

**PENGARUH PENAMBAHAN RAGI TEMPE PREMIUM TERHADAP
SIFAT SENSORI TEMPE**

(Skripsi)

Oleh

**REKA KUMALA SARI
1854051012**



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

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF PREMIUM TEMPEH STARTER ON THE SENSORY PROPERTIES OF TEMPEH

By

REKA KUMALA SARI

This study aims to determine the effect of premium tempeh starter concentrations on the sensory properties of tempeh and to obtain premium tempeh yeast concentrations which produce tempeh with the best sensory properties. This study was conducted using a single factor Complete Randomized Block Design (CRBD) method (inoculum concentration) with 8 levels, 0% (K0), 0.3% (K1), 0.6% (K2), 0.9% (K3), 1.2% (K4), 1.5% (K5), 1.8% (K6), and the control used 0.2% Raprima yeast. Parameters observed were sensory properties (color, aroma, texture, taste and overall acceptance), total mold and total yeast. The data obtained were analyzed statistically using the Barlett and Tuckey tests and then continued with the analysis of variance and the BNJ test at the 5% level. The results showed that the concentration of premium tempeh yeast affected the water content of ready-to-ferment soybeans, color, aroma, texture, taste, overall acceptability, total amount of mold, total amount of yeast in tempe. Tempe yeast concentration of 1.5% produced tempe with the best sensory properties, namely white color and mycelium covering the entire tempe, typical tempeh aroma, compact texture and easy to slice, taste, overall acceptance favored by panelists, total mold of 9.24 log CFU /g, total yeast is 8.93 log CFU/g, and with chemical characteristics, namely water content 62%, protein content 10.72%, fat content 12.97%, crude fiber content 10.80%, ash content 1, 15%, and 12.44% carbohydrate content.

Keywords: *Tempeh, premium tempeh yeast, sensory, Saccharomyces cerevisiae, Rhizopus oligosporus.*

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN RAGI TEMPE PREMIUM TERHADAP SIFAT SENSORI TEMPE

Oleh

REKA KUMALA SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ragi tempe premium pada sifat sensori tempe dan memperoleh konsentrasi ragi tempe premium yang menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktor tunggal (konsentrasi inokulum) dengan 8 taraf, 0% (K₀), 0,3% (K₁), 0,6% (K₂), 0,9% (K₃), 1,2% (K₃), 1,5% (K₅), 1,8% (K₆), dan Kontrol menggunakan ragi Raprima 0,2%. Parameter pengamatan yaitu sifat sensori (warna, aroma, tekstur, rasa dan penerimaan keseluruhan), total kapang dan total khamir. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji Barlett dan Tuckey lalu dilanjutkan dengan analisis ragam dan uji BNJ pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi ragi tempe premium berpengaruh terhadap kadar air kedelai siap fermentasi, warna, aroma, tekstur, rasa, penerimaan keseluruhan, jumlah total kapang, jumlah total khamir pada tempe. Konsentrasi ragi tempe sebesar 1,5% menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik yaitu warna putih dan miselium menyelimuti keseluruhan tempe, aroma khas tempe, tekstur yang kompak dan mudah diiris, rasa, penerimaan keseluruhan disukai oleh panelis, total kapang yaitu 9,24 log CFU/g, total khamir yaitu 8,93 log CFU/g, dan dengan karakteristik kimia yaitu kadar air 62%, kadar protein 10,72%, kadar lemak 12,97%, kadar serat kasar 10,80%, kadar abu 1,15%, dan kadar karbohidrat 12,44%.

Kata kunci: Tempe, ragi tempe premium, sensori, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus*

**PENGARUH PENAMBAHAN RAGI TEMPE PREMIUM TERHADAP
SIFAT SENSORI TEMPE**

Oleh

REKA KUMALA SARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN
RAGI TEMPE PREMIUM TERHADAP
SIFAT SENSORI TEMPE**

Nama : **Reka Kumala Sari**

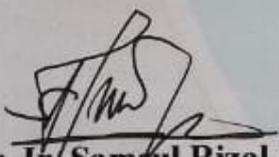
Nomor Pokok Mahasiswa : 1854051012

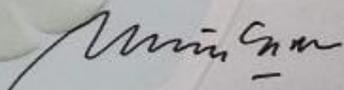
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

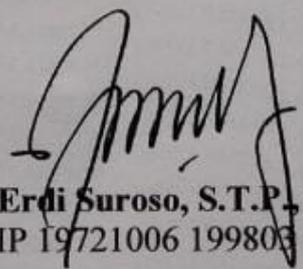


1. Komisi Pembimbing


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


Prof. Dr. Dra. Maria Erna K., M. Sc.
NIP 19611129 198703 2 002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


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

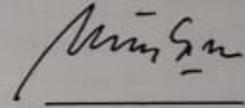
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

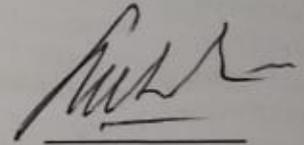
Ketua : Dr. Ir. Samsul Rizal, M. Si.



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



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 10 Maret 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reka Kumala Sari

NPM : 1814051046

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 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, 13 Maret 2023
Yang membuat pernyataan



Reka Kumala Sari
NPM. 1854051012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Way Kanan pada 07 November 1999, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Riyadi dan Ibu Suratinem. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak di TK pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Setia Negara pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Negara Batin 2015. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Negara Batin dan lulus pada tahun 2018. Penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur SMM PTN-Barat.

Pada bulan Januari-Februari 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kota Jawa, Kecamatan, Negara Batin, Kabupaten Way Kanan. Pada bulan Agustus-September 2021, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di UMKM Vista Abadi Lampung dengan judul “Mempelajari Proses Produksi JATEKU (Jahe Temulawak Kunyit) di UMKM Vista Abadi Lampung”. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Kesekretarian dan Masjid di Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (2019), anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila), dan pernah mengikuti lomba National Business Plan Competition (NBPC) 2021 di Universitas Mataram.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil 'alamiin. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah karena atas Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irawan Sukri Banua, M.Si., 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, ats arahan, saran, bantuan, motivasi, dan bimbingan yang telah diberikan selama Perkuliahan dan selama proses penelitian hingga mengelessaikan skripsi penulis.
4. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Sc., selaku Dosen Pembahas yng telah meberikan saran dan masukan terhadap skripsi penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah mengajari, membimbing, dan juga membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.
7. Kedua orangtua penulis Bapak Riyadi, dan Ibu Suratinem, adik penulis Rohan Dwi Wiranata, serta keluarga besar penulis yang telah memberikan

8. dukungan material dan semangat, serta do'a yang selalu menyertai penulis selama ini.
9. Teman-teman THP B 2018 yang telah memberikan bantuan, do'a, semangat, motivasi, selalu menemani penulis.
10. Sahabat-sahabat dari kecil penulis, Redo, Ayu, Viki, Yahya, Danu, dan Dwi yang selalu memberikan motivasi dan semangat penulis.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan penulis, Ulfa, Diah, Indah, Tika, Mela, Datin, Tiyak, Sindi, Firza, Sekar, Ade dan sahabat-sahabat penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang senantiasa mengingatkan, memberikan semangat, motivasi, bantuan, dan saran
12. Keluarga besar THP angkatan 2018 terimakasih atas perjalanan dan kebersamaannya selama ini. Adik-adik dan kakak-kakak yang telah memberikan dukungann, bantuan dan semangat kepada penulis.

Bandar Lampung, 13 April 2023

Reka Kumala Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Tempe	8
2.2. Syarat Mutu Tempe	10
2.3. Inokulum tempe.....	12
2.4. <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	14
2.5. <i>Rhizopus oligosporus</i>	15
2.6. Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Tempe	17
2.6.1. Komponen Volatil	17
2.6.2. Derajat Keasaman (pH)	18
2.6.3. Warna.....	18
2.6.4. Tekstur	19
III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2. Bahan dan Alat	20
3.3. Metode Penelitian.....	21
3.4. Pelaksanaan Penelitian	21

3.4.1. Pembuatan Ragi Tempe Premium	21
3.4.2. Pembuatan Tempe.....	22
3.5. Pengamatan.....	24
3.5.1. Uji Kadar Air Kedelai Siap Fermentasi.....	25
3.5.2. Uji Sensori	25
3.5.3. Perhitungan Total Kapang.....	27
3.5.4. Perhitungan Total Khamir	28
3.5.5. Uji Kimia	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Kadar Air Kedelai Siap Fermentasi.....	34
4.2. Uji Sensori	36
4.2.1. Warna.....	36
4.2.2. Aroma	38
4.2.3. Tekstur	40
4.2.4. Rasa.....	41
4.2.5. Penerimaan Keseluruhan	43
4.3. Total Kapang	45
4.4. Total Khamir.....	46
4.5. Penentuan Perlakuan Terbaik	48
4.6. Analisis Proksimat Perlakuan Terbaik	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan zat gizi tempe kacang kedelai murni mentah per 100 g.....	8
2. SNI tempe.....	12
3. Uji skoring.....	26
4. Uji hedonik.....	27
5. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap kadar air pada kedelai siap fermentasi dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium.....	35
6. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap warna pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	37
7. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap aroma pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	38
8. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap tekstur pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	40
9. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap rasa pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	42
10. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap penerimaan keseluruhan pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium..	44
11. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap total kapang pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	45
12. Hasil uji lanjut BNJ 0,05 terhadap total khamir pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	47
13. Rekapitulasi perlakuan terbaik tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	49
14. Hasil analisis proksimat tempe perlakuan terbaik.....	50

15. Data kadar air kedelai siap fermentasi dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	61
16. Uji Bartlett kadar air kedelai siap fermentasi dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	62
17. Analisis ragam kadar air kedelai siap fermentasi dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	62
18. Uji BNJ kadar air kedelai siap fermentasi dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	63
19. Data warna tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	63
20. Uji Bartlett warna tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	64
21. Analisis ragam warna tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	64
22. Uji BNJ warna tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	65
23. Data aroma tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	65
24. Uji Bartlett aroma tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	66
25. Analisis ragam aroma tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	66
26. Uji BNJ aroma tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	67
27. Data tekstur tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	67
28. Uji Bartlett tekstur tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	68
29. Analisis ragam tekstur tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	68
30. Uji BNJ tekstur tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	69
31. Data rasa tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	69

