.5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tempe kacang tolo yang sudah difermentasi dengan ragi Mosaccha sesuai perlakuan dan kontrol dengan ragi Raprima. Pengamatan tempe kacang tolo seluruh perlakuan mencakup total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori dengan metode uji skoring pada warna, tekstur, dan aroma serta uji hedonik pada rasa dan penerimaan keseluruhan untuk mendapatkan konsentrasi ragi Mosaccha terbaik. Perlakuan terbaik akan dilakukan pengamatan kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, dan kadar beta-glukan.

3.5.1. Perhitungan total kapang

Perhitungan total kapang pada tempe dilakukan berdasarkan prosedur yang digunakan Rizal *et al.* (2020). Tempe kacang tolo semua perlakuan dianalisis total kapang yang tumbuh menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA). Sampel sebanyak 1 gram dari setiap perlakuan diambil dan ditambahkan 9 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%), kemudian dihomogenkan. Setelah itu, dilakukan pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-7} . Sebanyak 1 mL diambil dari tiga pengenceran terakhir (10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7}), lalu dilakukan penanaman mikroba pada media PDA menggunakan metode cawan tebar permukaan (*spread plate*) secara duplo. Inkubasi dilakukan pada suhu 32°C selama 48 jam.

3.5.2. Perhitungan total khamir

Perhitungan total kapang pada tempe dilakukan berdasarkan prosedur yang digunakan Rizal *et al.* (2020). Tempe kacang tolo semua perlakuan dianalisis total kapang yang tumbuh menggunakan media Malt Extract Agar (MEA). Sampel sebanyak 1 gram dari setiap perlakuan diambil dan dicampur dengan 9 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%), kemudian dihomogenkan. Setelah itu, dilakukan pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-7} . Sebanyak 1 mL diambil dari tiga pengenceran terakhir (10^{-5} , 10^{-6} , dan 10^{-7}), lalu dilakukan penanaman mikroba

pada media MEA menggunakan metode cawan tebar permukaan (*spread plate*) secara duplo. Inkubasi dilakukan pada suhu 32°C selama 48 jam.

3.5.3. Uji sensori

Pengujian sensori pada tempe kacang tolo menggunakan metode skoring dan hedonik. Atribut sensori yang dinilai dalam uji skoring adalah warna, tekstur, dan aroma yang dilakukan oleh 20 panelis semi-terlatih (Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian yang mengambil mata kuliah uji sensori). Atribut sensori yang dinilai pada uji hedonik adalah rasa dan penerimaan keseluruhan yang dilakukan oleh 50 panelis tidak terlatih. Sampel berupa tempe kacang tolo diberi kode tiga angka acak dan disajikan kepada panelis bersama dengan kuisioner dan pena. Kuisioner uji skoring dan hedonik dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Kuisisioner uji skoring

UJI SKORING						
Produk	: Tempe kacang tolo					
Nama panelis	:					
Tanggal	:					
Di hadapan Anda disajikan 6 sampel tempe kacang tolo dengan kode acak, termasuk sampel kontrol. Anda diminta untuk menilai warna, tekstur, dan aroma dari setiap sampel secara berurutan. Berikan penilaian Anda dengan menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:						
Tabel penilaian uji sensori						
Penilaian	Kode sampel					
	423	701	825	969	631	988
Warna						
Tekstur						
Aroma						
Keterangan: Warna 5 : Putih, miselium menyelimuti seluruh permukaan tempe 4 : Putih, miselium hampir menyelimuti seluruh permukaan tempe 3 : Putih kekuningan, miselium menyelimuti sebagian permukaan 2 : Putih kekuningan, miselium sedikit menutupi permukaan tempe 1 : Kekuningan, tidak ada miselium Tekstur 5 : Sangat kompak, mudah diiris 4 : Kompak, mudah diiris 3 : Agak kompak, agak mudah diiris 2 : Tidak kompak, agak hancur jika diiris 1 : Sangat tidak kompak, mudah hancur jika diiris Aroma 5 : Sangat khas tempe, sangat beraroma harum dan manis khas khamir 4 : Khas tempe, dan beraroma harum-manis 3 : Khas tempe, berbau langu dan sedikit beraroma harum-manis 2 : Tidak khas tempe, berbau menyimpang 1 : Berbau busuk						

