

**KARAKTERISTIK TEMPE KEDELAI GROBOGAN DENGAN
PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA**

(Skripsi)

Oleh
Bilqis Nabilla Fatin Tirtayasa
2014051052



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE CHARACTERISTICS OF GROBOGAN SOYBEAN TEMPEH WITH ADDITION OF MOSACCHA (MODIFIED OF SACCHAROMYCES)

By

BILQIS NABILLA FATIN TIRTAYASA

Tempeh is a traditional Indonesian culinary product resulting from the fermentation of soybeans. In the market, the primary raw material for tempeh production is still predominantly imported soybeans, reflecting an imbalance between domestic demand and supply. Dependence on imported soybeans has significant socio-economic impacts. Therefore, achieving self-sufficiency is essential, with the key lying in the development of local soybean varieties. One example is the Grobogan soybean, which is rich in protein (38.27%) and fat (19.65%), making it ideal as a raw material for tempeh. The process of making tempeh involves boiling and fermentation, with its success influenced by the raw materials, the concentration of the yeast, and the fermentation duration. Research focuses on the essential parameters regarding the combinations needed to optimize the characteristics of tempeh using Grobogan soybeans and mosaccha yeast.

This research aims to evaluate the influence of mosaccha yeast concentration on the sensory and microbiological properties of Grobogan soybean tempeh, determine the best yeast concentration, and identify the chemical characteristics of the best tempeh. The research method used a Complete Randomized Block Design (CRBD) with a single treatment of mosaccha yeast concentrations, namely 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2%, and 1.4%, with 3 repetitions. The results showed that mosaccha yeast concentration affected the sensory properties (color, aroma, texture, taste, and overall acceptance), as well as the total mold, yeast, and moisture content of Grobogan tempeh. Treatment P6, which was Grobogan tempeh with 1.2% mosaccha yeast, was the best treatment, producing tempeh with a total mold count of 8.5 log CFU/g, a total yeast count of 9.4 log CFU/g, and a moisture content of 51.8%. The best chemical characteristics of Grobogan tempeh contained 2.42% protein, 3.9% fat, 5.75% crude fiber, 1.5% ash, and 9.38% carbohydrates.

Key words: Grobogan, mosaccha, tempe, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRAK

KARAKTERISTIK TEMPE KEDELAI GROBOGAN DENGAN PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA

Oleh

BILQIS NABILLA FATIN TIRTAYASA

Tempe merupakan sebuah produk kuliner khas Indonesia yang merujuk pada hasil fermentasi kedelai. Di pasaran, bahan baku utama untuk pembuatan tempe masih didominasi oleh kedelai impor, mencerminkan ketidakseimbangan antara permintaan dan pasokan domestik. Ketergantungan pada impor kedelai memiliki dampak yang signifikan terhadap stabilitas sosio-ekonomi. Oleh karena itu, pencapaian swasembada menjadi yang diperlukan, yang mana kuncinya terletak pada pengembangan varietas kedelai lokal. Salah satu contoh adalah kedelai Grobogan, yang kaya akan protein (38,27%) dan lemak (19,65%), ideal sebagai bahan baku tempe. Proses pembuatan tempe melibatkan perebusan dan fermentasi, yang keberhasilannya dipengaruhi oleh bahan baku, konsentrasi ragi, dan durasi fermentasi. Penelitian berfokus pada parameter yang sangat diperlukan mengenai kombinasi dalam mengoptimalkan karakteristik tempe menggunakan kedelai Grobogan dan ragi mosaccha.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi ragi mosaccha terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe kedelai Grobogan, menentukan konsentrasi ragi terbaik, dan mengetahui karakteristik kimia tempe terbaik. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan perlakuan tunggal berupa konsentrasi ragi mosaccha yaitu 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1%, 1,2%, dan 1,4% dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ragi mosaccha memengaruhi sifat sensori (warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan), serta total kapang, khamir, dan kadar air tempe Grobogan. Perlakuan P6 yaitu tempe Grobogan dengan ragi mosaccha 1,2% merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan tempe dengan total kapang sebesar 8,5 log CFU/g, total khamir sebesar 9,4 log CFU/g, kadar air 51,8%. Karakteristik kimia tempe Grobogan terbaik mengandung protein 2,42%, lemak 3,9%, serat kasar 5,75%, abu 1,5%, karbohidrat 9,38%.

Kata kunci: Grobogan, mosaccha, tempe, *Rhizopus oligosporus*, *Saccharomyces cerevisiae*

**KARAKTERISTIK TEMPE KEDELAI GROBOGAN DENGAN
PENAMBAHAN RAGI MOSACCHA**

Oleh

BILQIS NABILLA FATIN TIRTAYASA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

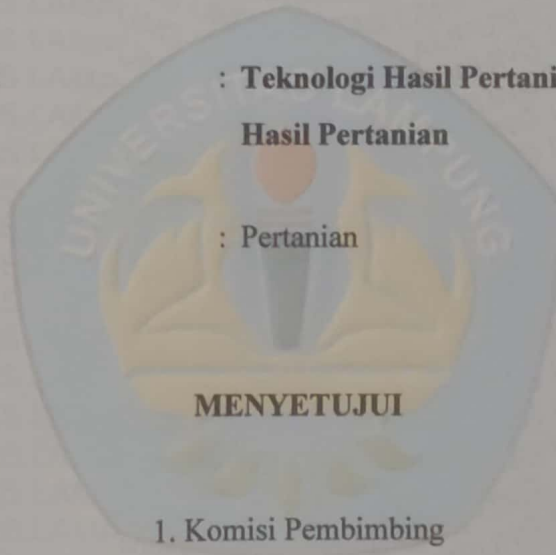
Judul Skripsi : **KARAKTERISTIK TEMPE KEDELAI
GROBOGAN DENGAN PENAMBAHAN
RAGI MOSACCHA**

Nama Mahasiswa : **Bilqis Nabilla Fatin Tirtayasa**

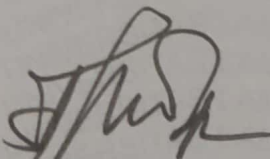
Nomor Pokok Mahasiswa : **2014051052**

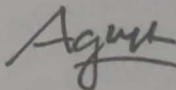
Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian/Teknologi
Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

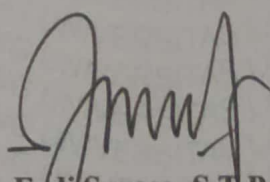


1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.
NIP. 19690225 199403 1002


Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 197208042005011002

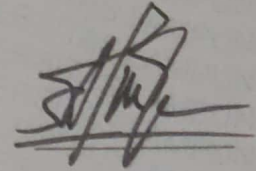
2. Ketua Jurusan Teknolgi Hasil Pertanian


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

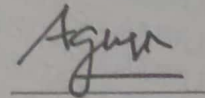
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

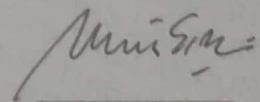


Sekretaris : Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 April 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bilqis Nabilla Fatin Tirtayasa

NPM : 2014051052

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 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, 23 April 2024
Yang membuat pernyataan,



Bilqis Nabilla Fatin Tirtayasa
NPM. 2014051052

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bekasi pada 1 Maret 2002, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Taufik Tirtayasa dan Ibu Noverita.

Pada tahun 2008 yang sama penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Cileungsi di Cileungsi Kabupaten Bogor dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMP Negeri 4 Cileungsi (2014-2017) kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Cileungsi dan menyelesaikannya pada tahun 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Semasa kuliah, penulis terlibat aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi. Penulis aktif mengikuti berbagai webinar nasional, perlombaan karya tulis dan esai nasional, serta meraih beberapa penghargaan karya tulis berupa esai di beberapa kompetisi, termasuk juara 3 pada lomba esai yang diselenggarakan HIMBIO MIPA Unila pada 2021, juara 2 esai yang diselenggarakan BEM FIS UNNES pada 2021, serta meraih Gold Medal pada *AGREETION* yang diadakan fakultas teknologi hasil pertanian Universitas Brawijaya. Penulis juga aktif berorganisasi di UKM-U Saintek Universitas Lampung selama 3 periode, serta

menjadi beswan aktif di Paguyuban Karya Salemba Empat Universitas Lampung selama 2 periode dan menjabat sebagai sekretaris bidang pendidikan, riset, dan teknologi.