32. Uji Bartlett rasa tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	70
33. Analisis ragam rasa tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	70
34. Uji BNJ rasa tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	71
35. Data penerimaan keseluruhan tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	71
36. Uji Bartlett penerimaan keseluruhan tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	72
37. Analisis ragam penerimaan keseluruhan tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	72
38. Uji BNJ penerimaan keseluruhan tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	73
39. Data total kapang pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	73
40. Uji Bartlett total kapang pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	74
41. Analisis ragam total kapang pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	74
42. Uji BNJ total kapang pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	75
43. Data total khamir pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	75
44. Uji Bartlett total khamir pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	76
45. Analisis ragam total khamir pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	76
46. Uji BNJ total khamir pada tempe dengan penambahan berbagai konsentrasi ragi tempe premium	77
47. Uji Pembobotan Penentuan Perlakuan Terbaik.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tempe.....	9
2. Pembuatan ragi tempe premium.....	22
3. Proses pembuatan tempe	24
4. Diagram alir perhitungan total kapang.....	28
5. Diagram alir perhitungan total khamir	29
6. Proses perendaman kedelai	81
7. Proses pengupasan kedelai.....	81
8. Proses pengukusan kedelai.....	81
9. Proses penirisan kedelai	81
10. Proses pendinginan kedelai.....	81
11. Proses pemberian ragi pada kedelai	81
12. Proses pengemasan.....	81
13. Proses fermentasi	81
14. Tempe yang telah difermentasi 48 jam	82
15. Proses pengecilan ukuran kedelai siap fermentasi	82
16. Proses pengovenan untuk kadar air kedelai siap fermentasi	82
17. Proses pendinginan kedelai siap fermentasi.....	82
18. Proses penggorengan tempe.....	82
19. Proses uji sensori tempe	82
20. Proses pemasakan media.....	82

21. Proses TPC	82
22. Proses inkubasi.....	83
23. Proses perhitungan kapang/khamir	83

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tempe merupakan makanan asli Indonesia yang terbuat dari fermentasi kedelai. Menurut SNI 3144:2015, tempe merupakan produk yang berbentuk padatan kompak berwarna putih, yang diperoleh dari kedelai kupas yang sudah direbus dan difermentasi menggunakan *Rhizopus* spp. Padatan kompak dan berwarna putih tersebut berasal dari miselium yang tumbuh dan mengikat antarkacang sehingga menjadi kompak. Tempe juga merupakan salah satu sumber protein nabati yang murah jika dibandingkan dengan sumber protein hewani. Komposisi zat gizi tempe kedelai murni mentah per 100 g menurut Kementerian Kesehatan (2018), yaitu energi 201 Kal, protein 20,8 g, lemak 8,8 g, karbohidrat 13,5 g, serat 1,4 g, dan abu 1,6 g. Selain itu juga, tempe mengandung fitokimia, zat bioaktif, dan oligosakarida yang rendah sehingga dapat mengurangi perut yang kembung dan dapat meningkatkan pencernaan (Soka et al., 2014), dan folat tinggi yang dapat membantu daya ingat (Mo et al., 2013). Selama proses fermentasi kedelai menjadi tempe dapat memperbaiki sifat fisik maupun kimia pada kedelai. Tempe lebih mudah untuk dicerna dan dicerna oleh tubuh dikarenakan kapang yang tumbuh dalam tempe mampu menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Proses pembuatan tempe terdapat dua proses utama, yaitu perendaman dan fermentasi kapang yang diawali dengan penambahan inokulum kapang (Mani and Ming., 2017). Fermentasi dalam tempe dapat terjadi karena adanya penambahan inokulum tempe atau ragi tempe. Proses fermentasi tersebut tidak hanya melibatkan kapang *Rhizopus* saja, namun juga melibatkan mikroorganisme lain,

yaitu khamir dan bakteri (Efriwati et al., 2013). Umumnya penggunaan inokulum tempe yang digunakan biasanya hanya mengandung satu jenis organisme saja, yaitu kapang *Rhizopus oligorporus*. Proses fermentasi tempe, *R. oligosporus* menghasilkan miselia putih yang mampu mengikat kedelai menjadi satu. Pada penelitian Kustyawati (2009), terdapat empat spesies yeast, yaitu *Saccharomyces boulardii*, *Yarrowia lipolytica*, *Aureobasidium pullulans* dan *Geotrichum candidum* yang dapat tumbuh bersama mikroba lain dalam fermentasi tempe. Hal ini menunjukkan bahwa khamir mampu tumbuh dan dapat berinteraksi dengan mikroflora yang lain serta kemungkinan dapat meningkatkan kandungan gizi dan flavor tempe (Kustyawati, 2009).

Saccharomyces cerevisiae merupakan salah satu golongan khamir yang biasanya dimanfaatkan dalam pembuatan roti, wine, bir, dan lain-lain. *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh pada suhu 25°C-30°C serta dapat tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi berbagai karbohidrat dan menghasilkan enzim invertase yang dapat memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, serta dapat mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida yang banyak dimanfaatkan pada industri roti dan tapai. Penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses pembuatan tempe dapat meningkatkan nilai gizi serta sensori dari tempe tersebut. Penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses pembuatan tempe menghasilkan tempe yang memiliki aroma harum manis yang ada pada khas tapai dan aroma khas tersebut yang dapat bertahan setelah tempe modifikasi tersebut digoreng (Rizal dan Kustyawati, 2019). Selain berpengaruh secara sensori pada tempe, penambahan *Saccharomyces cerevisiae* juga dapat menghasilkan senyawa Beta-glukan (Rizal et al., 2021).

Inokulum tempe yang umum digunakan biasanya hanya mengandung satu jenis organisme saja, yaitu kapang *Rhizopus oligorporus* dalam bentuk bubuk kering atau ragi instan. Ragi instan adalah ragi yang telah dikeringkan dan dapat langsung digunakan tanpa dilarutkan. Ragi instan banyak digunakan karena penggunaannya yang praktis, mudah disimpan, dan memiliki masa simpan yang

panjang jika dibandingkan dengan ragi cair. Penggunaan ragi tempe yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae* sebelumnya masih dalam bentuk cair, sehingga penggunaannya dianggap tidak praktis. Pada penelitian Rizal *et al* (2023), membuat ragi tempe yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk bubuk kering dengan penambahan tepung beras dan tapioka. Penelitian tersebut didapat inokulum terbaik, yaitu inokulum tempe dengan substrat tepung beras dengan lama inkubasi 96 jam yang menghasilkan total kapang 9,902 log CFU/g, total khamir 9,17 log CFU/g, total bakteri 7,81 log CFU/g, pH 4,2, kadar air 7,75%, dan tempe yang dihasilkan memiliki warna putih diseluruh permukaan sedikit kehitaman, tekstur kompak, aroma serta rasa khas tempe. Ragi tempe tersebut dapat disebut dengan ragi tempe premium yang merupakan ragi tempe yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan senyawa betaglukan yang dapat bermanfaat untuk kesehatan. Senyawa Beta-glukan merupakan senyawa polisakarida yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti sebagai antibiotik terhadap bakteri, jamur, virus dan parasit (Hetland *et al.*, 2013), adanya aktivitas antibakteri *E. coli* (Rizal *et al.*, 2021), dapat mencegah penyakit degeneratif (antikolesterol) (Tjokrokusumo, 2015).

Proses pembuatan tempe terdapat faktor lainnya yang berpengaruh salah satunya yaitu konsentrasi ragi. Konsentrasi dalam pembuatan tempe sangat berpengaruh kualitas tempe yang dihasilkan. Penambahan konsentrasi ragi dalam pembuatan tempe harus tepat sehingga tempe yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Tempe dengan kualitas yang baik, yaitu berbentuk padatan kompak mudah jika diiris, permukaan berwarna putih dan beraroma khas tempe tanpa bau amonia (SNI, 2015). Oleh karena itu, perlu adanya penambahan konsentrasi ragi tempe premium yang tepat, sehingga diharapkan akan memperbaiki kualitas tempe baik secara sensori maupun kimia.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi ragi tempe premium pada sifat sensori tempe yang dihasilkan.
2. Memperoleh konsentrasi ragi tempe premium yang menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik.

1.3. Kerangka Pemikiran

Tempe merupakan produk fermentasi kacang kedelai yang sebelumnya telah dikupas dan direbus kemudian difermentasi menggunakan kapang *Rhizopus* spp. Selama proses fermentasi, tempe menghasilkan miselium yang dapat mengikat antarkacang sehingga akan membuat tekstur tempe menjadi kompak (Janiszweska et al., 2014). Tempe dengan kualitas yang baik memiliki struktur yang kompak, jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok), putih merata pada seluruh permukaan, bau khas tempe tanpa adanya bau amonia (SNI, 2015). Penambahan inokulum tempe atau ragi tempe dalam pembuatan tempe merupakan salah satu hal yang penting untuk menghasilkan kualitas tempe yang baik. Inokulum tempe yang beredar dipasaran biasanya hanya terdapat satu jenis organisme, yaitu *Rhizopus* spp. Fermentasi pada tempe tidak hanya melibatkan kapang *Rhizopus* spp, mikroorganisme lain seperti bakteri dan khamir juga terlibat (Efriwati et al., 2013). Pada penelitian Kustyawati (2009) menggunakan beberapa jenis yeast yang ditambahkan dalam pembuatan tempe di samping menggunakan kapang *R. oligosporus*, yaitu *Saccharomyces boulardii*, *Yarrowia lipolytica*, *Geothricum candidum*, *Aerobasidiu pululansan*. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa yeast dapat tumbuh dengan *R. Oligosporus* dan dapat mengubah flavor dan penampakan tempe.

Saccharomyces cerevisiae merupakan salah satu golongan khamir yang mampu memanfaatkan senyawa gula yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik untuk pertumbuhannya. *Saccharomyces cerevisiae* biasanya digunakan dalam membuat roti, wine, bir, dan lain-lain Pada penelitian Rizal dan Kustyawati (2019) penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses pembuatan tempe menghasilkan tempe yang memiliki aroma khas tapai dan aroma khas

tersebut dapat bertahan setelah tempe modifikasi tersebut digoreng. Perlakuan terbaik berdasarkan skor penerimaan keseluruhan sensori pada penelitian tersebut, yaitu perlakuan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1% menggunakan cara pemasakan digoreng. Tempe yang dihasilkan memiliki aroma khas tempe dan bau langu yang lebih rendah, rasa tidak asam dan tidak pahit. Namun untuk kadar beta-glukan pada konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 3% lebih tinggi (0,250%) daripada penambahan konsentrasi 1% (0,181%). Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* pada fermentasi tempe bersama dengan *R. Oligorporus* menghasilkan tempe dengan aroma harum-manis yang menutupi aroma kedelai yang langu. Hal tersebut dikarenakan yeast memiliki aktivitas proteolitik dan lipolitik yang tinggi sehingga dapat menghidrolisa protein dan lemak yang menghasilkan komponen flavor dan aroma, yaitu asam amino, asam lemak, ester, etanol, asetaldehid, ethil acetate dan *ethyl butyrate* (Greyling, 1995 dalam Kustyawati, 2009).