Tabel 5. Kuisisioner uji hedonik

Lembar Kuesioner						
Produk	: Tempe kacang tolo					
Nama panelis	:					
Tanggal	:					
Di hadapan Anda disajikan 6 sampel tempe kacang tolo dengan kode acak. Anda diminta untuk menilai rasa dan penerimaan keseluruhan dari setiap sampel. Berikan penilaian Anda dengan menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:						
Penilaian	Kode sampel					
	423	701	825	969	631	988
Rasa						
Penerimaan keseluruhan						
Keterangan: 5 : Sangat suka 4 : Suka 3 : Agak suka 2 : Tidak suka 1 : Sangat tidak suka						

3.5.4. Kadar air

Pengujian kadar air mengikuti metode Thermogravimetri (AOAC, 2016). Cawan porselen dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 30 menit, lalu didinginkan di desikator selama 15 menit, dilakukan hingga bobotnya stabil. Sampel sebanyak 2 gram (A) ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen, lalu ditimbang kembali (B). Cawan berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 2 jam, lalu didinginkan di desikator dan ditimbang. Pengeringan dilanjutkan hingga berat sampel tetap konstan (C). Perhitungan kadar air tempe menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

A: berat sampel (g)

B : berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

C : berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

3.5.5. Kadar protein

Pengujian kadar protein mengikuti metode Kjeldahl (AOAC, 2016). Sebanyak 1 gram sampel tempe dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL, lalu ditambahkan 10 mL H₂SO₄ pekat dan dipanaskan secara bertahap hingga larutan berubah menjadi hijau jernih. Sesudah larutan dingin, diencerkan dengan 100 mL akuades. Sebanyak 5 mL larutan diambil, dimasukkan ke dalam labu destilasi, dan ditambahkan 10 mL NaOH 30%, lalu didestilasi. Hasil destilat ditampung dalam erlenmeyer berisi 10 mL HCl 0,1 N dan 5 tetes metil merah. Destilasi dihentikan ketika larutan tidak lagi bersifat basa, yang diperiksa dengan kertas lakmus. Selanjutnya, destilat dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

VA : mL HCL untuk titrasi sampel

VB : mL HCL untuk titrasi blanko

N : normalitas HCL

14,007 : berat atom nitrogen

5,71 : faktor konversi protein untuk kacang tolo

W : berat sampel (mg)

3.5.6. Kadar lemak

Pengujian kadar lemak mengikuti metode Soxhlet (AOAC, 2016). Proses dimulai dengan mengeringkan labu lemak di oven pada suhu 100-105°C selama 30 menit, lalu didinginkan di desikator dan ditimbang (A). Sampel sebanyak 2 gram (B) dibungkus kertas timbel dan ditutup dengan kapas bebas lemak, lalu dimasukkan ke dalam alat ekstraksi Soxhlet yang terhubung dengan labu lemak. Pelarut heksana ditambahkan hingga sampel terendam, lalu dilakukan proses reflux selama 5-6 jam hingga pelarut yang mengalir ke labu menjadi jernih. Pelarut disuling dan ditampung kembali. Ekstrak lemak yang tersisa dalam labu lalu dikeringkan di oven pada suhu 100-105°C selama 1 jam, didinginkan di desikator selama 15 menit, dan ditimbang (C). Pengeringan dilanjutkan hingga beratnya konstan. Perhitungan kadar lemak menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

A : berat labu alas bulat kosong (g)

B : berat sampel (g)

C : berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

3.5.7. Kadar serat kasar

Pengujian kadar serat tempe dilakukan memakai metode SNI 01-2891-1992. Sampel sebanyak 2-4 gram yang sudah bebas lemak dimasukkan ke dalam erlenmeyer 600 mL, lalu ditambahkan 50 mL larutan H₂SO₄ 1,25% dan direbus selama 30 menit dengan pendingin tegak. Setelah itu, ditambahkan 50 mL larutan NaOH 3,25% dan campuran disaring memakai corong brucher yang berisi kertas saring tak berabu (Whatman 54,41 atau 541) yang sudah dikeringkan dan ditimbang. Endapan pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan larutan H₂SO₄ panas 1,25%, air panas, dan etanol 96%. Kertas saring beserta endapan dipindahkan ke kotak timbang, lalu dikeringkan pada suhu 105°C. Setelah dingin, beratnya ditimbang hingga konstan. Perhitungan kadar serat kasar menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{A-B}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