SANWACANA

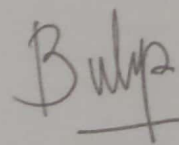
Bismillaahirrahmaanirrahiim. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Karakteristik Tempe Kedelai Grobogan dengan Penambahan Ragi Mosaccha” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini telah mendapat banyak arahan, bimbingan, dan nasihat baik secara langsung maupun tidak sehingga penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Samsul Rizal, M.Si. selaku pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang bersedia membimbing tiap langkah dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, motivasi, nasihat, kesempatan serta bantuan dan fasilitas hingga penyusunan skripsi ini selesai
4. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan, saran, nasihat, dan kritik dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc. selaku penguji yang memberikan saran dan evaluasi terhadap karya skripsi penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium atas ilmu, wawasan, dan bantuan kepada penulis selama kuliah.

7. Keluargaku tercinta, papah, mamah, ka ayu, geysa, dan mizuhara yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, dan materi untuk selalu menyertai penulis dalam doa yang sangat luar biasa selama ini.
8. Sahabat-sahabatku Aisyah Tri, Bella Amanda, dan Masdiah Ayu yang telah menemani, membantu, mendukung, menegur, mengingatkan, serta menjadi tempat penulis untuk berbagi keluh kesah.
9. Yayasan Karya Salemba Empat yang telah memberikan beasiswa, motivasi, program pengembangan diri yang sangat membantu penulis selama kuliah.
10. Keluarga besar Paguyuban Karya Salemba Empat Universitas Lampung yang telah menjadi teman yang sangat luar biasa untuk penulis.
11. Teman-teman terbaikku, keluargaku THP angkatan 2020 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas pengalaman yang diberikan, semangat, dukungan, canda tawa, serta kebersamaannya selama ini.
12. Irfan Mirda yang telah menemani dan memberi dukungan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Bandar Lampung, 23 April 2024



Bilqis Nabilla Fatin Tirtayasa

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
MENGESAHKAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
SANWACANA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Kerangka Pemikiran.....	5
1.4 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kedelai Grobogan (<i>Glycine max</i> L.).....	8
2.2 Tempe	11
2.3 <i>Rhizopus Oligosporus</i>	14
2.4 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
2.5 Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Tempe.....	18
2.5.1 Derajat Keasaman (pH).....	18
2.5.2 Warna.....	19
2.5.3 Tekstur	19

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4.1 Pembuatan Ragi mosaccha	22
3.4.2 Pembuatan Tempe.....	24
3.5 Pengamatan	26
3.5.1 Uji Kadar Air	26
3.5.2 Uji Sensori.....	26
3.5.3 Uji Protein.....	29
3.5.4 Uji Kadar Lemak.....	29
3.5.5 Uji Kadar Abu.....	29
3.5.6 Uji Kadar Serat Kasar	30
3.5.7 Uji Karbohidrat	31
3.5.8 Perhitungan Total Kapang	31
3.5.9 Perhitungan Total Khamir.....	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air	34
4.2 Total Kapang.....	35
4.3 Total Khamir	37
4.4 Uji Sensori	38
4.4.1 Warna.....	41
4.4.2 Aroma	42
4.4.3 Tekstur	44
4.4.4 Rasa.....	45
4.4.5 Penerimaan Keseluruhan	47
4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	48
4.6 Analisis Proksimat Perlakuan Terbaik.....	49

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kedelai Grobogan	8
Gambar 2. Tempe mosaccha	12
Gambar 3. Rhizopus oligosporus dalam media PDA pada cawan petri ...	15
Gambar 4. Saccharomyces cerevisiae dalam media MEA pada cawan petri.....	17
Gambar 5. Diagram alir pembuatan ragi mosaccha	23
Gambar 6. Diagram alir proses pembuatan tempe	25
Gambar 7. Diagram alir perhitungan total kapang.....	32
Gambar 8. Diagram alir perhitungan total khamir	33
Gambar 9. Grafik radar sensori.....	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi nutrisi kacang kedelai per 100 g bahan.....	10
Tabel 2. Kandungan kimia kedelai Grobogan.....	11
Tabel 3. Kandungan gizi tempe kedelai murni mentah per 100 g	11
Tabel 4. Syarat mutu tempe kedelai.....	13
Tabel 5. Analisis proksimat dan serat pangan tempe kedelai grobogan dan kedelai impor	14
Tabel 6. Kuisisioner uji skoring.....	27
Tabel 7. Kuisisioner uji hedonik.....	28
Tabel 8. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap kadar air	34
Tabel 9. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap total kapang.....	36
Tabel 10. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap total khamir	37
Tabel 11. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap warna.....	41
Tabel 12. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap aroma	43
Tabel 13. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap tekstur.....	44
Tabel 14. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap rasa	46

Tabel 15. Hasil uji lanjut BNT 5% tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha terhadap penerimaan keseluruhan	47
Tabel 16. Hasil rekapitulasi perlakuan terbaik tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha	48
Tabel 17. Perbandingan proksimat tempe Grobogan dan mosaccha, GMO dan raprima, serta impor dan raprima.....	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempe merupakan makanan khas masyarakat Indonesia dengan bahan baku kedelai yang difermentasi. Umumnya fermentasi dilakukan dengan menginokulasikan *Rhizopus oligosporus* yang bertujuan memadatkan kedelai dengan miselium serta berperan dalam mengubah senyawa kompleks menjadi sederhana seperti asam amino esensial, asam lemak, vitamin, kalsium, serta isoflavon (Khikmah dan Haloho, 2021). Fermentasi menggunakan *Rhizopus sp* menghasilkan miselium yang mengikat antar kedelai sehingga membentuk padatan yang kompak (SNI 3144, 2015). Tempe merupakan salah satu sumber protein nabati yang sering dikonsumsi karena harganya yang murah dan mengandung protein yang hampir sama dengan kandungan protein dalam daging sapi yaitu berkisar 16-22% (Fausiah dan Buqhor, 2018). Menurut penelitian Radiati dan Sumarto (2016) 100 g tempe mengandung 35 g protein, 32 g karbohidrat, 17 g lemak, serta sedikit vitamin, serat, dan mineral.

Bahan baku utama pembuatan tempe yang beredar di pasaran saat ini masih mengandalkan kedelai impor. Total kedelai impor pada tahun 2022 mencapai 2,32 juta ton yang didominasi oleh kedelai impor dari Amerika Serikat (BPS, 2022). Tahun sebelumnya (2021), jumlah impor kedelai mencapai 2,4 juta ton. Tingginya penggunaan kedelai impor disebabkan karena tidak tepenuhinya kebutuhan kedelai dalam negeri, ini dibuktikan dengan jumlah produksi kedelai pada tahun 2019 yang kedelai hanya mencapai 424,19 ton (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2020) yang menyebabkan kelangkaan kedelai lokal. Penggunaan kedelai impor lebih disukai dibandingkan kedelai lokal karena harganya yang lebih murah serta ketersediaannya terjamin. Produsen tempe memiliki persepsi

bahwa kedelai lokal memiliki kualitas yang lebih rendah sehingga menghasilkan tempe dengan mutu yang kurang baik. Kebutuhan kedelai dalam negeri mencapai 2,5 juta ton pada 2023, namun produksi kedelai lokal berada di kisaran 355 ribu ton (Badan Pangan Nasional, 2023)

Impor kedelai akan memengaruhi stabilitas sosial dan ekonomi, sehingga diperlukannya swasembada. Oleh karena itu perlu adanya pertanian mandiri seperti budidaya kedelai lokal agar mampu mempersiapkan ketersediaan pangan dalam upaya menghadapi krisis pangan dunia (Kardiyono *et al.*, 2018).