Penelitian Budianti (2018), penambahan ragi dengan konsentrasi 4% dan lama fermentasi 30 jam pada pembuatan tempe kedelai hitam merupakan perlakuan terbaik dengan uji kimia dan uji organoleptik terbaik. Uji sensori (uji 5edonik) pada konsentrasi ragi 4% dan lama fermentasi 30 jam terhadap kesukaan keseluruhan agak suka. Uji kimia pada konsentrasi tersebut diperoleh kadar air 55,35%, kadar abu 1,27%, kadar protein 41,7%, kadar lemak 9,44%, kadar tannin 26,26µg/g, dan kadar antioksidan 57,78%. Pada penelitian lainya, yaitu Setyani dkk, (2017), pemberian konsentrasi inokulum ragi tempe 1,5% merupakan perlakuan terbaik dengan formulasi kedelai-jagung 60% dan 40% yang menghasilkan tempe yang agak kompak, warna agak putih kekuningan, aroma khas tempe, dan penerimaan keseluruhan agak suka. Penelitian tersebut terjadi peningkatan secara linear terhadap skor tempe kedelai-jagung mentah pada setiap penambahan konsentrasi ragi 0,5%.

Hal tersebut diduga karena semakin banyak konsentrasi ragi yang digunakan, maka degradasi-degradasi komponen pembentuk aroma akan semakin meningkat, sehingga menyebabkan terbentuknya aroma khas tempe kedelai-jagung.

Terbentuknya aroma yang khas pada tempe dikarenakan adanya proses degradasi komponen-komponen yang ada dalam tempe yang berlangsung dalam proses fermentasi (Kasmidjo, 1990 dalam Setyani dkk., 2017). Menurut Ambarwati (2016), tempe dengan kualitas yang baik berbentuk padatan kompak. Semakin banyak miselium kapang yang tumbuh pada tempe, maka semakin baik tekstur tempe yang dihasilkan. Miselium dapat meningkatkan kerapatan masa kedelai satu dengan lainnya sehingga membentuk suatu massa yang kompak dan rongga udara didalamnya berkurang.

Penelitian-penelitian sebelumnya, penggunaan ragi tempe dengan penambahan *Sacharomyces cerevisiae* masih menggunakan inokulum ragi tempe dalam bentuk cair, sehingga penggunaannya kurang praktis. Kemudian pada penelitian Rizal *et al* (2023), dilakukan penelitian pembuatan inokulum ragi tempe instan yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk bubuk kering dengan penambahan substrat yang berbeda (tepung beras dan tapioka). Penelitian tersebut didapat inokulum terbaik, yaitu inokulum tempe dengan substrat tepung beras dengan lama inkubasi 96 jam yang menghasilkan total kapang 9,902 log CFU/g, total khamir 9,17 log CFU/g, total bakteri 7,81 log CFU/g, pH 4,2, kadar air 7,75%, dan tempe yang dihasilkan memiliki warna putih diseluruh permukaan sedikit kehitaman, tekstur kompak, aroma serta rasa khas tempe. Namun, pada penelitian tersebut belum diketahui konsentrasi ragi tempe instan yang tepat terhadap sensori pada tempe yang dihasilkan. Peran penambahan inokulum ragi tempe diduga dapat berpengaruh terhadap karakteristik sensori dan kimia pada tempe. Oleh karena itu, perlu konsentrasi inokulum ragi tempe yang tepat untuk menghasilkan kualitas tempe yang baik.

1.4. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Perbedaan konsentrasi ragi tempe premium memengaruhi sifat sensori tempe yang dihasilkan.

2. Terdapat konsentrasi ragi tempe premium yang menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik..

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tempe

Tempe merupakan makanan fermentasi dari kedelai yang berasal dari Indonesia yang tersebar di hampir seluruh Indonesia. Menurut SNI 3144:2015, tempe merupakan produk yang berbentuk padatan kompak berwarna putih, yang diperoleh dari kedelai kupas yang sudah direbus dan difermentasi menggunakan *Rhizopus spp.* Selama proses fermentasi, tempe menghasilkan miselium yang mengikat kacang-kacangan yang akan membuat tekstur tempe menjadi kompak (Janiszweska *et al.*, 2014). Kacang-kacangan yang difermentasi dalam pembuatan tempe memiliki kandungan protein dan serat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kacang-kacangan yang tidak difermentasi (Jagasia and Ferrando, 2015). Kandungan protein yang tinggi menyebabkan tempe dijadikan pengganti daging bagi kalangan vegetarian. Selain itu, tempe mengandung fitokimia, zat bioaktif, serta oligosakarida yang rendah, sehingga dapat mengurangi perut kembung dan meningkatkan pencernaan (Soka *et al.*, 2014). Tempe juga memiliki kandungan folat yang tinggi sehingga dapat membantu daya ingat (Mo *etl.*,2013). Kandungan zat gizi tempe kacang kedelai murni mentah per 100 g dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan zat gizi tempe kacang kedelai murni mentah per 100 g

Komponen	Jumlah
Air (g)	55,3
Energi (Kal)	201
Protein (g)	20,8
Lemak (g)	8,8
Karbohidrat (g)	13,5
Serat (g)	1,4
Abu (g)	1,6

Sumber: Kementerian Kesehatan 2018

Menurut Mani and Ming (2017) pembuatan tempe meliputi dua proses utama, yaitu perendaman dan fermentasi kapang yang diawali dengan penambahan kultur starter kapang. Bahan baku yang paling umum digunakan dalam pembuatan tempe adalah kedelai berbiji kuning. Proses pembuatan tempe diawali dengan perendaman kedelai untuk memudahkan pengupasan kulit kedelai. Selain itu, perendaman juga dilakukan untuk meningkatkan kadar air kedelai, mengaktifkan aktivitas mikroba, dan mengurangi jumlah senyawa antimikroba alami, yaitu saponin, serta komponen pahit dalam kedelai (Mani and Ming, 2017). Setelah pengupasan dan pencucian kedelai, selanjutnya dilakukan perebusan. Proses perebusan ini bertujuan untuk melunakkan biji kedelai, menonaktifkan tripsin inhibitor (Insan dkk., 2019), mengurangi bau langu kedelai, dan mematikan mikroba yang ada pada kedelai yang kemungkinan tumbuh selama perendaman.

Kedelai yang sudah dimasak, kemudian ditiriskan untuk menghilangkan air bebas dan ditaburkan di atas nampan. Kedelai yang dingin dan air bebasnya sudah berkurang, selanjutnya diinokulasi menggunakan starter yang mengandung sporangiospora, yaitu *Rhizopus* sp (Mani and Min, 2017). Secara tradisional tempe dikemas menggunakan daun pisang yang ditusuk untuk memungkinkan pasokan udara terbatas pada tempe. Saat ini pengemasan tempe tidak hanya menggunakan daun pisang saja, namun juga menggunakan plastik yang lebih praktis dan murah, seperti pada Gambar 1.. Selanjutnya, diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu 25-30°C yang akan menghasilkan tempe yang lembut, putih segar, berbentuk kompak (Mani and Ming, 2017).



Gambar 1. Tempe
Sumber : dokumentasi pribadi

Pertumbuhan kapang pada tempe menyebabkan terjadinya pemutusan beberapa ikatan peptida pada protein dalam kedelai sehingga protein dalam kedelai tempe lebih mudah dicerna dan nilai gizinya meningkat. Hifa kapang yang tumbuh dengan intensif dan mengikat antar biji kedelai menyebabkan tempe yang kompak dan kuat (Pratiwi, 2018). Tempe memiliki ciri-ciri berwarna putih, tekstur kompak dan flavor spesifik. Warna putih pada tempe dikarenakan adanya miselia jamur yang tumbuh mengikat antarkedelai. Kapang yang tumbuh selama fermentasi mendegradasi senyawa-senyawa kompleks dalam kedelai menjadi senyawa yang sederhana yang mudah dicerna manusia (Syarief et al., 1999) serta membentuk flavor spesifik setelah fermentasi pada tempe (Pratiwi, 2018).

2.2. Syarat Mutu Tempe

Syarat mutu tempe di Indonesia menggunakan SNI 3144:2015 tentang Tempe Kedelai seperti tercantum pada Tabel 2. Sekarang ini, tempe tidak hanya dapat ditemukan di Indonesia saja, namun juga tersebar ke seluruh dunia. Karena penyebaran tempe yang semakin luas, maka dibentuk standar internasional tempe yang dibuat oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC) yang didirikan oleh *Food and Agriculture Organization of the United National* (FAO) dan *Worlds Health Organization* (WHO). Standar internasional tempe mengacu pada CODEX STAN 313R-2013, yaitu tentang *Regional Standard for Tempe*. Menurut CAC(2013), tempe merupakan produk padat, putih, berbentuk seperti kue, dibuat dari kedelai rebus yang dikupas melalui fermentasi padat dengan *Rhizopus* sp. Namun, baik standar nasional maupun standar internasional tentang standar atau syarat mutu tempe hampir sama cangkupannya.

Isi faktor mutu dari CODEX STAN 313R-2013 tentang Standar Regional Tempe dapat dilihat sebagai berikut:

1. Faktor mutu
 - a. Organoleptik
 - i. Tekstur: padat dan tidak mudah hancur saat diiris menggunakan pisau.

- ii. Warna: berwarna putih dari pertumbuhan miselium *Rhizopus* spp. yang lebat.
 - iii. Flavor: karakteristik flavor tempe, *nutty* (seperti kacang), *meaty* (seperti daging), dan *mushroom-like* (seperti jamur).
 - iv. Aroma: karakteristik aroma tempe segar tanpa bau ammonia.
- b. Bahan asing
- Tempe harus terbebasa dari bahan-bahan asing (misalnya: kacang lain, batu kecil, sekam, dan sebagainya).
- c. Persyaratan analitis
- i. Kadar air maksimum 65% (basis basah).
 - ii. Kadar protein minimal 15% (basis basah).
 - iii. Kadar lemak minimal 7% (basis basah).
 - iv. Serat kasar maksimal 2,5% (basis basah).