A : bobot sampel + kertas saring setelah dioven (g)

B : kertas saring kering (g)

W : bobot sampel (g)

3.5.8. Kadar beta-glukan

Pengujian beta-glukan mengikuti prosedur Kusmiati et al. (2007). Sebanyak 1 gram sampel tempe kering ditambahkan 30 mL NaOH 0,7 N dan dihidrolisis selama 6 jam pada suhu 75°C. Larutan yang didapat lalu disentrifugasi pada 10.000 rpm dan 25°C selama 30 menit. Supernatan dibuang, dan residu dicuci dengan 30 mL larutan asam asetat 0,5 M, disentrifugasi lagi, dan pencucian dilakukan tiga kali. Setelah itu, residu dicuci dengan 20 mL akuades, disentrifugasi pada 5000 rpm selama 10 menit, dan ditambahkan 20 mL etanol, lalu disentrifugasi kembali untuk memperoleh beta-glukan basah. Biomassa ini lalu dioven pada suhu 45°C selama sehari dan ditimbang untuk mendapatkan berat beta-glukan kering. Residu kering ditambahkan 4 mL NaOH 1 M, dibiarkan

1 jam, diencerkan dengan akuades, dan dicampur memakai shaker. Setelah itu, dilakukan penambahan 2 mL Pb Asetat dan didiamkan 30 menit, dan dilanjutkan dengan penambahan 1 gram natrium oksalat hingga larutan jernih. Larutan lalu diambil sebanyak 2 mL yang ditambahkan dengan asam sulfat dan fenol untuk diuji memakai spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Konsentrasi ragi *Mosaccha* berpengaruh terhadap total kapang, total khamir, dan karakteristik sensori meliputi warna, tekstur, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan pada tempe kacang tolo.
2. Konsentrasi ragi *Mosaccha* sebesar 1,2% menghasilkan tempe kacang tolo terbaik dengan total kapang sebesar 8,747 log CFU/g, total khamir sebesar 8,570 CFU/g, karakteristik sensori yaitu warna putih dan miselium menyelimuti keseluruhan tempe, aroma khas tempe dan beraroma harum-manis, tekstur kompak dan mudah diiris, rasa dan penerimaan keseluruhan disukai panelis. Tempe kacang tolo perlakuan terbaik pada penelitian ini memiliki kadar air sebesar 53,40%, kadar protein 23,09%, kadar lemak 8,07%, kadar serat kasar 4,36%, dan kadar beta-glukan 1,06%.

5.2. Saran

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah perlu dikaji penelitian lebih lanjut mengenai metode pengupasan kulit ari kacang tolo yang paling efektif sehingga proses pengupasan kacang tolo tidak memakan waktu yang lama dan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipa, R., Tamrin, T., Rahmawati, W., dan Suharyatun, S. 2022. Pengaruh kecepatan putar disk mill terhadap karakteristik tepung dari 3 jenis polong. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*. 1(4): 480-487.
- 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.
- Animasaun, D. A., Oyedeji, S. Y. K., Mustapha, O. T., and Azeez, M. A. 2015. Genetic variability research among ten cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) using morpho-agronomic traits and nutritional composition. *Journal of Agricultural Science*. 10(2): 119-130.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2016. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. Chemist Inc. New York.
- Arinanti, M. 2018. Potensi senyawa antioksidan alami pada berbagai jenis kacang. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia*. 1(2): 134-143.
- Aryanta, I. W. R. 2020. Manfaat Tempe untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*. 1(2): 44-50.
- Asbur, Y. dan Khairunnisyah, K. 2021. Tempe sebagai sumber antioksidan: sebuah telah pustaka. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*. 9(3): 183-192.
- Astawan, M., Tutik, W., dan Maknun, L. 2017. *Tempe: SumberZat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. IPB Press. Bogor.
- 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.