Pengembangan produk dengan bahan baku kedelai lokal mampu meningkatkan budidaya dan produktivitas kedelai lokal serta menggali keunggulan dan mengoptimalkan ketersediaan kedelai lokal untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Tercatat bahwa Indonesia memiliki 84 varietas kedelai lokal sejak tahun 1918-2016 dan beberapa diantaranya memenuhi kriteria sebagai bahan baku pembuatan tempe (Yudiono, 2020). Varietas kedelai lokal yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan tempe diantaranya yaitu varietas Argomulyo, Anjasmoro, Dena 1, Grobogan, Gunitir, Devon 1, dan Burangrang (Yudiono *et al.*, 2018). Berdasarkan karakteristik fisiknya kedelai lokal tersebut memiliki warna kuning, berbentuk bulat dan lonjong serta memiliki kadar berat biji sekitar 11,9 g – 16 g/100 butir biji yang sangat sesuai untuk pembuatan tempe (Balitkabi, 2016). Biji berukuran besar akan menghasilkan rendemen tempe yang lebih besar.

Beberapa kedelai lokal memiliki kandungan protein yang tinggi, salah satunya yaitu kedelai lokal Grobogan. Berdasarkan penelitian Astawan (2013), kedelai lokal jenis Grobogan memiliki kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi yaitu 38,27% dan 19,65%. Penggunaan kedelai lokal Grobogan sebagai bahan baku pembuatan tempe memiliki keunggulan karena kandungan gizi yang cukup tinggi, mudah dibudidayakan, serta umur masak polong yang cukup singkat yaitu sekitar 76 hari. Produktivitas kedelai Grobogan cukup tinggi yaitu 2,77 ton/Ha dengan potensi hasil mencapai 3,40 ton/ha, angka ini menunjukkan nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan varietas kedelai lokal lainnya seperti Gunitir, Burangrang, dan Dering 1 yang memiliki produktivitas masing-masing yaitu 2,08

ton/Ha, 1,6-2,5 ton./Ha dan 2 ton/Ha (Harnowo, 2008). Kedelai Grobogan memiliki karakteristik polong yang tidak mudah pecah. Hal ini menunjukkan bahwa kedelai lokal terutama varietas Grobogan sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan tempe.

Pembuatan tempe didasarkan pada 2 proses utama yaitu perebusan dan fermentasi. Fermentasi tempe dilakukan dengan menambahkan *Rhizopus oligosporus* dalam bentuk bubuk kering yang biasa dikenal dengan ragi instan untuk menghasilkan miselium yang merekatkan kedelai. Penggunaan ragi instan banyak digunakan karena praktis, mudah disimpan, serta memiliki masa simpan yang lebih panjang. Berdasarkan penelitian Rizal dan Kustyawati (2019) diketahui bahwa pembuatan tempe dengan menggunakan ragi yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan tempe dengan nilai gizi yang lebih tinggi serta menghasilkan karakteristik sensori yang lebih baik. Ragi tempe yang ditemukan pada penelitian Rizal *et al.* (2017) dikenal dengan ragi mosaccha. Pembuatan tempe dengan ragi mosaccha menghasilkan tempe dengan aroma yang harum dan manis khas tapai yang dapat bertahan hingga tempe tersebut digoreng serta menghasilkan senyawa Beta-glukan (Rizal dan Kustyawati, 2019).

Beta glukan merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan β -(1,3) dan β -(1,6)-glukosida. β -glukan termasuk ke dalam kategori *generally recognized as safe* (GRAS) yang tidak memiliki toksisitas ataupun efek samping. β -glukan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti meningkatkan kekebalan tubuh, anti bakteri, anti kanker, dan sebagai bahan aktif (Elfirta, 2020). β -glukan umumnya ditemukan pada dinding sel beberapa bakteri, tumbuhan, ataupun khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* (Elfirta, 2020).

Saccharomyces cerevisiae merupakan salah satu golongan khamir yang banyak digunakan dalam pembuatan roti. *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh pada suhu ruang yaitu 25°C-30°C dan mampu tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik. *Saccharomyces cerevisiae* diketahui lebih lanjut dapat menghasilkan senyawa β -glukan pada proses fermentasi tempe (Rizal *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Rizal *et al.* (2023) diketahui bahwa inokulum terbaik dalam pembuatan ragi

mosaccha yaitu inokulum dengan substrat tepung beras yang diinkubasi selama 96 jam sehingga menghasilkan tempe dengan permukaan berwarna putih sedikit kehitaman, tekstur tempe yang kompak, serta rasa khas tempe.

Keberhasilan pembuatan tempe dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, konsentrasi ragi, serta lama waktu fermentasi. Kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe memiliki parameter yang berpengaruh terhadap bahan baku seperti ketersediaan, kualitas, dan pengiriman (Mujianto, 2013). Kedelai lokal memiliki peranan yang lebih kecil dibandingkan dengan kedelai impor karena ketersediaan kedelai lokal yang tidak cukup memadai dan stigma rendah pengerajin tempe terhadap kedelai lokal. Padahal disamping itu, kedelai lokal memiliki kelebihan dibandingkan kedelai impor baik dari segi gizi ataupun visual. Konsentrasi ragi juga merupakan faktor kritis dalam pembuatan tempe. Penambahan ragi harus dalam jumlah yang tepat agar tempe yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Oleh karena itu diperlukannya penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan konsentrasi ragi mosaccha yang tepat dalam pembuatan tempe mosaccha berbahan baku kedelai lokal Grobogan sehingga diharapkan dapat memperbaiki kandungan kimia dan karakteristik sensori tempe yang dihasilkan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi ragi mosaccha terhadap sifat sensori dan mikrobiologi tempe kedelai Grobogan.
2. Memperoleh konsentrasi ragi mosaccha yang menghasilkan tempe kedelai Grobogan dengan sifat sensori dan karakteristik mikrobiologi terbaik.
3. Mengetahui karakteristik kimia tempe kedelai Grobogan dengan perlakuan terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tempe merupakan produk hasil fermentasi kacang kedelai dengan menggunakan *Rhizopus oligosporus* yang sebelumnya telah mengalami perebusan. Selama fermentasi, *Rhizopus oligosporus* akan menghasilkan miselium yang mengikat antar kedelai sehingga menghasilkan produk yang padat dan kompak (Nurholipah dan Ayun, 2021). Proses pembuatan tempe kedelai lokal mirip dengan pembuatan tempe pada umumnya. Berdasarkan SNI (2015), diketahui bahwa tempe dengan kualitas yang baik memiliki struktur yang padat dan kompak, serta tidak mudah rontok saat diiris. Tempe yang berkualitas juga memiliki warna putih yang merata pada bagian permukaan karena keberadaan miselium dan memiliki bau khas tempe.

Penggunaan kedelai lokal belum banyak dilakukan untuk pembuatan tempe dipasaran saat ini. Padahal beberapa varietas kedelai lokal memiliki kandungan gizi serta kenampakan visual yang lebih unggul dibanding kedelai impor. Beberapa kedelai lokal juga memiliki umur panen yang lebih singkat sehingga tidak sulit dalam mendapatkan kedelai lokal, salah satunya yaitu kedelai Grobogan. Berdasarkan penelitian Maimunah *et al.* (2008) diketahui bahwa rerata umur panen (HST) kedelai varietas Grobogan lebih singkat dibanding varietas lainnya yaitu hanya 76 hari. Selain memiliki umur simpan yang singkat, kedelai varietas Grobogan memiliki kandungan kimia yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya (Astawan *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelitian Astawan (2013) diketahui varietas kedelai lokal seperti Grobogan, Argomulyo, dan Anjasmoro, memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai impor. Kadar protein tertinggi diperoleh dari kedelai Grobogan yaitu mencapai 38,27%, nilai ini jauh lebih besar dibandingkan protein dari kedelai impor yang hanya 31%. Nilai skor rasa-aroma dan tekstur tertinggi juga diperoleh dari tempe kedelai Grobogan yaitu 4,25 untuk skor rasa-aroma dan 4,05 untuk skor tekstur (Haloho dan Kartinaty, 2020).