Tempe dengan kualitas yang baik, yaitu memiliki struktur yang homogen, kompak, dan memiliki rasa dan aroma khas tempe (Liuspiani dkk., 2020). Proses pembuatan tidak selamanya mendapatkan produk yang memenuhi standar atau syarat mutu. Menurut Hidayat dkk. (2020), ciri-ciri tempe yang tidak memenuhi standar, yaitu tempe tetap basah, hal tersebut dapat diantisipasi dengan cara inkubator didekatkan dengan sumber panas dan ditambahkan tepung gandum yang telah disangrai. Tempe yang berbau busuk terjadi dikarenakan suhu saat inkubasi yang terlalu tinggi atau waktu inkubasi yang terlalu lama. Warna hitam yang muncul pada permukaan tempe dikarenakan adanya proses sporulasi, oksigen terlalu banyak, waktu inkubasi yang terlalu lama dan suhu inkubasi yang terlalu tinggi (Hidayat dkk., 2020). Kapang dapat tumbuh dengan baik di suatu tempat dengan areasi yang baik dan pencampuran starter yang baik.

Tabel 2. SNI tempe

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Kedaaan		
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: SNI 3144:2015.

2.3. Inokulum tempe

Inokulum tempe merupakan kapang yang secara sengaja ditambahkan untuk memfermentasi kedelai menjadi tempe. Inokulum tempe memiliki bentuk yang bermacam-macam serta dikenal juga dengan berbagai sebutan, yaitu ragi tempe, usar, atau laru. Ragi yang mengandung kapang *Rhizopus sp.* umumnya digunakan dalam pembuatan tempe. Ragi tempe atau kultur stater tempe dalam industri tempe dibedakan menjadi dua, yaitu laru dan usar. Laru biasanya terbuat dari nasi atau tepung beras atau onggok yang ditumbuhi kapang tempe atau *Rhizopus sp.*, kemudian dikeringkan dan digiling (Rahayu dkk., 2015). Sedangkan usar secara tradisional dapat diperoleh dari daun pisang atau daun aru atau jati bekas pembungkus tempe selama proses fermentasi atau ditumbuhi oleh kapang tempe (Rochintaniawati, 2011). Sedangkan untuk skala industri yang lebih besar, biasanya inokulum tempe dibuat dengan memperbanyak kapang tempe (*Rhizopus*

sp.) dengan media tertentu. Kemudian, spora yang dihasilkan dikeringkan bersama dengan media tempat tumbuh kapang tempe (Rochintaniawati, 2011). Inokulum tempe tempe yang umumnya ditemukan di pasaran berbentuk bubuk atau tepung.

Inokulum tempe yang mengandung biakan kapang tempe dapat mengubah kedelai rebus menjadi tempe karena jamur tempe yang tumbuh pada kedelai serta memfermentasi kedelai sehingga membentuk karakteristik tempe (Hasruddin dan Pratiwi, 2015). Menurut Malo (2019) terdapat beberapa bentuk inokulan tempe atau ragi tempe, yaitu:

1. Usar, yaitu yang dibuat dari daun waru atau jati sebagai media pembawa spora kapang.
2. Tempe yang telah dikeringkan menggunakan sinar matahari.
3. Sisa spora dan miselia dari wadah atau kemasan tempe.
4. Ragi tempe yang dibuat dari tepung beras yang berbentuk bulat seperti ragi roti.
5. Spora *Rhizopus oligosporus* yang dicampur dengan air.
6. Isolat *Rhizopus oligosporus* dari agar miring untuk pembuatan tempe skala laboratorium.
7. Ragi tempe yang terbuat dari tepung beras yang dicampurkan dengan jamur tempe yang telah ditumbuhkan pada media dan telah dikeringkan.

Menurut Rahayu dkk. (2015), laru tempe diklasifikasikan menjadi empat, yaitu stater alami, stater murni, stater semi murni, dan stater campuran. Stater alami, yaitu laru, usar, dan tempe yang dikeringkan dan ditumbuk. Stater murni, yaitu media steril yang ditumbuhi kultur *Rhizopus* sp. Stater semi murni yaitu nasi atau kedelai yang sudah dimasak namun tidak disterilkan yang kemudian ditumbuhi *Rhizopus* sp. Pada penelitian Shambunyi et al. (1992), kapang tumbuh paling baik dan paling banyak bersporulasi pada singkong dan beras yang diinkubasi pada suhu 37°C selama 3-4 hari. Kemudian, dikeringkan pada suhu 40°C selama 16-18 jam, digiling, dan diperoleh konsentrasi spora 1,6 x10⁷ cfu/g (substrat singkong) dan 3,4 x10⁶ cfu/g.

2.4. *Saccharomyces Cerevisiae*

Saccharomyces merupakan genus dalam kerajaan jamur yang mencakup jenis ragi salah satu spesiesnya, yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang biasa digunakan dalam membuat roti, wine, bir, dan lain-lain. Ragi atau khamir merupakan jamur yang tersusun dari satu sel dan tidak membentuk hifa (Khazalina, 2020), dan *Saccharomyces cerevisiae* ini termasuk ke dalam golongan jamur *Ascomycotina* serta bereproduksi dengan membentuk tunas (budding) (Bahri dkk., 2018). Spora *Saccharomyces cerevisiae* berbentuk bulat atau pipih (Agusting, 2012) dan termasuk sel tunggal dengan panjang 1-5 μm sampai 20-50 μm dengan lebar 1-10 μm (Khazalina, 2020).

Menurut Agustining (2012) klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Subfilum : Saccharomycotina

Kelas : Saccharomycetes

Ordo : Saccharomycetales

Famili : Saccharomycetaceae

Genus : *Saccharomyces*

Spesies : *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae merupakan salah satu golongan khamir yang mampu memanfaatkan senyawa gula yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik untuk pertumbuhannya. Selain itu, *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan amilase yang cukup berpotensi jika dibandingkan dengan bakteri dan kapang (Khazalina, 2020), sehingga khamir ini termasuk ke dalam khamir amilolitik. Aktivitas enzim amilase dalam khamir amilolitik terutama isoamilase dapat menghidrolisis ikatan α -amilopektin serta khamir amilopektin juga dapat memproduksi etanol (Khazalina, 2020). Menurut Kustyawati dkk. (2013), biomassa khamir dihasilkan dari bahan yang mengandung pati dan fermentasi

beras pada produksi minuman dan makanan berkarbohidrat rendah serta produksi amilase oleh khamir selama fermentasi tapai ketan. Ragi tempe biasanya berasal dari tepung beras yang dicampur dengan bahan lain sehingga dapat membantu dalam proses fermentasi nanti. Dalam ragi tersebut, terdapat mikroorganisme yang dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa). Karbohidrat (pati) yang difermentasi akan menghasilkan asam laktat yang akan menurunkan pH sehingga akan menimbulkan rasa asam (Okroviana dkk., 2015). Menurut Albus (2014), *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi berbagai karbohidrat dan menghasilkan enzim invertase yang dapat memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, serta dapat mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbon dioksida yang banyak dimanfaatkan pada industri roti dan tapai.

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh pada suhu berapapun, yaitu antara suhu 5°C-40°C (Stewart et al., 2014), namun dengan suhu optimum pertumbuhan pada suhu 25°C-30°C serta dengan pH optimum, yaitu 4,5-5,5 (Khazalina, 2020).

Khamir *S. cerevisiae* dapat tumbuh di bawah tekanan oksigen yang rendah dalam minuman dan di lapisan dalam makanan. Meskipun *S. Cerevisiae* dapat tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik, oksigen juga sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup sel (Stewart et al., 2014). Kelebihan *S. Cerevisiae* lainnya dalam proses fermentasi, yaitu dapat cepat dengan cepat memperbanyak diri dalam waktu 1,25-2 jam dalam suhu 30°C sehingga dapat memproduksi dengan cepat dan pemeliharaan strain dengan biaya yang rendah (Stewart et al., 2014). Selain itu, *S. cerevisiae* tahan terhadap alkohol yang tinggi, memiliki sifat yang stabil dan cepat beradaptasi (Khazalina, 2020). *S. cerevisiae* juga dapat dimanipulasi secara genetik sehingga memungkinkan dapat dilakukan penambahan gen baru atau penghapusan melalui teknik rekombinasi homolog (Stewart et al., 2014).

2.5. *Rhizopus Oligosporus*

Rhizopus oligosporus atau *Rhizopus microspora* var. *Oligosporus* dapat tumbuh pada suhu 12-42°C, dengan suhu optimal, yaitu 32-35°C (Sapuan and Soetrisno,

2001 dalam Astawan dkk., 2017). *R. oligosporus* merupakan spesies kapang yang sering ditambahkan ke dalam proses pembuatan tempe dan dapat memproduksi berbagai jenis enzim seperti β -glukosidase, glucoamilase, lipase, fitase, α -amilase (Leeuwen et al., 2012) dan protease (Astawan dkk., 2017). Enzim yang paling tinggi dihasilkan oleh *R. oligosporus* dalam pembuatan tempe jika dibandingkan dengan kapang lainnya adalah enzim protease dan lipase, sehingga paling ideal untuk memecah protein dan lemak yang banyak terkandung dalam kedelai yang menjadi asam amino dan asam lemak pada tempe (Astawan dkk., 2017). Aktivitas β -glukosidase lebih tinggi pada kapang *R. oligosporus* jika dibandingkan dengan *R. oryzae* sehingga kekuatan isoflavon glukosida (isoflavon terikat) menjadi isoflavon aglikon (isoflavon bebas) juga lebih baik *R. oligosporus* (Astawan dkk., 2017).

Fermentasi tempe menggunakan *R. oligosporus* lebih cepat dikarenakan aktivitas protease *R. oligosporus* lebih cepat, sehingga pertumbuhannya menjadi lebih cepat dibandingkan dengan spesies kapang lainnya (Han and Nout, 2000 dalam Astwan dkk, 1017). Fermentasi tempe yang menggunakan *R. oligosporus* mampu menghasilkan vitamin B kompleks (piridoksin, riboflavin, dan folat) yang lebih tinggi dan beberapa senyawa lainya seperti β -karoten atau provitamin A. Pada proses fermentasi tempe, *R. oligosporus* menghasilkan miselia putih yang mampu mengikat kedelai menjadi satu. Menurut Kovač and Raspor (1997), jamur yang memiliki banyak filamen banyak digunakan dalam produksi makanan karena mampu meningkatkan rasa makanan, nilai gizi, dan memperlambat proses pembusukan. Tingkat inokulasi *R. oligosporus* sangat memengaruhi fermentasi tempe. Pada penelitian Feng (2006), inokulasi *R. oligosporus* dengan 102 spora/g barley basah jamur tumbuh lebih lama dan pertumbuhan miselium padat tidak diperoleh setelah 28-32 jam, sedangkan dengan penambahan 106 spora/g barley basah miselium tumbuh lebih cepat menjadi 15-20 jam, tetapi miselium tumbuh tidak merata.