- BSN. 2012. *Tempe : Persembahan Indonesia Untiuk Dunia*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., and Wootton, M. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan: Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press. Jakarta. 365 Hlm.
- Crueger, W., dan Crueger, A. 1984. *Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology*. Sinauer Tech, Inc. Sunderland. 357 p.
- Da Silva LH, Celeghini RM, Chang YK. 2011. Effect of the fermentation of whole soybean flour on the conversion of isoflavones from glycosides to aglycones. *Food Chemistry*. 128(3): 640–644.
- De Garmo, E. G. Sullivan, W.G., and J. R. Canada. 1984. *Engineering Economis*. Mc Millan Publishing Company. New York. 765 p.
- Dennis, H., William, J. and Castor, M. 2005. *Styrene*. Wiley-VCH. Weinheim.
- Dewi, I. W. R., Anam, C., dan Widowati E. 2014. Karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude (*Canjus cajan*) dan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dengan berbagai variasi waktu fermentasi. *Jurnal Biofarmasi*. 12(2): 73-82.
- Dewi, L., S. P. Hastuti, dan R. Kumalasari. 2013. Pengaruh konsentrasi inokulum terhadap kualitas tempe kedelai (*Glycine max (L). Merr*) varietas grobogan. *Prosiding Seminar Nasional ke-22 Perhimpunan Biologi Indonesia*. Hlm. 1-22.
- Domenico, J., Canova, R., Soveral, L, F., Nied, C, O., Costa, 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., Indri, 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.
- Efriwati, E., Suwanto, A., Rahayu, G., and Nuraida, L. 2013. Population dynamic of yeasts and lactic acid bacteria (lab) during tempeh production. *Journal of Biosciences*. 20(2): 57-64.
- Fara, P., Illiya, N., Hardjono. 2019. Pengaruh penambahan nutrisi NPK dalam

pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan proses fermentasi. *Jurnal Teknologi Separasi*. 5(2): 184-188.

Fazrin, H., Dharmawibawa, I. D., dan Armiani, S. 2020. Studi organoleptik tempe dari perbandingan kacang komak (*Lablab purpureus L*) dengan berbagai konsentrasi ragi dan lama fermentasi sebagai bahan penyusunan brosur. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 8(1): 39-47.

Figuerola, L. E. and Stafollo, M. D. 2019. *Dietary Fiber (Psyllium, β -Glucan)*. Encyclopedia of Food Chemistry. Hlm. 61-69.

Hidayat, N., Padaga, M.C., dan Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 206 Hlm.

Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., dan Emmawati, M. A. 2020. *Teknologi Fermentasi*. IPB Press. Bogor. 178 hlm.

Hunter, K, W., Gault, R, A., and Berner, M, D. 2002. Preparation of microparticulate beta-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* for use in immune potentiation. *Letters in Applied Microbiology*. 35(4): 267-271.

Hutagalung, T. Y., Nainggolan, R. J., dan Nurminah, M. 2016. Pengaruh perbandingan kacang hijau dan biji nangka bergerminasi dengan konsentrasi laru terhadap mutu tempe. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 4(3): 371-378.

Jagat, L. M. S. S., Darmayasa, I. B. G., Wijana, I. M. S. 2021. Potensi *Rhizopus spp.* dalam mengendalikan pertumbuhan *Aspergillus flavus* FNCC6109 pada pakan konsentrat ayam broiler. *Jurnal Biologi Udayana*. 25(2): 147-156.

Jayathilake C., Visvanathan R., Deen A., Bangamuwage R., Jayawardana B.C., Nammi S., and Liyanage, R. 2018. Cowpea: An overview on its nutritional facts and health benefits. *Journal of Science Food Agricultural*. 98: 4793–4806.

Karimy, F.M., Damayanti, E., Suryani, A. E., Prasetyo, E., Nuhayati, R., Anwar, M., dan Anggraeni, A.S. 2020. A simple method for analysis of *Saccharomyces cerevisiae* morphology by applying a high vacuum mode of the scanning electron microscopy and without chemical fixatives. *Iconprobios* 2. 462: 1-13.