Kandungan kimia berupa protein, lemak, dan serat pangan pada kedelai semakin meningkat saat kedelai diolah menjadi tempe. Berdasarkan penelitian Astawan *et*

al. (2013) diketahui hasil analisis proksimat tempe kedelai lokal Grobogan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 50,08% (b/k). Tempe kedelai Grobogan juga memiliki kandungan lemak paling tinggi dibandingkan dengan kedelai impor ataupun kedelai lokal lainnya, yaitu mencapai 31,14%. Kandungan karbohidrat tempe lokal Grobogan tidak berbeda nyata dengan kedelai impor ataupun varietas kedelai lokal lainnya, yaitu berjumlah 6,57% (Astawan *et al.*, 2013). Berat biji kedelai Grobogan sedikit lebih besar dibandingkan kedelai impor yaitu sekitar 18gr/100 butir biji. Ukuran ini termasuk ke dalam kelompok biji besar yaitu >14gr/100 butir biji (Rodiah *et al.*, 2017).

Kedelai akan mengalami perubahan fisiko-kimia jika mengalami proses pengolahan. Tempe merupakan salah satu produk pangan yang mengakibatkan perubahan karakteristik fisiko-kimia pada kedelai. Pembuatan tempe meliputi 2 tahap fermentasi. Fermentasi pertama diawali saat proses perendaman yang dilakukan oleh bakteri asam laktat dan dilanjutkan dengan fermentasi oleh kapang berupa *Rhizopus oligosporus* yang dilakukan setelah kedelai diinokulasikan dengan kapang (Rizal dan Kustyawati, 2019). Selama fermentasi beberapa khamir ikut tumbuh dan berinteraksi dengan kapang dan bakteri. Keberadaan khamir memiliki peran dalam peningkatan kualitas kandungan gizi dan peningkatan karakteristik sensori tempe (Kustyawati, 2009). Jenis khamir yang ditemukan dalam tempe salah satunya yaitu *Saccharomyces cerevisiae*.

Penambahan *S. cerevisiae* diduga berpengaruh terhadap karakteristik sensori tempe. Berdasarkan hasil penelitian Rizal *et al.* (2017) diketahui bahwa tempe dengan penambahan 1% *S. cerevisiae* dan digoreng memiliki sifat organoleptik terbaik, selain itu penambahan *S. cerevisiae* 1% dan digoreng menghasilkan tempe dengan aroma khas tempe, bau langu yang lebih rendah, tidak asam, dan tidak pahit. Penggunaan *S. cerevisiae* dan *R. oligosporus* sebagai starter dalam pembuatan tempe akan menghasilkan tempe yang memiliki aroma harum dan manis sehingga dapat menutupi bau langu dari kedelai. Aktivitas proteolitik dan lipolitik yang tinggi akan menghidrolisis protein dan lemak sehingga menghasilkan flavor dan aroma berupa asam amino, asam lemak, ester, etanol, asetaldehid, etil asetat dan etil butirat (Geyling, 1995 dalam Kustyawati, 2009).

Perubahan karakteristik sensori dipengaruhi oleh jumlah ragi yang digunakan, semakin banyak konsentrasi yang ditambahkan maka degradasi komponen pembentuk aroma akan meningkat sehingga menyebabkan aroma khas tempe (Irna *et al.*, 2020).

Pembuatan tempe dengan penambahan *S. cerevisiae* yang dilakukan pada penelitian sebelumnya menggunakan inokulum dalam bentuk cair sehingga kurang praktis dalam penggunaannya. Pada penelitian Rizal *et al.* (2023) didapatkan inokulum ragi tempe instan dengan penambahan *S.cerevisiae* dalam bentuk kering dengan penambahan beberapa substrat berbeda. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diketahui inokulum terbaik yaitu tempe dengan substrat tepung beras yang telah diinkubasi selama 96 jam. Berdasarkan hasil penelitian yang sama juga didapatkan total kapang 9,902 CFU/g, total khamir 9,17 log CFU/g, total bakteri 7,81 log CFU/g, pH 4,2, dan kadar air 7,75.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2019), tempe yang dibuat menggunakan bahan baku kedelai kedelai impor. Selain itu, belum diketahui penggunaan ragi mosaccha yang tepat untuk menghasilkan karakteristik sensori terbaik pada tempe kedelai Grobogan. Oleh karena itu diperlukannya penelitian mengenai pembuatan tempe kedelai lokal Grobogan dengan ragi mosaccha mengingat tingginya potensi kedelai lokal varietas Grobogan sebagai bahan baku pembuatan tempe.

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Perbedaan konsentrasi ragi mosaccha memengaruhi karakteristik sensori dan mikrobiologi tempe kedelai Grobogan
2. Terdapat konsentrasi ragi mosaccha yang menghasilkan tempe kedelai Grobogan dengan sifat sensori dan mikrobiologi terbaik.
3. Terdapat karakteristik kimia tempe kedelai Grobogan dengan perlakuan terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai Grobogan (*Glycine max* L.)

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman semusim yang sering dijumpai pada musim kemarau karena tidak memerlukan banyak air dalam pertumbuhannya. Indonesia dengan iklim tropis dengan cuaca yang cenderung panas menjadi tempat yang cocok untuk pertumbuhan kedelai. Tanaman kedelai dapat tumbuh optimal pada ketinggian kurang dari 500 mdpl. Curah hujan ideal untuk pertumbuhan kedelai yaitu 1500mm/tahun dengan suhu 25-27°C. Tanaman kedelai membutuhkan intensitas cahaya penuh dengan penyinaran selama 12 jam sehari untuk pertumbuhan yang optimal (Liana, 2023). Dalam Bahasa latin, kedelai disebut dengan *Glycine max* yang termasuk ke dalam family Leguminosae (kacang-kacangan). Gambar kedelai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kedelai Grobogan
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Kedelai merupakan tanaman jenis polong-polongan yang sering digunakan sebagai bahan dasar makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Klasifikasi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) menurut USDA (2016) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliophyta
 Ordo : Fabales
 Famili : Fabaceae
 Genus : Glycine
 Spesies : *Glycine max* L.

Kedelai banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan makanan ataupun minuman seperti sari kedelai, tahu, tempe, ataupun susu kedelai. Sebagai sumber protein nabati yang memiliki harga cukup murah membuat kedelai banyak diminati masyarakat. Kandungan protein kedelai utuh mencapai 40%, bahkan pada beberapa kedelai lokal varietas unggul kandungan proteinnya dapat mencapai 40-44% (Risnawati, 2015). Protein pada kedelai tersusun atas asam amino yang memiliki susunan asam amino yang hampir mirip dengan hewani. Kedelai kering mengandung 34% karbohidrat (17% serat makanan), 19% minyak, dan 5% mineral serta beberapa komponen lain seperti vitamin dan isoflavon (Yudiono, 2020).

Karbohidrat yang terkandung pada kedelai berupa oligosakarida yang terdiri dari sukrosa, stakiosa, serta rafinosa yang dapat larut dalam air. Serat yang ada pada kedelai akan difermentasi dan menghasilkan asam lemak berantai pendek (SCFA) sehingga akan menurunkan kadar gula posprandial (Alwi *et al.*, 2021). Vitamin yang terkandung pada kedelai yaitu berupa vitamin A, B, E, K, sedangkan kandungan mineral yang terkandung yaitu berupa K, F, E, Zn, dan P. Kedelai memiliki kaitan erat dengan isoflavon. Isoflavon merupakan jenis flavonoid yang terdiri dari rantai C6-C3-C6. Isoflavon sering disebut dengan fitoestrogen yang merupakan zat kimia dalam makanan yang berperan sebagai fitokimia (Alwi *et al.*, 2021). Komposisi kimiawi kedelai kering per 100 gr tersaji dalam Tabel 1. Beberapa jenis kedelai dapat ditemukan di pasaran baik kedelai impor ataupun kedelai lokal. Salah satu kedelai lokal yang termasuk varietas unggul yaitu kedelai Grobogan.