2.6. Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Tempe

2.6.1. Komponen Volatil

Komponen volatil merupakan senyawa kimia yang memiliki ukuran kecil atau memiliki struktur yang pendek yang memengaruhi rasa dan aroma produk. Secara umum, jumlah dan jenis komponen volatil yang ditemukan serupa dengan kedelai seperti yang disajikan pada Tabel 3. Komponen yang dominan di dalam kedelai, yaitu *hexanal*, *etanol*, *aseton*, *2-butanone*, dan *3-methyl-1-butanol* yang terdapat juga di dalam tempe. Namun, terdapat beberapa komponen baru yang tidak ditemukan di dalam kedelai yang hanya ada di dalam tempe, yaitu *2-methyl-butanoic acid*, *acetid acid*, *propanoic acid (methyl ester)*, *2-methyl-furan*, dan *methyl acetate*. Komponen volatil yang ada dalam kedelai yang menghasilkan bau langu (*beany odour*) adalah *hexanal* dan *1-hexanol* yang pada produk tempe komponen senyawa tersebut berkurang atau menghilang dalam tempe (Astawan dkk., 2017).

Hexanal dan *1-hexanol* dapat berkurang dengan perebusan dan fermentasi selama proses produksi tempe yang menyebabkan menginaktivasi enzim lipoksigenase. Enzim lipoksigenase secara alami terdapat dalam kedelai dan merupakan katalisator oksidasi lemak kedelai menjadi komponen volatil seperti *hexanal* dan *hexanol* (Shogren et al., 2003 dalam Astawan dkk., 2017). Hal tersebut menyebabkan tempe yang dihasilkan tidak bau langu, tetapi memiliki aroma khas jamur (*mushroom odour*). Aroma khas jamur (*mushroom odour*) disebabkan karena adanya komponen volatil, yaitu *3-octanone* dan *1-octen-3-ol* (Astawan dkk., 2017). Kedelai sebenarnya memiliki kedua komponen volatil tersebut, namun intensitasnya yang lemah dibandingkan dengan bau langu. Namun, dengan adanya penurunan atau penghilangan *hexanal* dan *hexanol* pada tempe menyebabkan *beany odour* yang tidak disukai hilang dan intensitas aroma khas tempe (*mushroom odour*) yang disukai meningkat.

2.6.2. Derajat Keasaman (pH)

Kapang yang terlibat dalam fermentasi memerlukan pH tertentu, yaitu sekitar 4,3-5,3, sedangkan pH pada kedelai cenderung netral, yaitu sekitar 6,3 (Astawan dkk., 2017). Oleh karena itu, terdapat proses penurunan pH pada kedelai dengan cara perendaman sehingga pH pada kedelai turun menjadi 4,3-5,3. Penurunan pH tersebut disebabkan karena adanya produksi asam organik seperti asam laktat yang dapat diproduksi oleh bakteri asam laktat yang tumbuh secara spontan (Astawan dkk., 2017). Kemudian selama proses fermentasi tempe berlangsung, pH terjadi peningkatan kembali hingga mencapai 7 dikarenakan adanya aktivitas proteolitik kapang yang memecah senyawa protein menjadi asam amino dan peptida sederhana (Astawan dkk., 2017). Semakin lama waktu fermentasi maka akan menyebabkan pH tempe terus meningkat. Tempe yang difermentasi selama 24 jam memiliki pH sekitar 6,40, tempe yang difermentasi selama 72 jam memiliki pH sekitar 7,18 (Handoyo dan Morita, 2006 dalam Astawan dkk., 2017). Tempe dengan pH di atas 7 memiliki amino yang terus meningkat dan dapat menyebabkan kapang mati serta memiliki aroma yang menyengat dan tidak disukai konsumen (Astawan dkk., 2017).

2.6.3. Warna

Warna tempe umumnya didominasi berwarna putih dari miselium kapang yang mengikat antarkedelai dan menyelimuti permukaannya. Selama lama waktu inkubasi akan semakin tinggi pertumbuhan kapang dan miselium juga semakin banyak. Namun, semakin lama waktu inkubasi akan menyebabkan kecerahan dari tempe tersebut mengecil. Menurut Astawan dkk. (2017) intensitas warna putih dari miselium paling tinggi pada waktu fermentasi 24 jam. Jika waktu fermentasi diperpanjang maka akan menyebabkan intensitas warna menurun karena miselium mulai masuk matang (*mature*) (Astawan dkk., 2017). Kecerahan dari miselium akan semakin pudar dan menjadi kekuningan atau sedikit kecokelatan. Selain itu, dengan waktu fermentasi yang lebih lama akan menyebabkan sporulasi kapang

(pembentukan spora) yang akan menimbulkan bercak hitam pada miselium (Astawan dkk., 2017).

2.6.4. Tekstur

Tempe memiliki tekstur yang lunak karena telah melalui beberapa tahap, yaitu perebusan, perendaman, dan pengukusan. Tahap-tahap tersebut yang membuat kedelai masak dan memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga memiliki tekstur yang lunak. Tahap fermentasi juga memengaruhi tekstur dari tempe. Fermentasi tempe dengan waktu yang berbeda dapat menghasilkan tekstur tempe yang berbeda juga. Tempe yang difermentasi selama 24 jam memiliki tekstur yang lembut dengan ikatan miselium yang cukup kompak. Tempe yang difermentasi selama 48 jam memiliki miselium yang lebih panjang, ikatan lebih kompak, dan mampu mengikat antarkedelai dengan kuat. Sedangkan pada tempe yang difermentasi selama 72 jam menghasilkan tempe yang bertekstur lebih lunak karena miselium yang sudah lebih matang sehingga ikatan miselium yang dihasilkan akan menjadi tidak kuat lagi (Handoyo dan Morita, 2006 dalam Astawan dkk., 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian Laboratorium Sensori, dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Agustus-Oktober 2022.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu kedelai, ragi tempe merek Raprima, ragi tempe premium (yang mengandung *Saccaromycec cerevisiae*), plastik klip, akuades, Potato Dextrose Agar (PDA) merek Himedia, Malt Extract Agar (MEA) merek Himedia yang diperoleh dari Mitra Lab Sejahtera, Sidoarjo, akuades, garam fisiologis (NaCl), alkohol 70%, aluminium foil, NaOH 0,1 N, H₂SO₄, HCL 0,1 N.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu baskom, peniris, timbangan analitik, kompor, panci, nampan, autoklaf, inkubator, oven, desikator, labu ukur, cawan porselen, erlenmeyer, gelas ukur, cawan petri, beaker glass, bunsen, vortex, tabung reaksi, rak tabung reaksi, buret, labu Kjeldahl, alat distilasi, alat Soxhlet lengkap, cawan porselin, oven, tanur.

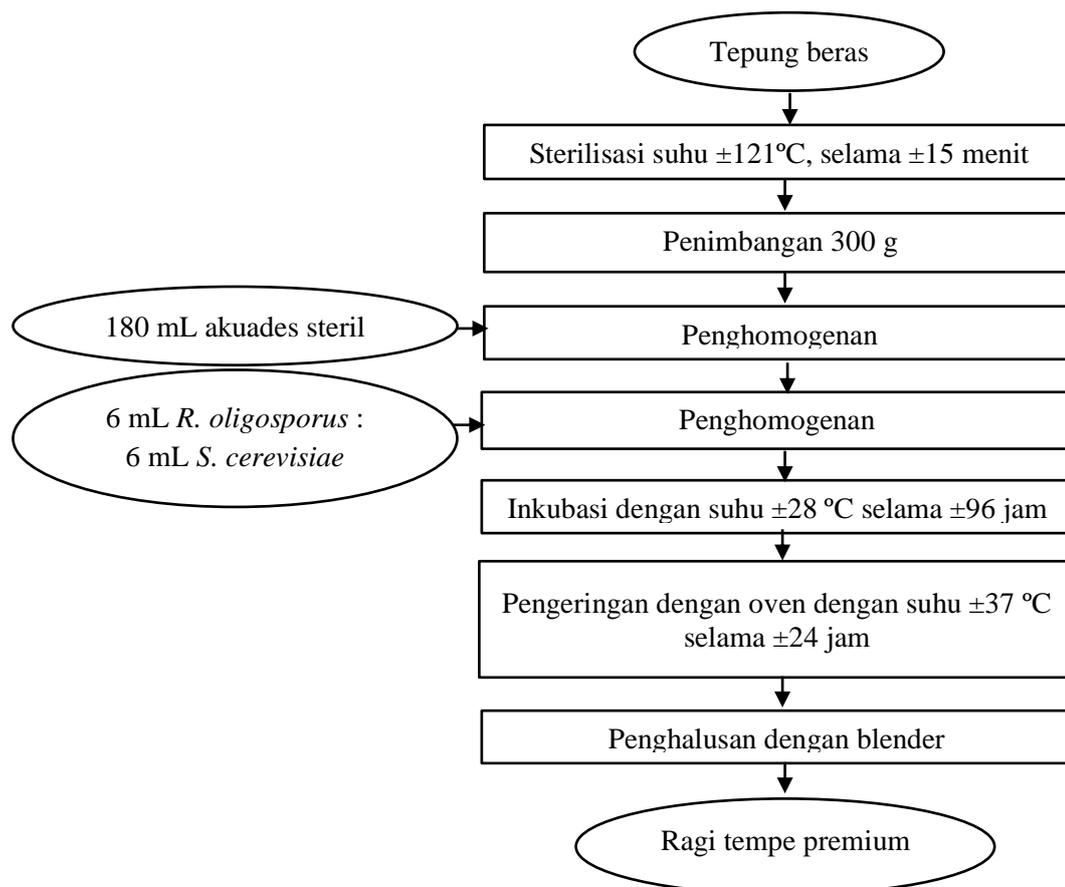
3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) nonfaktorial dengan perlakuan tunggal dan diulang sebanyak 4 kali. Perlakuan tunggal berupa konsentrasi ragi tempe premium yaitu 0% (K_0), 0,3% (K_1), 0,6% (K_2), 0,9% (K_3), 1,2% (K_3), 1,5% (K_5), 1,8% (K_6), dan Kontrol menggunakan ragi Raprima 0,2%. Tempe yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian terhadap sensori (warna, aroma, tekstur, rasa dan penerimaan keseluruhan), uji total kapang dan uji total khamir. Data yang diperoleh dianalisis kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Selanjutnya data dianalisis ragam untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh antar perlakuan. Apabila berpengaruh nyata maka data dianalisis menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5%.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Ragi Tempe Premium

Pembuatan ragi tempe premium mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Rizal *et al* (2023). Tepung beras disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit, lalu ditimbang sebanyak 300 gram. Kemudian ditambahkan akuades steril sebanyak 180 mL hingga adonan dapat dibentuk tetapi tidak terlalu basah dan dihomogenkan. Selanjutnya adonan diinokulasi dengan 6 mL *Rhizopus oligosporus* : 6 mL *Saccharomyces cerevisiae* yang masing-masing telah dihitung dan mengandung 10^7 sel/mL, kemudian dihomogenkan. Setelah itu diinkubasi selama 96 jam dengan suhu 28°C, lalu dikeringkan dengan oven selama 24 jam dengan suhu 37 °C, kemudian dilakukan penghalusan dengan menggunakan blender. Diagram alir pembuatan ragi tempe premium dapat dilihat pada Gambar 2.