- Kasmidjo, R. B. 1990. *Tempe: Mikrobiologi Dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya*. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- 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.
- Kurniati, T., Nurlaila, L., and Iim, I. 2017. Effect of Inoculum Dosage *Aspergillus niger* and *Rhizopusoryzae* Mixture with Fermentation Time of Oil Seed Cake (*Jatropha curcas*L) to the content of Protein and Crude Fiber. *Journal of Physics: Conference Series*. 824: 1-8.
- Kusmiati, K., Tamat, S. R., Jusuf, E., Istiningsih, R. 2007. Produksi β -glukan dari dua galur *Agrobacterium sp.* pada media mengandung kombinasi molase dan urasil. *Biodiversitas*. 8(1): 123-129.
- Kustyawati, M. E. 2009. Kajian peran yeast dalam pembuatan tempe. *Journal of Agritech*. 29(2): 64-70.
- Kustyawati, M. E., Nawansih, O., and Nurdjanah, N. 2017. Profile of aroma compounds and acceptability of modified tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2): 734-740.
- Lestari, C. 2020. Pengaruh Fermentasi terhadap Kandungan Zat Gizi Olahan Kacang Tolo (*Vigna unguiculata L. Walp*). (Skripsi). Universitas Ngudi Waluyo. Semarang. 13 Hlm.
- Malangngi, L., Sangi, M., dan Paendong, J. 2012. Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana Mill.*). *Jurnal Mipa*. 1(1): 5-10.
- Maryam, S. 2014. Aktivitas antioksidan pada tempe kacang hijau hasil proses fermentasi menggunakan inokulum tradisional. *Prosiding Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA IV*. Hlm. 428-435.
- Masauna, E. D., Tanasale H. L. J, dan Hetharie, H. 2013. Studi kerusakan akibat serangan hama utama pada tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata*). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 9(2): 95-98.
- Muin, S., Hakim, I., dan Febriansyah, A. 2015. Pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi enzim terhadap kadar bioetanol dalam proses fermentasi nasi aking sebagai substrat organik. *Jurnal Teknik Kimia*. 21: 59-69.

- Mujianto, M. 2013. Analisis faktor yang mempengaruhi proses produksi tempe produk umkm di kabupaten Sidoarjo. *Jurnal REKA Agroindustri*. 1(1): 1-8.
- Mukherjee, R., Chakraborty, R., and Dutta, A. 2016. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal — a review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 29: 1523–1529.
- Naruemon, M., Romanee, S., Cheunjit, P., Xiao, H., Landsborough, M., and Pawadee, L. A. 2013. Influence of additives on *Saccharomyces cerevisiae* β -glucan production. *International Food Research Journal*. 20(4): 1953-1959.
- Nielsen, S., Ohler, T. and Mitchell, C. 1997. Cowpea leaves for human consumption: production, utilization and nutrient composition. In: Singh, S.R. and Rachie, K.O. (eds.). *Cowpea researches, production and utilization*. Wiley, New York. 145-162.
- Ningsih, T., Siswanto, E., dan Rudju, W. 2018. Aktivitas antioksidan kedelai edamame hasil fermentasi kultur campuran oleh *Rhizopus oligosporus* dan *Bacillus subtilis*. *Berkala Sainstek*. 6(1): 17-21.
- Nurrahman, N., Astuti, M., Suparmo, S., dan Soesatyo, M. H. 2012. Pertumbuhan jamur, sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam yang diproduksi dengan berbagai jenis inokulum. *Jurnal Agritech*. 32(1): 60-65.
- Nurdini A. L., Nuraida, L., Suwanto, A. and Suliantari, S. 2015. Microbial growth dynamics during tempe fermentation in two different home industries. *Food Research Journal*. 22(4): 1668-1674.
- Nwosu, D. J., Olatunbosun, B. D., and Adetiloye, I. S. 2013. Genetic variability, heritability and genetic advance in cowpea genotypes in two agro-ecological environments. *Greener Journal of Biological Science*. 3(5): 202-207.
- Onesiforus, B. Y., Rinihapsari, E., Yarangga, F. T. D., dan Pradistya, R. 2021. Perbandingan kemampuan fermentasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* dari berbagai media kultur. *Jurnal Bioma*. 17(2): 65-73.
- Pengkumsri, N., Sivamaruthi, B.S., Sirilun, S., Peerajan, S., Kesika, P., K. Chaiyasut, and Chaiyasut, C.T. 2017. Extraction of β -glucan from *Saccharomyces cerevisiae* : comparison of different extraction methods

and in vivo assessment of immunomodulatory effect in mice. *Journal of Food Science Technology, Campinas*. 37(1): 124-130.

Persagi. 2017. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI)*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta. 135 Hlm.

Polnaya, F. 2008. Eksplorasi dan karakterisasi plasma nutfah kacang tunggak (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) di pulau Lakor. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 4(2): 115-121.