Tabel 1. Komposisi nutrisi kacang kedelai per 100 g bahan

Komponen (satuan)	Jumlah
Energi (kkal)	381
Karbohidrat (g)	24,9
Protein (g)	40,4
Lemak (g)	16,7
Kalsium m(g)	222
Fosfor (mg)	682
Air (g)	12,7

Sumber: PERSAGI, 2009

Kedelai Grobogan merupakan kedelai yang diproduksi di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah dan berkontribusi hingga mencapai 43,13% produksi kedelai terhadap total produksi kedelai di Jawa Tengah (BPS, 2018). Kedelai Grobogan memiliki usia tanaman lebih pendek yaitu 76 hari, berat biji 18 gram per 100 biji, dan memiliki potensi produktivitas yang cukup tinggi yaitu sebesar 3,5 ton/ha (Kristanti *et al.*, 2017). Kedelai varietas Grobogan banyak dibudidayakan dikarenakan lebih tahan hujan serta tahan terhadap hama penggerek batang dan hama penggerek polong (Sebastian dan Banjarnohor, 2019).

Kedelai Grobogan memiliki ukuran biji yang lebih besar dengan berat per 100 biji yaitu 19,53 gram dan memiliki kandungan protein yang lebih tinggi yaitu sebesar 38,7% dibandingkan dengan varietas lokal lainnya ataupun kedelai impor (Astawan *et al.*, 2013). Protein yang terkandung pada kedelai lokal merupakan asam amino essensial meliputi sistin, leusin, isoleusin, lisin, metionin, treonin, fenilalanin, triptofan, serta valin (Astawan *et al.*, 2012). Kedelai lokal juga mengandung asam amino non essensial seperti alanin, arginin, glisin, histidine, prolin, tirosin, asam glutamate, serta asam aspartat (Cahyadi, 2006). Kandungan kimia kedelai Grobogan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan kimia kedelai Grobogan

Komponen (g)	Jumlah per 100 g
Kadar air	11,68
Kadar abu	5,27
Protein	38,27
Lemak	19,65
Karbohidrat	38,82
Serat pangan	5,56
Kalsium	0,2
Fosfor	0,7
Kalium	1,79
Magnesium	0,2
Seng	0,04
Zat besi	0,01

Sumber: Astawan (2013)

2.2 Tempe

Tempe merupakan makanan khas Indonesia yang terbuat dari hasil fermentasi kedelai. Proses fermentasi menyebabkan tempe menghasilkan miselium berwarna putih yang mengikat kacang kedelai sehingga membuat tekstur tempe menjadi kompak. Kandungan protein yang tinggi, fitokimia, zat bioaktif, serta oligosakarida yang rendah pada tempe dihasilkan dari fermentasi kacang kedelai (Soka *et al.*, 2014). Kandungan gizi tempe kedelai murni mentah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi tempe kedelai murni mentah per 100 g

Komponen	Jumlah per 100 g
Kadar 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

Proses pembuatan tempe umumnya meliputi dua proses utama yaitu perendaman dan fermentasi. Proses pembuatan tempe diawali dengan perendaman dan pengupasan kulit kedelai. Selain untuk memudahkan pengupasan kulit, perendaman juga berfungsi untuk meningkatkan kadar air, mengaktifkan aktivitas

mikroba, serta menghilangkan komponen pahit dari kedelai yang digunakan (Mani and Ming, 2017). Setelah kedelai dipastikan terlepas dari kulitnya, kemudian dilanjutkan dengan proses perebusan yang bertujuan untuk melunakkan biji kedelai dan menonaktifkan tripsin inhibitor, mematikan mikroba alami pada kedelai, serta mengurangi bau langu dari kedelai. Kedelai yang telah melalui proses perebusan kemudian ditiriskan dan didinginkan untuk selanjutnya diinokulasi. Inokulasi kedelai dilakukan dengan menambahkan starter berupa *Rhizopus sp.* Pengemasan tempe umumnya menggunakan daun pisang, namun di era modern ini tempe dikemas dengan menggunakan plastik karena dianggap lebih murah dan praktis. Setelah pengemasan, tempe diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu 25-30°C hingga menghasilkan spora berwarna putih dan tekstur yang kompak (Mani and Ming, 2017). Tempe dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tempe Mosaccha
Sumber: Dokumentasi pribadi

Tempe memiliki ciri khas berwarna putih, tekstur kompak, serta memiliki flavor khas tempe. Kapang yang tumbuh selama proses fermentasi bertugas untuk mendegradasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana agar lebih mudah diserap oleh tubuh, serta sebagai pembentuk aroma dan rasa khas pada tempe (Rizal *et al.*, 2019). Zat gizi yang tinggi pada tempe menyebabkan tingginya tingkat konsumsi tempe di Indonesia, selain itu harga tempe cenderung relatif murah menyebabkan tempe menjadi menu favorit masyarakat Indonesia. Tempe dapat dibuat dengan berbagai macam kedelai, baik kedelai impor ataupun kedelai lokal. Tingginya tingkat konsumsi tempe di Indonesia menyebabkan perlunya standar mutu tempe agar lebih aman dikonsumsi. Syarat mutu tempe telah tertuang dalam SNI 3144:2015 tentang Tempe Kedelai yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat mutu tempe kedelai

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.11	Bau	-	Normal, khas
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Kadar air (b/b)	%	Maks. 65
3	Kadar abu (b/b)	%	Min 1,5
4	Kadar lemak (b/b)	%	Min. 10
5	Kadar protein (N x 6.25 (b/b))	%	Min. 16
6	Kadar serat kasar (b/b)	%	Maks. 2,5
7	Cemaran logam		
7.1	Kadmium (Cd) (Pb)	mg/kg	Maks 0,2
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,25
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,25
9	Cemaran mikroba		
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g	Maks.10
9.2	<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25 g

Sumber: SNI 3144:2015

Tempe dari kedelai lokal yang banyak ditemukan dipasaran yaitu tempe Grobogan. Tempe yang terbuat dari kedelai Grobogan memiliki karakteristik kimia yang hampir sama dengan tempe yang terbuat dari kedelai GMO. Kadar air yang dihasilkan dari tempe kedelai Grobogan yaitu sekitar $60,58 \pm 1,43$ dimana nilai ini tidak berbeda jauh dengan kadar air tempe kedelai GMO yaitu $61,42 \pm 0,59$, Kadar abu pada tempe kedelai Grobogan juga hampir sama dengan kadar abu pada tempe kedelai Non-GMO impor yaitu $2,14 \pm 0,16$ untuk kedelai Grobogan dan $2,32 \pm 0,17$ untuk kedelai Non-GMO impor (Yudiono, 2020).

Kadar abu pada tempe menunjukkan jumlah kandungan mineral yang ada pada tempe. Penurunan kadar abu pada tempe dipengaruhi oleh proses pembuatan tempe seperti pencucian, perendaman, ataupun pengupasan kulit. Umumnya mineral tahan terhadap proses pemanasan, namun sangat rentan terhadap proses pengolahan yang melibatkan air di dalamnya (Damanik *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mineral pada kedelai terletak pada bagian kulit ari kedelai. Namun kandungan mineral pada tempe kedelai Grobogan ataupun kedelai Non-GMO impor tetap memenuhi SNI yaitu maksimal 4,28%.