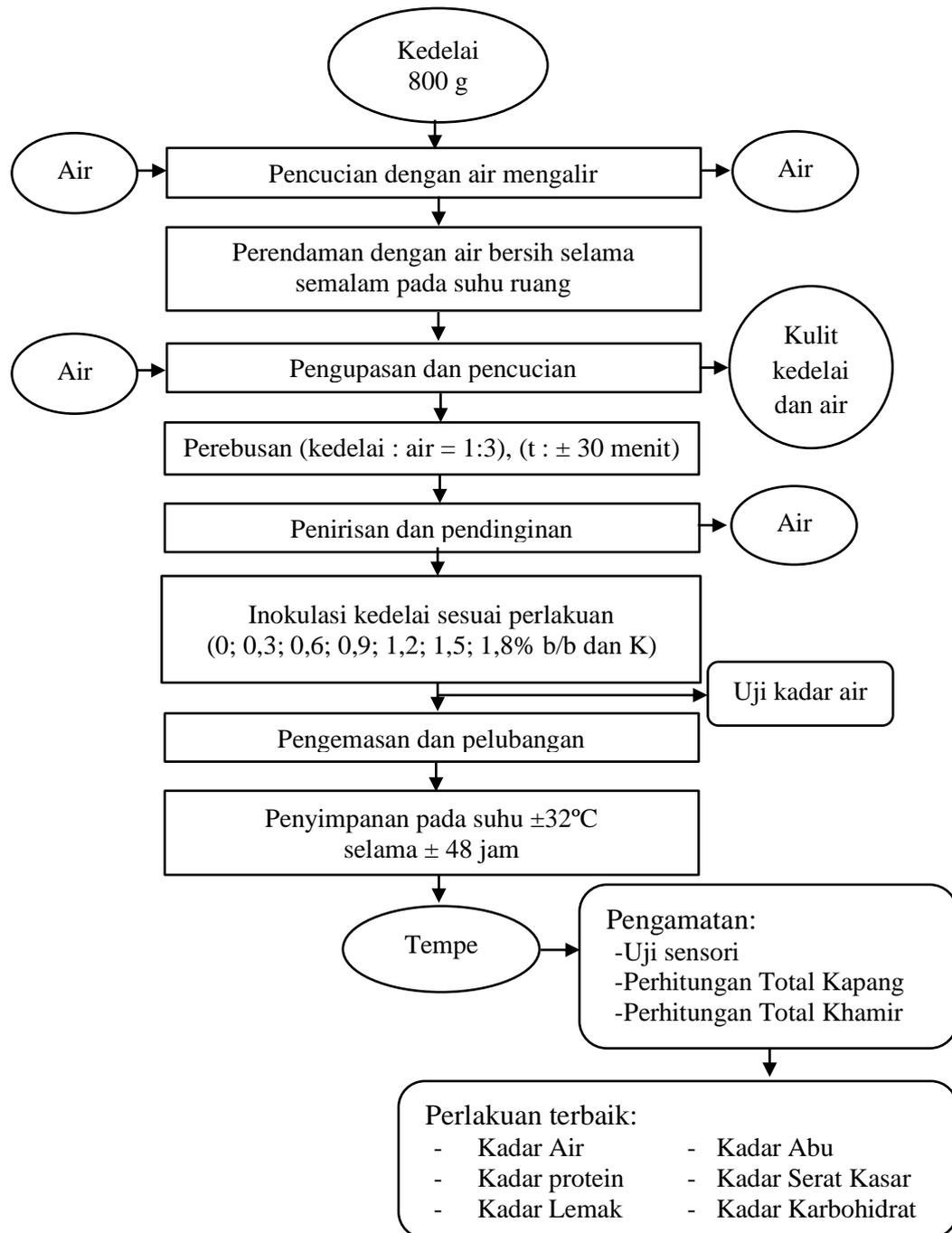


Gambar 2. Pembuatan ragi tempe premium
Sumber: Rizal *et al* (2023)

3.4.2. Pembuatan Tempe

Pembuatan tempe pada penelitian ini menggunakan metode Kustyawati (2009) yang diawali dengan kedelai 800 gram dicuci dengan air mengalir. Kemudian kedelai direndam dalam air bersih pada suhu ruang selama semalam. Setelah itu, kedelai dikupas dari kulitnya lalu dicuci dengan air mengalir sembari membuang kulit kedelai yang sudah terkelupas. Selanjutnya dilakukan perebusan menggunakan air bersih dengan perbandingan 1 : 3 (kedelai : air) selama ±30 menit. Berikutnya dilakukan proses penirisan lalu didinginkan dengan diangin-anginkan sampai suhu kedelai mencapai suhu ruang dan siap diinokulasi dengan inokulum sesuai perlakuan. Tahap inokulasi dilakukan dengan cara mencampurkan 170 g kedelai rebus dengan konsentrasi ragi tempe sesuai perlakuan yaitu 0% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% ; 1,2% ; 1,5% ; 1,8% dan kontrol dengan

ragi Raprima 0,2%. Selanjutnya kedelai yang telah ditambahkan ragi tempe sebagian dilakukan uji kadar air kedelai siap fermentasi dan sebagian dikemas menggunakan plastik klip yang telah dilubangi untuk tujuan aerasi dan diinkubasi pada suhu $\pm 32^{\circ}\text{C}$ selama ± 48 jam. Setelah itu dilakukan pengamatan terhadap uji sensori, total kapang, total khamir tempe yang diperoleh, lalu perlakuan terbaik dilanjutkan dengan uji kimia (kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar abu, dan kadar karbohidrat). Diagram alir pembuatan tempe dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pembuatan tempe

Sumber: Kustyawati(2009) yang telah dimodifikasi

3.5. Pengamatan

Kedelai yang telah diinokulasi dengan ragi tempe premium perlakuan kemudian dilakukan pengamatan sebelum fermentasi (uji kadar air kedelai siap fermentasi)

dan setelah di fermentasi selama 48 jam. Pengamatan yang dilakukan meliputi uji sensori, yaitu aroma, rasa, tekstur, warna (uji skoring), penerimaan secara keseluruhan (uji hedonik).total kapang, total khamir, dan uji kadar air kedelai siap fermentasi.Sifat kimia dilakukan pada perlakuan terbaik dari uji sensori, uji total kapang, uji total khamir, dan uji kadar air kedelai siap fermentasi. Uji kimia meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat, kadar abu, kadar karbohidrat.

3.5.1. Uji Kadar Air Kedelai Siap Fermentasi

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan metode gravimetric AOAC (2016). Hal pertama yang dilakukan, yaitu dengan mengeringkan cawan porselen menggunakan oven dengan suhu 105°-110°C selama 30 menit yang kemudian didinginkan selama 15 di dalam desikator, pengeringan cawan porselen dilakukan sampai bobot cawan porselen konstan (A). Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditimbang (B). Selanjutnya, caawan yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105°-110°C selama 6 jam, lalu didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Pengeringan sampel tersebut dilakukan sampai berat yang dihasilkan konstan (C). Kadar air tempe dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat sampel + sampel kering (g)

3.5.2. Uji Sensori

Faktor yang diamati pada uji sensori tempe meliputi aroma, rasa, tekstur, warna, dan penerimaan secara keseluruhan. Penilaian aroma, dan tekstur menggunakan

uji skoring, sedangkan untuk rasa dan penerimaan secara keseluruhan menggunakan uji hedonik. Uji skoring dilakukan oleh 20 panelis semi terlatih (mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian yang mengambil mata kuliah uji sensori), sedangkan untuk uji hedonik menggunakan 20 panelis tidak terlatih (Pratama, 2013). Kuisioner penilaian uji sensori dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4.

Tabel 3. Uji skoring

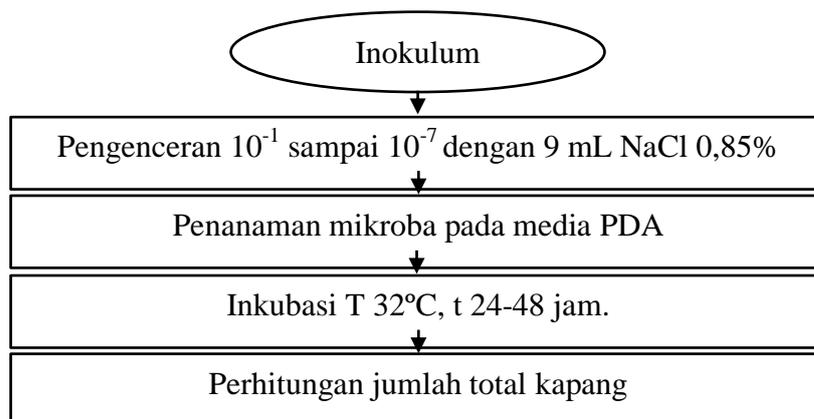
UJI SKORING								
Produk	: Tempe							
Nama panelis	:							
Tanggal	:							
<p>Di hadapan Anda disajikan 8 sampel tempe yang diberi kode acak dengan satu kontrol. Anda diminta untuk menilai warna, aroma dan tekstur dari sampel tersebut satu persatu. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:</p>								
Tabel penilain uji sensori								
Penilaian	Kode sampel							
	396	245	561	543	539	755	683	697
Warna								
Aroma								
Tekstur								
Warna					Aroma			
1 : Coklat, miselium tidak ada					1 : Berbau busuk ammonia tajam			
2 : Coklat, miselium menyelimuti sebagian tempe					2 : Tidak khas tempe dan berbaubusuk amonia			
3 : Putih, miselium hampir menyelimuti keseluruhan tempe					3 : Sedikit khas tempe dan berbau busuk amonia			
4 : Putih, miselium menyelimuti keseluruhan tempe					4 : Khas temped an sedikit berbau busuk amonia			
5 : Putih kekuningan, miselium menyelimuti keseluruhan tempe					5 : Khas tempe			
Tekstur								
1 : Tidak kompak, mudah hancur di seluruh bagian								
2 : Tidak kompak, hancur jika diiris								
3 : Kompak, hancur jika diiris								
4 : Kompak, sedikit hancur jika diiris								
5 : Kompak, mudah diiris								