Putri, F. L. dan Kartikawati, D. 2022. Optimasi konsentrasi ragi dan jenis pembungkus dalam pembuatan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Jurnal Agrifoodtech*. 1(2): 103-118.

Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Arcan. Jakarta. 188 Hlm.

Rakhmadani, A, H. 2013. Studi Pemanfaatan Limbah Makanan sebagai Bahan Penghasil Etanol untuk Biofuel Melalui Proses Hidrolisis pada Kecepatan Pengadukan dan Waktu Fermentasi yang Berbeda. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.

Ratnajunita, R., Nazaruddin, N., dan Amaro, M. 2024. Analisis mutu kimia, mikrobiologi dan organoleptik tempe kedelai dengan penambahan tepung tapioka (*Manihot esculenta*). *Jurnal Edukasi Pangan*. 2(2): 64-77.

Ratnaningsih, N., Nugraheni, M., dan Rahmawati, F. 2009. Pengaruh jenis kacang tolo, proses pembuatan dan jenis inokulum terhadap perubahan zat-zat gizi pada fermentasi tempe kacang tolo. *Jurnal Penelitian Saintek*. 14: 97-128.

Ratnaningsih, N., Nugraheni, M., dan Rahmawati, F. 2013. Profil isoflavon dan aktivitas antioksidan pada tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata*). *Prosiding Seminar Nasional Pangan dan Gizi Seimbang*. Hlm. 1-9.

Rizal, S., Kustyawati, M. E., dan Ramadhani, I. 2017. Pengaruh penambahan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap sifat organoleptik tempe kedelai. *Prosiding Seminar Nasional PATPI 2017*. 2: 1096-1105.

Rizal, S. dan Kustyawati, M. E. 2019. Karakteristik organoleptik dan kandungan β -glukan tempe kedelai dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2): 127-138.

Rizal, S., Murhadi., Kustyawati, M. E., and Hasanudin, U. 2020. Growth

Optimization of *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhizopus oligosporus* during fermentation to produce tempeh with high β -glucan content. *Biodiversitas*. 21(6): 2667-2673.

Rizal, S., Kustyawati, M. E., Murhadi, M., and Hasanudin, U. 2021. 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*. Hlm. 1-8.

Rizal, S., Kustyawati, M.E., Murhadi, Hasanudin, U., and Subeki. 2022. The effect of inoculum types on microbial growth, β -glucan formation and antioxidant activity during tempe fermentation. *AIMS Agriculture and Food*. 7(2): 370–386.

Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono, S., 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., Kustyawati M. E., Suharyono A. S., and Suyarto V. A. 2022. Changes of nutritional composition of tempeh during fermentation with the addition of *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Biodiversitas*. 23: 1553-1559.

Rosida, D. F., Hardiyanti, Q., dan Murtiningsih, E. D. 2013. Kajian dampak substitusi kacang tunggak pada kualitas fisik dan kimia tahu. *Jurnal Teknologi Pangan*. 5(2): 138-149.

Safitri, R. A., Ikhsan, M., Putri, I. V. T., Ahda, Y., dan Fevria, R. 2021. Aplikasi bioteknologi konvensional dalam pembuatan tempe kacang kedelai. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*. 1: 1189-1198.

Sapitri, V., U. S. Hastuti., dan A. Witjoro. 2018. Pengaruh ragi tempe dengan variasi substrat kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dan kacang kedelai (*Glycine max (l) merill.*) serta dosis ragi tempe terhadap kualitas tempe kedelai. *Jurnal Ilmu Hayat*. 1(2): 1-8.

Sari. R. K. 2023. Pengaruh Penambahan Inokulum Ragi Tempe Instan yang Mengandung *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Sifat Organoleptik dan Kimia Tempe. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 83 Hlm.

Sayekti, R. S., Purnomo, D., dan Toekidjo, T. 2012. Karakterisasi delapan aksesori kacang tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) asal Daerah Istimewa Yogyakarta. *Vegetalika*. 1(1): 1-10.