Berikut merupakan tabel hasil analisis proksimat pada tempe kedelai Grobogan dan kedelai impor (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis proksimat dan serat pangan tempe kedelai grobogan dan kedelai impor

Parameter	Jenis Tempe dari Kedelai			SNI
	GM0	Non-GM0	Grobogan	
Air (%wb)	61,42±0,59 ^b	61,09±1,13 ^b	60,58±1,43 ^b	Maks 65
Abu (%db)	2,43±0,06 ^b	2,32±0,17 ^{ab}	2,14±0,16 ^a	Maks 4,28
Protein (%db)	46,68±1,26 ^a	48,07±1,44 ^a	50,08±1,27 ^{ab}	Min 45,71
Lemak (%db)	33,09±0,94 ^b	31,39±2,58 ^b	31,14±0,33 ^b	Min 28,57
Karbohidrat (%wb)	6,87±0,60 ^a	7,12±1,60 ^a	6,57±0,91 ^a	
Serat pangan (%wb)	6,21±0,09 ^a	6,58±0,19 ^{bc}	6,53±0,06 ^b	

Sumber: Astawan *et al.* (2013)

Berdasarkan hasil analisis proksimat oleh Astawan *et al.* (2013) diketahui bahwa tempe kedelai Grobogan memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai impor. Protein pada tempe umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan protein pada kedelai. Peningkatan protein disebabkan karena hilangnya beberapa komponen seperti mineral ataupun gula pada kedelai (Muthmainna *et al.*, 2016). Peningkatan protein juga disebabkan karena aktivitas proteolitik dari miselium kapang yang memecah protein kompleks menjadi peptida dan asam amino oleh enzim protease sehingga meningkatkan jumlah nitrogen terlarut dan asam amino bebas pada tempe (Muthmainna *et al.*, 2016).

2.3 *Rhizopus Oligosporus*

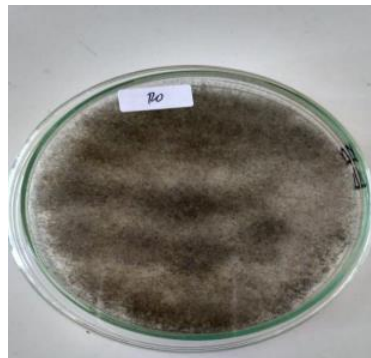
Proses fermentasi pada tempe membutuhkan inokulum berupa kapang. *Rhizopus oligosporus* merupakan salah satu jenis kapang yang sering digunakan dalam pembuatan tempe yang termasuk ke dalam *zygomycota* (Wahyudi, 2018).

Rhizopus oligosporus dapat membentuk koloni dengan tinggi kurang lebih 1 mm yang biasanya berwarna abu – abu hingga kecoklatan dan memiliki diameter 10-18 µm dengan panjang lebih dari 1000 µm. *Rhizopus oligosporus* merupakan kapang yang dapat memproduksi enzim lipase untuk merombak lemak dan memproduksi asam lemak omega 3 berupa linoleat pada proses fermentasi cair ampas kelapa sawit (Wahyudi, 2018). Selain itu proses fermentasi tempe dengan penamabahn *R. oligosporus* dapat menghasilkan enzim *fitasei* untuk menghasilkan

komponen makro dari hasil pemecahan fitat sehingga tempe lebih mudah dicerna (Wahyudi, 2018). Menurut Germain (2006) klasifikasi *Rhizopus oligosporus* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
 Divisi : Zygomycota
 Kelas : Zygomycetes
 Ordo : Mucorales
 Famili : Mucoraceae
 Genus : *Rhizopus*
 Spesies : *Rhizopus sp*

Struktur morfologi kapang umumnya terdiri dari dua bagian yaitu miselium dan spora. Miselium merupakan kumpulan hifa yang berbentuk serabut halus yang tumbuh dibagian permukaan medium baik di atas ataupun di bawah permukaan. Proses germinasi akan membentuk *tube germ* yang nantinya akan membentuk miselium. *Rhizopus oligosporus* dapat tumbuh optimal pada suhu 30-35°C dan waktu tumbuh yaitu 48 jam. Ciri dari *Rhizopus oligosporus* yaitu memiliki hifa berwarna putih hingga kelabu hitam yang tidak bersekat, memiliki sporangiospore, serta rhizoid. Gambar *Rhizopus oligosporus* dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Gambar 3).



Gambar 3. *Rhizopus oligosporus* dalam Media PDA pada Cawan Petri
 Sumber: Wijayanti (2021)

Pertumbuhan kapang tempe berupa *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* sangat cepat yaitu pada waktu ± 48 jam. *Rhizopus oligosporus* memiliki warna putih abu-abu. Sporogiofor pada kapang ini berupa tunggal ataupun kelompok dengan warna subhialin hingga kecoklatan muncul berlawanan arah dengan rhizoid, memiliki dinding halus hingga agak kasar. Selain itu, sporangia berbentuk bulat dan berwarna hitam kecoklatan saat matang. Sporagiospora pada *Rhizopus*

oliosporus dapat berbentuk bulat, elips, ataupun tidak beraturan dengan suhu lingkungan berkisar antara 30°C-35°C (Moensaku, 2021).

Penambahan *Rhizopus oligosporus* berfungsi sebagai starter fermentasi pada tempe. Starter tempe berfungsi sebagai agensia untuk merubah sifat atau karakteristik kedelai menjadi tempe. Perubahan ini disebabkan karena proses fermentasi yang mampu menghilangkan bau langu akibat aktivitas enzim lipoksigenase (Henawati dan Meylani, 2019). Fermentasi oleh *Rhizopus oligosporus* juga menghasilkan antibiotika, biosintesis vitamin B yang merupakan manfaat dari mengonsumsi tempe (Widprayadewi *et al.*, 2010).

2.4 *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae merupakan salah satu jenis ragi yang biasa digunakan dalam pembuatan produk pangan seperti roti, wine, bir dan lainnya.

Saccharomyces cerevisiae termasuk ke dalam golongan jamur *Ascomycotina* yang berbentuk bulat atau pipih (Bahri *et al.*, 2018). Spora jamur ini termasuk ke dalam sel tunggal dengan panjang 1-5 µm hingga 20-50 µm dan lebar 1-10 µm (Khazalina, 2020). *Saccharomyces cerevisiae* yang masih muda memiliki dinding sel tipis dan lentur, sedangkan yang sudah tua memiliki dinding sel yang tebal dan kaku. Dinding sel *Saccharomyces cerevisiae* tersusun dari kitin yang mampu berkembangbiak secara aseksual dengan cepat. Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* menurut Agustining (2012) dapat dilihat sebagai berikut:

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

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh diantara suhu 5°C-40°C, namun suhu optimum pertumbuhannya yaitu diantara suhu 25°C-30°C (Khazalina, 2020).

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh dalam kondisi mikroaerofilik, namun keberadaan oksigen cukup penting untuk mendukung pertumbuhan sel (Stewart *et*

al., 2014). *Saccharomyces cerevisiae* banyak digunakan pada industri makanan ataupun minuman dikarenakan dapat memperbanyak diri dalam waktu yang singkat yaitu pada suhu 30°C dengan waktu 1,25-2 jam, selain itu pemeliharaan strain khamir ini cukup mudah dalam perawatan sehingga tidak membutuhkan biaya yang besar (Khazalina, 2020).

Saccharomyces cerevisiae mampu mendegradasi berbagai jenis karbohidrat termasuk pati sehingga menghasilkan alkohol (Agustining, 2012). Selain itu, proses degradasi yang dapat dilakukan pada pH rendah menyebabkan mikroba ini sering digunakan pada industri pangan (Kustyawati *et al.*, 2013). *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan amilase yang lebih optimal dibanding kapang dan bakteri, oleh karena itu khamir ini termasuk ke dalam jenis amilolitik (Khazalina, 2020). Enzim α -amilase dan glukoamilase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dapat mempercepat proses degradasi pati menjadi glukosa dan maltose, selain itu enzim ekstraseluler seperti α -amilase dapat memutus ikatan glikosidiki α 1,4 pada pati sehingga menyebabkan struktur rantai amilosa menjadi lebih sederhana dan menurunkan kadar amilosa (Khazalina, 2020). Gambar *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Saccharomyces cerevisiae* dalam media MEA pada cawan petri
Sumber: Wijayanti (2021)

Saccharomyces cerevisiae termasuk ke dalam jenis ragi atau khamir yang merupakan kelompok jamur uniseluler. *Saccharomyces cerevisiae* bereproduksi dengan melakukan pembelahan sel secara asexual, penguncupan, ataupun seksual. *Saccharomyces cerevisiae* dapat mensistensis β -glukan pada dinding sel karena terdapat protein yang terikat dengan gula sebagai mannoprotein dan glikoprotein pada struktur dinding selnya (Javmen *et al.*, 2012). Selain itu, dinding sel *Saccharomyces cerevisiae* juga mengandung manan, kitin, dan polisakarida berupa β -1,3-glukan dan β -1,6-glukan yang berfungsi untuk meningkatkan

kekuatan struktur sel dan sebagai cadangan makanan (Kusmiati *et al.*, 2007). Pembuatan tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* mampu memperbaiki kandungan gizi pada tempe. Hal ini sudah dibuktikan berdasarkan penelitian Rizal dan Kustyawati (2019) yang menyatakan bahwa fermentasi tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan beta-glukan seiring peningkatan jumlah khamir yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang sama juga diketahui beta-glukan yang dihasilkan sebesar 0,25% pada tempe yang ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* 3%.