Tabel 4. Uji hedonik

UJI HEDONIK								
Produk	: Tempe							
Nama panelis	:							
Tanggal	:							
<p>Di hadapan Anda disajikan 8 sampel tempe yang diberi kode acak dengan satu kontrol. Anda diminta untuk menilai penerimaan secara keseluruhan dari sampel tersebut satu persatu. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:</p>								
Penilaian	Kode sampel							
	396	245	561	543	539	755	683	697
Rasa								
Penerimaan Keseluruhan								
<p>Keterangan :</p> <p>1 : Sangat tidak suka 2 : Tidak suka 3 : Agak suka 4 : Suka 5 : Sangat suka</p>								

3.5.3. Perhitungan Total Kapang

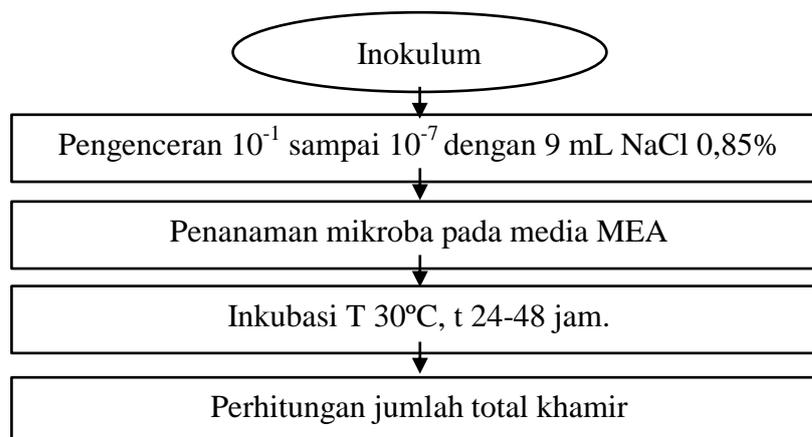
Perhitungan jumlah total kapang pada tempe yang dibuat menggunakan berbagai konsentrasi ragi tempe premium menggunakan prosedur yang dilakukan pada penelitian Rizal et al (2020). Setiap perlakuan tempe dilakukan analisis jumlah total kapang dengan menggunakan media tumbuh Potato Dextrose Agar (PDA). Setiap perlakuan tempe diambil sampel sebanyak 1 gram dan dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85% kemudian dihomogenkan, lalu dibuat pengenceran dari 10⁻¹ sampai 10⁻⁷. Kemudian, diambil masing-masing sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran terakhir. Setelah itu, dilakukan penanaman mikroba pada media PDA menggunakan metode cawan tebar permukaan (surface plate count) secara duplo. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu 32°C selama 24-48 jam. Diagram alir perhitungan kapang pada tempe yang dibuat menggunakan berbagai konsentrasi ragi tempe premium dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram alir perhitungan total kapang
(Sumber: Rizal *et al.*, 2020)

3.5.4. Perhitungan Total Khamir

Perhitungan jumlah total kapang pada tempe yang dibuat menggunakan berbagai konsentrasi ragi tempe premium menggunakan prosedur yang dilakukan pada penelitian Rizal *et al* (2020).. Setiap perlakuan tempe dilakukan analisis jumlah total khamir dengan menggunakan media tumbuh Malt Eaxtract Agar (MEA). Setiap perlakuan tempe diambil sampel sebanyak 1 gram dan dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85% kemudian dihomogenkan, lalu dibuat pengenceran dari 10⁻¹ sampai 10⁻⁷. Kemudian, diambil masing-masing sebanyak 1 mL dari tiga pengenceran terakhir. Setelah itu, dilakukan penanaman mikroba pada media MEA menggunakan metode cawan tebar permukaan (surface plate count) secara duplo. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu 30°C selama 24-48 jam. Diagram alir perhitungan khamir pada tempe yang dibuat menggunakan ragi tempe premium dapat dilihat pada Gambar 4.



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

3.5.5. Uji Kimia

Uji kimia dilakukan setelah diperoleh tempe dengan perlakuan terbaik dari uji sensori, uji total kapang, uji total khamir, dan uji kadar air kedelai siap fermentasi. Uji kimia meliputi uji kadar air, uji kadar protein, uji kadar lemak, uji kadar abu, uji kadar serat, dan uji karbohidrat.

1. Uji Kadar Air

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan metode gravimetric AOAC (2016). Hal pertama yang dilakukan, yaitu dengan mengeringkan cawan porselen menggunakan oven dengan suhu 105°-110°C selama 30 menit yang kemudian didinginkan selama 15 di dalam desikator, pengeringan cawan porselen dilakukan sampai bobot cawan porselen konstan (A). Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditimbang (B). Selanjutnya, cawan yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105°-110°C selama 6 jam, lalu didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Pengeringan sampel tersebut dilakukan sampai berat yang dihasilkan konstan (C). Kadar air tempe dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat sampel + sampel kering (g)

2. Uji Kadar Protein

Pengujian kada protein pada penelitian ini menggunakan metode Kjeldahl AOAC (2016). Sampel tempe sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 mL dan ditambahkan 10 mL H₂SO₄ pekat, kemudian ditambahkan tablet kjeltab lalu didekstruksi (pemanasan dengan api kecil lalu dibesarkan sedikit demi sedikit) sampai berubah warna menjadi berwarna hijau jernih. Selanjutnya, larutan yang sudah dingin dan diencerkan dengan aquadest 100 mL. Kemudian, diambil sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam alat destilat yang selanjutnya ditambahkan NaOH 30% sebanyak 10 mL dan dilakukan distilasi. Destilat yang dihasilkan ditampung dalam larutan HCl 0,1 sebanyak 10 mL dan ditambahkan 5 tetes metil merah. Hasil distilasi dicek menggunakan kertas lakmus, apabila sudah tidak bersifat basa maka proses dihentikan. Selanjutnya, hasil distilasi dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH 0,1N sampai larutan berubah warna menjadi merah muda. Kadar protein dapat diperoleh 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

VB : mL HCl untuk titrasi blanko

- N : normalitas HCl
14,007 : berat atom Nitrogen
5,71 : faktor konversi protein untuk kedelai
W : berat sampel (mg)

3. Uji Kadar Lemak

Uji kadar lemak pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode soxhlet dengan prinsip lemak yang ada dalam sampel diekstrak menggunakan pelarut non polar AOAC (2016). Labu lemak yang akan digunakan, dikeringkan di dalam oven dengan suhu 100-105°C selama 30 menit. Kemudian, labu lemak diletakkan ke dalam desikator dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g (B) dan dibungkus menggunakan kertas timbel, lalu ditutup menggunakan kapas bebas lemak yang kemudian dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Pelarut hexan atau pelarut lainnya ditambahkan sampai sampel terendam. Selanjutnya, reflux selama 5-6 jam sampai pelarut lemak yang turun ke labu berwarna jernih. Pelarut yang telah digunakan dilakukan penyulingan dan ditampung. Ekstrak lemak yang ada dalam labu lemak dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100-105°C selama 1 jam, lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (C). Tahap pengeringan tersebut dilakukan sampai diperoleh bobot konstan. Kadar lemak tempe dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

A : berat labu alas bulat kosong (g)

B : berat sampel (g)

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

4. Uji Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada penelitian ini menggunakan metode gravimetric (AOAC, 2016). Sebelum digunakan, cawan porselen terlebih dahulu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100-105°C selama kurang lebih 1 jam, yang kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang (A). Selanjutnya, sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen (B). Kemudian, sampel dibakar di atas nyala api pembakar sampai tidak berasap lagi, lalu dilakukan pengabuan di dalam tanur listrik pada suhu maksimum 550°C selama 3 jam atau sampai terbentuk abu berwarna putih. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang, dan diulangi hingga diperoleh berat konstan (C). Perhitungan kadar abu tempe dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

A : Berat cawan kosong (g)

B : Berat cawan + sampel awal (g)

C : Berat cawan + sampel kering (g)

5. Uji Kadar Serat

Pengujian kadar serat tempe menggunakan metode SNI 01-2891-1992 dengan prinsip ekstraksi antara sampel dengan asam dan basa untuk memisahkan serat dari bahan lain. Sampel sebanyak 2-4 g yang telah bebas lemak dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 600 mL. Kemudian, ditambahkan larutan H₂SO₄ 1,25% sebanyak 50 mL, lalu didihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Selanjutnya, ditambahkan larutan NaOH 3,25% sebanyak 50 mL dan didihkan kembali selama 30 menit. Dalam keadaan panas, saring menggunakan corong brucher yang berisi kertas saring tak berabu (kertas saring Whatman 54,41

atau 541) yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Kemudian, cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut-turut menggunakan larutan H₂SO₄ 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%. Angkat kertas beserta dengan isisnya, lalu dimasukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, dan dikeringkan pada suhu 105° C, dinginkan dan ditimbang sampai bobot konstan. Kadar serat dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai 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)

6. Uji Karbohidrat

Pengujian total karbohidrat dalam tempe dilakukan dengan metode by different (Andarwulan dkk., 2011), dengan prinsip pengurangan angka 100 dengan persentase komponen lain (air, abu, lemak, dan protein). Analisis tptal karbohidrat dapat dihitung setelah mengetahui total kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein deng rumus sebagai berikut:

$$\text{Total karbohidrat (\%)} = 100\% - (\text{kadar air (\%)} + \text{kadar abu (\%)} + \text{kadar lemak (\%)} + \text{kadar protein (\%)})$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Konsentrasi ragi tempe premium berpengaruh terhadap warna, aroma, tekstur, rasa, penerimaan keseluruhan, jumlah total kapang, jumlah total khamir pada tempe.
2. Konsentrasi ragi tempe sebesar 1,5% menghasilkan tempe dengan sifat sensori terbaik, yaitu warna putih dan miselium menyelimuti keseluruhan tempe, aroma khas tempe, tekstur yang kompak dan mudah diiris, rasa, penerimaan keseluruhan disukai oleh panelis, mengandung total kapang 9,24 log CFU/g, total khamir 8,93 log CFU/g, dan dengan karakteristik kimia, yaitu kadar air 62%, kadar protein 10,72%, kadar lemak 12,97%, kadar serat kasar 10,80%, kadar abu 1,15%, dan kadar karbohidrat 12,44%.