- Setyabudhy, A., dan Putrihan. 2014. *Mengenal Lebih dalam tentang Food Origin, Food Source, Karakteristik, Standar Quality, Produk dan Manfaat dari Kacang Tunggak (Vigna unguiculata)*. Universitas Jendral Sudirman. Puwekerto.
- Setyowati, M. dan Minantyorini, M. 2016. Keragaman Karakter Agronomis Sumber Daya Genetik Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) Koleksi Bank Gen BB Biogen. *Buletin Plasma Nutfah*. 22(1): 41-48.
- 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. 134 Hlm.
- Simbolon, N. C., Wijaya, I. M. M., dan Gunam, I. B. W. 2018. Isolasi dan karakterisasi khamir potensial penghasil bioetanol dari industri arak di Karangasem Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manaj Agroindustri*. 6(4): 316-26.
- Sine, Y. dan Soetarto, E. S. 2018. Isolasi dan identifikasi kapang *Rhizopus* pada tempe gude (*Cajanus cajan* L.). *Jurnal Pertanian Lahan Kering Savana Cendana*. 3(4): 67-68.
- Surya, R., Amalia, N., Gunawan, W. B., Taslim, N. A., Ghafoor, M., Mayulu, N., and Nurkolis, F. 2024. Tempe as superior functional antioxidant food: From biomechanism to future development of soybean-based functional food. *Pharmacia*. 71: 1-7.
- SNI. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI. 2015. SNI 3144: *Tempe Kedelai*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soekarto, T. S. 1985. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bharata Karya Aksara. Jakarta. 121 Hlm.
- Sukardi, S., Wignyanto, W., dan Purwaningsih, I. 2008. Uji coba penggunaan inokulum tempe dari kapang *Rhizopus oryzae* dengan substrat tepung beras dan ubikayu pada unit produksi tempe sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9(3): 207-215.
- Suprapti, L. 2003. *Pembuatan Tempe*. Kanisius. Yogyakarta. 61 Hlm.

- Susilowati, A. 2010. Pengaruh aktifitas proteolitik aspergillus sp-k3 dalam perolehan asam-asam amino sebagai fraksi gurih melalui fermentasi garam pada kacang hijau (*Phaseolus radiates L.*). *Jurnal Pangan*. 19(1): 81-92.
- 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*. *Prime Nutrition Journal*. 3(2): 142-148.
- Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., dan Purwastyastuti, P. 2011. Potensi asam amino pada tempe untuk memperbaiki profil lipid dan diabetes mellitus. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)*. 5(4): 166-170.
- Wahyudi, A. 2018. Pengaruh variasi suhu ruang inkubasi terhadap waktu pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* pada pembuatan tempe kedelai. *Jurnal Redoks*. 3(1): 37-44.
- Widyastuti, N., Baruji, T., Giarni, R., Isnawan, H., Wahyudi, P., dan Donawati, D. 2011. Analisa kandungan beta-glukan larut air dan larut alkali dari tubuh buah jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan shitake (*Lentimus edodes*). *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 13(3): 182-191.
- Wihandini, D. B., Arsanti, L., Wijarnaka, A. 2012. Sifat fisik, kadar protein, dan uji organoleptik tempe kedelai hitam dan tempe kedelai kuning dengan berbagai metode pemasakan. *Jurnal Nutrisia*. 14(1): 34-43.
- Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hlm. 259-264.
- Witono, Y., Widjanarko, S. B., Mujiyanto, M., and Rachmawati, D. T. 2015. Amino acids identification of over fermented tempeh, the hydrolysate and the seasoning product hydrolysed by calotropin from crown flower (*Calotropis gigantea*). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 5(2): 103-106.
- Wulandari, C. S., Murhadi, M., Rizal, S., dan Kustyawati, M. E. 2024. Pengaruh perbandingan *Rhizopus oligosporus* dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap sifat sensori tempe selama fermentasi. *Prosiding Seminar Nasional LPPM UMMAT*. 3: 442-450.
- Yulia, R., Arif, H., Amri, A., dan Sholihati, S. 2019. Pengaruh konsentrasi ragi dan lama fermentasi terhadap kadar air, kadar protein dan organoleptik pada tempe dari biji melinjo (*Gnetum gnemon L.*). *Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian*. 12(1): 50-60.

- Yulia, R., Bahri, S., Chairul. 2015. Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan urea sebagai sumber nitrogen. *Jurnal Teknik*. 2(2): 1-5.
- Yusuf, A. I., Nazaruddin, N, dan Amaro, M. 2021. Analisis mutu kimia, mikrobiologi dan organoleptik tempe kedelai dengan penambahan sari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) pada proses perendaman kedelai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 7(2): 41-52.
- 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. 12 Hlm.