2.5 Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Tempe

2.5.1 Derajat Keasaman (pH)

Fermentasi dapat berjalan optimal pada pH tertentu, yaitu sekitar 4,3-5,3. Oleh karena itu, proses perendaman kedelai sangat berpengaruh pada proses fermentasi mengingat pH kedelai cenderung netral yaitu sekitar 6,3 (Astawan *et al.*, 2017). Perendaman menyebabkan penurunan pH pada kedelai karena terjadinya produksi asam organik akibat fermentasi secara spontan oleh bakteri asam laktat yang tumbuh secara spontan (Astawan *et al.*, 2017). Proses perendaman dapat menurunkan pH kedelai hingga mencapai pH 4,3-5,3 (Astawan *et al.*, 2017). Aktivitas proteolitik dari kapang yang mendegradasi protein menjadi asam amino dan peptida sederhana menyebabkan pH kembali meningkat menjadi normal saat proses fermentasi tempe oleh inokulum (Astawan *et al.*, 2017).

Penambahan *S. cerevisiae* pada tempe akan memberikan rasa asam. Hal ini disebabkan karena *S. cerevisiae* menggunakan etanol sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya yang menyebabkan peningkatan pembentukan asam asetat dan peningkatan pH lingkungan semakin asam (Rakhmadani, 2013). PH tempe akan semakin meningkat seiring dengan lama waktu fermentasi. Tempe yang telah difermentasi lebih dari 72 jam akan memiliki pH diatas 7 serta kandungan amonia yang meningkat sehingga menyebabkan kapang akan mati dan aroma yang menyengat (Astawan *et al.*, 2017).

2.5.2 Warna

Umumnya tempe memiliki warna putih pada bagian permukaan yang dihasilkan dari miselium kapang yang tumbuh selama fermentasi. Jumlah miselium akan meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Namun, seiring bertambahnya waktu fermentasi kecerahan miselium akan berkurang karena miselium akan memasuki waktu kematangan (*mature*) (Astawan *et al.*, 2017). Warna miselium yang optimal yaitu pada fermentasi dalam kurun waktu 24 jam. Proses fermentasi yang semakin lama akan menyebabkan pembentukan spora kapang yang akan menimbulkan bercak hitam pada miselium. Hal ini dapat dijumpai pada fermentasi lebih dari 72 jam (Astawan *et al.*, 2017).

Warna pada tempe juga dipengaruhi oleh kedelai yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian Astawan *et al.* (2013) diketahui bahwa kedelai GMO impor memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan kedelai lokal. Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan chromameter dan skala Hunter L, a, b yang menunjukkan tempe kedelai impor memiliki warna kromatik kuning (+b) yang lebih besar dibandingkan dengan kedelai lokal (Astawan *et al.*, 2013). Perbedaan warna pada kedelai dipengaruhi oleh genetik serta penyebaran pertumbuhan kapang pada masing – masing tempe (Ferreira, 2011).

2.5.3 Tekstur

Tekstur lembut dan lunak dari tempe dihasilkan oleh proses perendaman, perebusan, dan pengukusan. Tekstur lunak disebabkan karena meningkatnya kadar air kedelai. Tekstur pada tempe juga dipengaruhi oleh proses fermentasi, dimana pada fermentasi selama 24 jam akan menghasilkan tempe yang lembut dengan miselium yang cukup kompak. Semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan tekstur tempe akan semakin lunak. Namun fermentasi dengan waktu lebih dari 72 jam akan menghasilkan tempe yang memiliki tekstur sangat lunak dikarenakan miselium sudah tidak kuat akibat kematangan miselium (Astawan *et al.*, 2017).

Tekstur pada tempe juga dihasilkan dari bahan baku berupa kedelai yang digunakan. Tempe yang berasal dari kedelai Grobogan memiliki tekstur yang hampir sama dengan tempe dari kedelai GMO impor yaitu lunak dan sedikit keras. Hal ini ditunjukkan oleh kedalaman penetrasi yang tinggi pada tempe yang dihasilkan (Astawan *et al.*, 2013). Tekstur tempe yang lunak dihasilkan oleh perombakan matriks oleh kapang *R. oligosporus* yang terjadi pada matriks interseluler pada jaringan biji kedelai (Astawan *et al.*, 2013). Namun tekstur tempe Grobogan akan tetap semakin lunak seiring dengan lamanya waktu fermentasi dikarenakan miselium sudah lewat matang (Astawan *et al.*, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, dan Laboratorium Sensori, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Oktober – Desember 2023,

3.2 Alat dan Bahan

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kedelai varietas Grobogan yang diperoleh dari laboratorium benih Fakultas Pertanian Universitas Lampung, ragi tempe merek Raprima, ragi mosaccha (mengandung *Saccharomyces cerevisiae*), aquades, Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), akuades, 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, nampan, kompor, panci, oven, autoklaf, inkubator, desikator, cawan porselen, labu ukur, cawan petri, Erlenmeyer, gelas ukur, gelas beaker, tabung reaksi, vortex, Bunsen, buret, labu kjeldahl, alat soxlet, alat destilasi, dan tanur.

3.3 Metode Penelitian

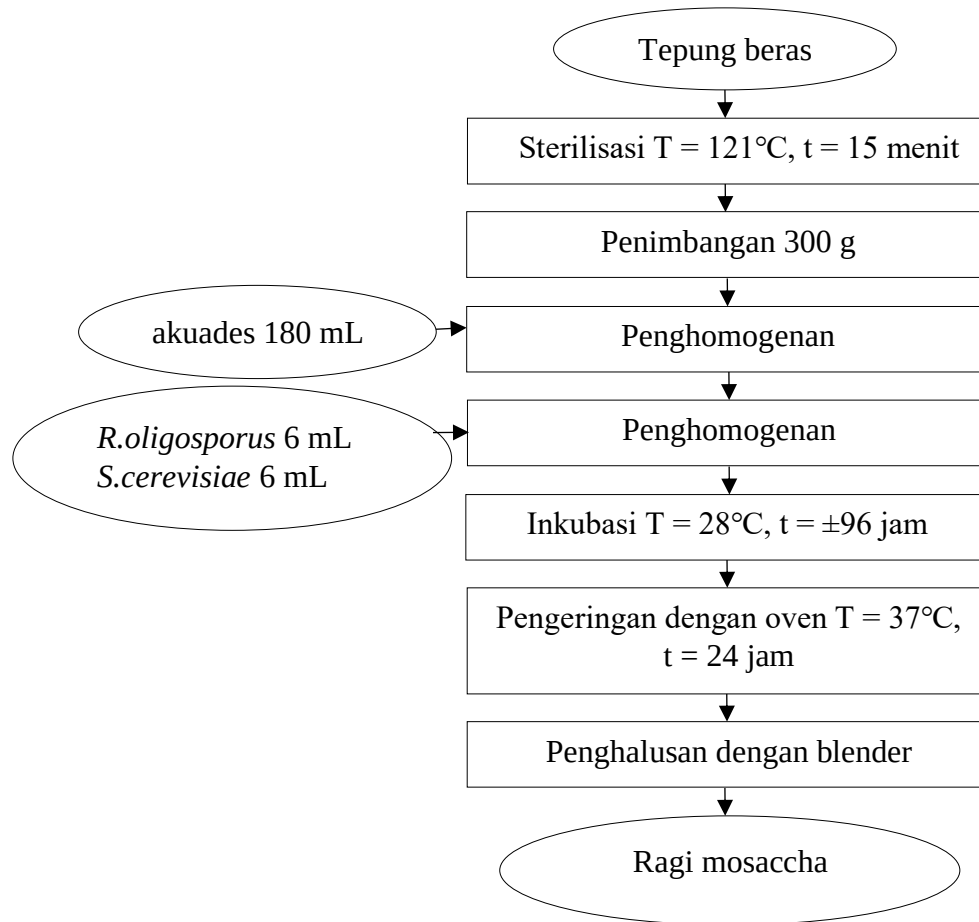
Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal yang terdiri 9 taraf dan dilakukan pengulangan sebanyak 3