5.2. Saran

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah selalu menjaga ruang kerja dalam keadaan aseptis agar tidak terjadi kontaminasi pada saat dilakukan pengujian total kapang dan total khamir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustining, D. 2012. Daya Hambat *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium Oxysporum*. (Skripsi). Universitas Jember.
- Alfina A., dan Hamdani D. 2019. Proses Pembuatan Tempe Tradisional. *Jurnal Pangan Halal*. 1(1):9-12.
- Algus. L. F. 2014. Isolasi Khamir dari Tetes Tebu (Molase) dan Potensinya dalam Menghasilkan Etanol. (Skripsi). UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Ambarwati, E. T. 2016. Kadar Protein dan Kualitas Tempe Koro Pedang dengan Penambahan Bekatul dan Konsentrasi ragi Tempe Yang Berbeda (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., dan Herawati. 2011. Analisis Pangan. Dian Rakyat. Jakarta. Hal 442.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2016. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. Chemist Inc. New York.
- Astawan, M., Tutik, W. Maknun, L. 2017. *Tempe: SumberZat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. IPB Press. Bogor.
- Bahri S, Aji A, Yani F. 2018. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 7 : 2.
- Budianti, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Kedelai Hitam (*Glycine soja*). (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- CAC. 2013. CXS 313R: Regional Standard for Tempe. Codex Alimentarius Commission. International Food Standards.
- Dewi, L., Hastuti, S. P., Kumalasari, R. 2013. Pengaruh Konsentrasi Inokulum Terhadap Kualitas Tempe Kedelai (*Glycine max* (L). Merr) Var. Grobogan. *Prosiding Seminar Nasional ke-22 Perhimpunan Biologi Indonesia*. Jawa Tengah. Hal 1-22.

- Dewi, I.W.R., Anam,C., dan Widowati, E. 2014. Karakteristik Sensoris, Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Gude (Cajanuscajan) dan Tempe Kacang Tunggak (*Vignaunguiculata*) dengan Berbagai Variasi Waktu Fermentasi. *Biofarmasi*.12(2):73-82
- 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.
- Eliyana. 2017. Evaluasi Sifat Kimia dan Sensori Tempe Kedelai-Jagung dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Raprima dan Berbagai Formulasi. (Skripsi). Universitas Lampung.
- Fatimah. 2018. Pola Pertumbuhan Khamir dan Aktivitas Antibakteri Pada Tempe Dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi. Universitas Lampung. Hal. 32-41.
- Feng, X. M. 2006. Microbial Dynamucsduring Barley Tempeh Fermentation. (Thesis). Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Fifendy, M. 2017. *Mikrobiologi*. Kencana. Depok.
- Hasruddin dan Pratiwi, N., 2015. *Mikrobiologi Industri*. Alfabeta. Bandung. Halaman: 20-40.
- Hetland,G., Johnson,E., Eide, D. M., Grinde, B., Samuelsen, A. B. C., and Wiker, H. G. 2013. Antimicrobial Effects of B-Glucans and Pectin and of The *Agaricus Blazei* Based Mushroom Extract, Ando San™. Examples Of Mouse Models For Pneumococcal, Fecal Bacterial, And Mycobacterial Infections. in *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education*, A. Méndez-Vilas, Ed., pp. 889–898, Formatex.
- Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., Emmawati, M. A. 2020. *Teknologi Fermentasi*. IPB Press. Bogor. 178 hlm.
- Jagasia, D. and Ferrando, V. Z. 2015. Tempeh: a Tempting Potential Vitamin B₁₂ Treat.Bachelor thwsis. Departement of Food, Nutrition and Dietetics. Uppsala University. Sweden.
- Janiszewska, A, S., Stodolak, B., & Mickowska, B. 2014. Effect of Controlled Lactic Acid Fermentation on Selected Bioactive and Nutritional Parameters of Tempeh Obtained From Unhulled Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94(2):359–366.
- Kementerian Kesehatan. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta. Pp 10-19.

- 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.
- Kovac, B., and Raspor, P. 1997. The use of the Mold *Rhizopus oligosporus* in Food Production. *Food Technology and Biotechnology*. 35(1):69-73.
- Kusmiati., Swasono, R., Tamat, S., Nuswantara, dan N, Isnaini. 2007. Produksi dan Penetapan Kadar Beta-Glukan dari Tiga Galur *Saccharomyces cerevisiae* dengan Media Mengandung Molase. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 5(1):7-16.
- Kustyawati, M. E. 2009. Kajian Peran Yeast dalam Pembuatan Tempe. *AGRITECH*. 29(2):64-70.
- Kustyawati, M.E, Sari, M., dan Haryati T. 2013. Efek Fermentasi Dengan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Karakteristik Biokimia Tapioka. *Agritech*. 33(3).
- 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. dan P. Pujiastuti. 2018. Who Produces Vitamin B12 In Tempeh. International Conference on Green Agro-Industry and Bioeconomy. Malang.
- Leeuwen, J. H. V., Rasmussen, M. L, Sanjaraan S, Koza C. R, Erickson, D. T, Mitra, D. 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*. London.
- Liuspiani, A., Himayatul, I., Lestari, Y., Muspita, Z., Husni, M. 2020. Pengaruh Jenis Bahan Kemasan Terhadap Kualitas Organoleptik dan Daya Simpan Tempe Kedelai. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*. 4(4):521-524.
- Malo, F. E. 2019. Pengaruh Kadar Ragi Terhadap Uji Organoleptik dan Kadar Protein Total Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiates* L.) dan Tempe Kedelai (*Glycine max* L.) Lokal. (Skripsi). Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. Hal: 22-23.
- 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*. Cambridge, Massachusetts, United States.
- Mo, H., Kariluoto, S., Piironen, V., Zhu, Y., Sanders, M. G., Vincken, J.-P., Nout, M. J. R. 2013. Effect of Soybean Processing on Content and Bioaccessibility of Folate, Vitamin B12 and Isoflavones In Tofu and Tempe. *Food Chemistry*. 141(3):2418–2425.

- Nuraini, V., Puyanda, I. R., Kunciati, W. A. S. 2021. Perubahan Kimia dan Mikrobiologi Tempe Busuk Selama Fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*. 15(2):127-137.
- Pratama, F. 2013. Evaluasi Sensori. Unsri Press.Palembang. Hal. 53-61.
- Pratiwi, L. D. 2018. Kajian Kinetika Pertumbuhan Mikroorganismen dan Kandungan β -Glukan Selama Fermentasi Tempe Dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. (Skripsi). Universitas Lampung. Hal. 48-68.
- Rahayu, W. P., dan Nurwitri, C. C. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. IPB Press. Bogor. 132 hlm.
- Rahayu, W. P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., dan Ardiansyah. 2015. Tinjauan Ilmiah Proses Pengolahan Tempe Kedelai. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI).
- Retiaty, F., Kurniawati, N., Komari. 2012. Pengaruh Ketebalan Substrat Pada Fermentasi Tempe Terhadap Kadar Vitamin B1. *Penel Gizi Makan*. 35(2):182-188.
- Risnawati, Y. 2015. Komposisi Proksimat Tempe yang Dibuak dari Kedelai Lokal dan Kedelai Impor. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rizal, S. dan M.E. Kustyawati. 2019. Karakteristik Organoleptik dan Kandungan Beta-Glukan Tempe Kedelai dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(20):127-138.
- Rizal, S., Murhadi., Kustyawati, M. E., and Hasanudin, U. 2020. Growth Optimization of *Saccharomyces cerevisiae* and *Rhizopus oligosporus* 62 During Fermentation to Produce Tempeh with High β -glucan Content. *BIODIVERSITAS*. 21 (6): 2667-2673.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Murhadi., 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*.1-8.
- Rochintaniawati, 2011. Pembuatan Ragi Tempe. *Biology Terapan*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Rizal, S., Kustyawati, M. E., Suharyono., Putri, T. S. K., Endaryanto, T. 2023. Effect of Substrate Type and Incubation Time on The Microbial Viability of Instant Starter for Premium Tempeh. *AIMS Agriculture and Food*.
- Setyani, S., Nurdjanah, S., dan Eliyana. 2017. Evaluasi Sifat Kimia dan Sensori Tepe Kedelai-Jagung dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Raprima dan

- Berbagai Formulasi. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*. 22(2):85-98).
- Setyaningsih, D., Apriyanto, A., Sari, M. P. 2018. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press. Bogor. Hal. 43-49.
- Shambunyi, M., Beuchat, L. R., Hung, Y. C., and Nakayama, T., 1992 Evaluation of Substrates and Storage Conditions for Preparing and Maintaining Starter Cultures for Tempeh Fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 15:77-85.
- SNI. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI. 2015. SNI 3144: Tempe Kedelai. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soka, S., Suwanto, A., Sajuthi, D., & Rusmana, I. 2014. Impact of Tempeh Supplementation on Gut Microbiota Composition in Sprague-Dawley Rats. *Research Journal of Microbiology*, 9(4), 189– 198.
- Stewart, G. G., Associates, G. G. S., Cardiff. 2014. *Saccharomyces cerevisiae*. Encyclopedia of Food Microbiology, Volume 3:309-315.
- Suliantari, Suryaatmadja, S. L., Kusumaningrum, H. 2015, Kandungan dan Keragaman Mikroba Beberapa Tempe dari Derah Bogor. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil PPM IPB*. 1:229-237.
- Tjokrokusumo, D. 2015. Diversitas Jamur Pangan Berdasarkan Kandungan BetaGlukan dan Manfaatnya terhadap Kesehatan. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON* 1(6). 1520-152.
- Wulandari, C. S. 2020. Pengaruh Nisbah *Rhizopus oligosporus* Dan *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Sifat Sensori dan Kimia Tempe Selama Fermentasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Hal. 45-65.
- Yulistiani, R., Sudaryati, dan R. A. Nursianki. 2013. Perubahan Sifat Organoleptik Tahu Selama Penyimpanan Pada Suhu Kamar. *J. Rekapangan*. 7(1):97-110.