ulangan. Perlakuan tunggal berupa konsentrasi ragi mosaccha dengan konsentrasi 0,2% (P1), 0,4% (P2), 0,6% (P3), 0,8% (P4), 1% (P5), 1,2% (P6), 1,4% (P7) (b/b). Kontrol pada penelitian ini menggunakan tempe kedelai Grobogan dengan ragi raprima 0,2% (P8) dan tempe kedelai impor dengan ragi raprima 0,2% (P9). Pengujian sensori (warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan), uji total kapang, dan uji total khamir, dan perhitungan kadar air dilakukan pada semua perlakuan. Uji proksimat meliputi kadar air, protein, lemak, serat kasar, kadar abu, dan karbohidrat dilakukan pada tempe dengan perlakuan terbaik berdasarkan uji organoleptik dan karakteristik mikrobiologi. Data yang didapatkan dianalisis dengan uji Bartlett untuk mengetahui keseragaman data dan dilanjutkan dengan uji Tuckey untuk kemenambahan data. Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Data yang dinyatakan berpengaruh nyata akan dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Perlakuan terbaik berdasarkan hasil uji sensori selanjutnya akan dianalisis kandungan kimianya.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Ragi mosaccha

Pembuatan tempe pada penelitian ini menggunakan starter mosaccha yang telah jadi dan siap pakai, namun pembuatan ragi mosaccha mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2023). Pembuatan diawali dengan mensterilisasi tepung beras pada suhu 121°C selama 15 menit, kemudian ditimbang sebanyak 300gr. Akuades steril sebanyak 180 mL ditambahkan hingga membentuk adonan yang tidak terlalu basah dan dihomogenkan. Adonan diinokulasi dengan 6 mL *Rhizopus oligosporus* : 6 mL *Saccharomyces cerevisiae* yang masing-masing telah dihitung dan mengandung 10^7 sel/mL. kemudian dihomogenkan. Pembuatan ragi mosaccha dapat dilihat pada Gambar 5.



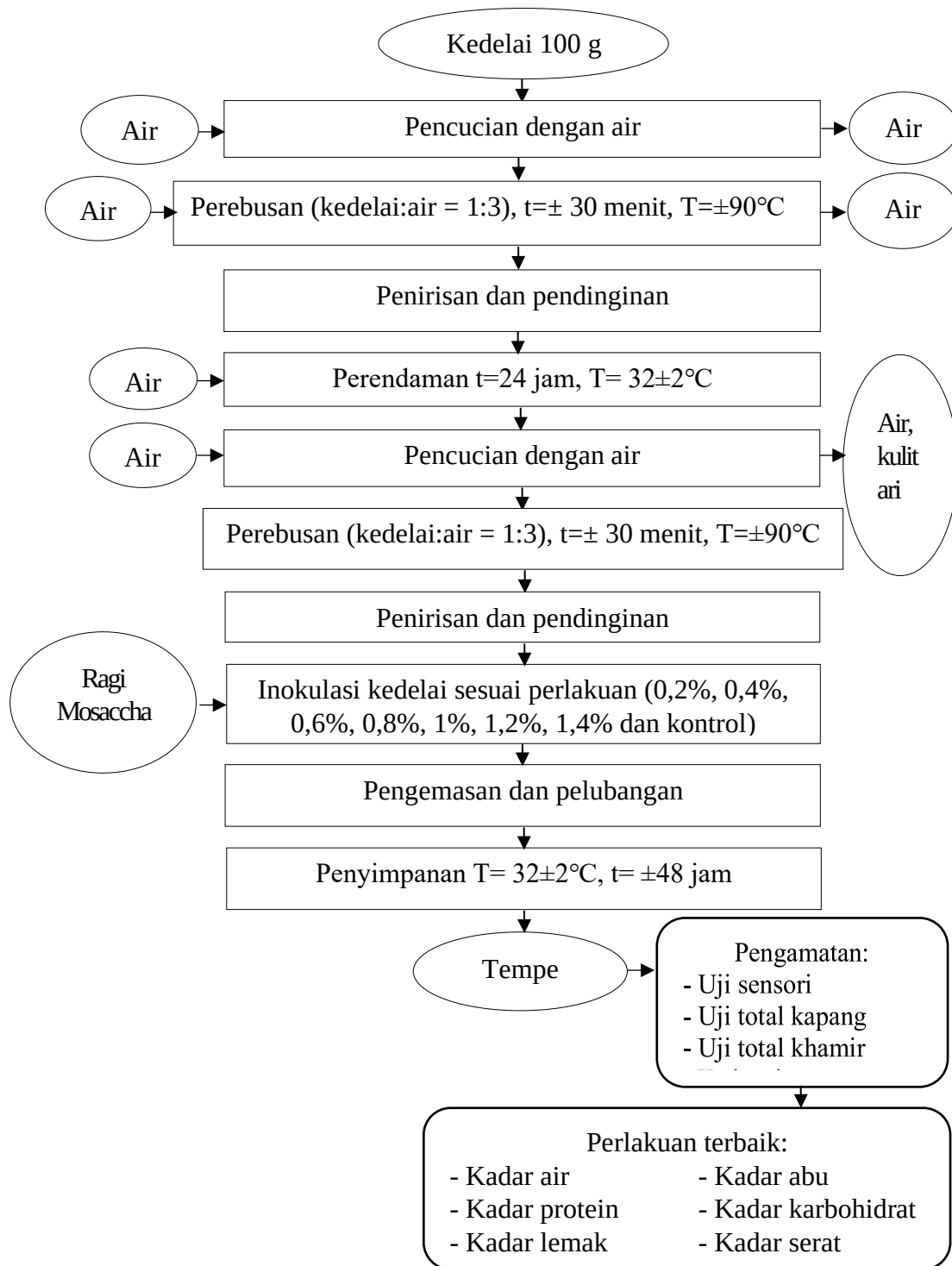
Gambar 5. Diagram alir pembuatan ragi mosaccha
Sumber: Rizal *et al.* (2023)

3.4.2 Pembuatan Tempe

Pembuatan tempe pada penelitian ini menggunakan metode yang digunakan oleh Rizal *et al.* (2019). Pembuatan tempe diawali dengan mencuci kedelai sebanyak 1 Kg dan direbus dengan perbandingan kedelai dan air yaitu 3:1 bersih selama 30 menit pada suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$. Kemudian kedelai ditiriskan dan didinginkan hingga suhu menurun dan mencapai suhu ruang. Kedelai kemudian direndam pada suhu kamar ($32 \pm 2^{\circ}\text{C}$) selama semalaman (24 jam). Kulit kedelai kemudian dikupas dan dicuci kembali dengan air mengalir. Selanjutnya kedelai direbus dengan air bersih dengan perbandingan kedelai dan air yaitu 1:3 selama ± 30

menit pada suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$. Kedelai kemudian ditiriskan dan diangin - anginkan hingga kedelai mencapai suhu ruang dan siap untuk diinokulasi.

Inokulasi dilakukan dengan cara mencampurkan 100 gram kedelai yang telah direbus dengan konsentrasi ragi tempe sesuai perlakuan yaitu, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1%, 1,2%, 1,4% dan kontrol yaitu kedelai Grobogan dengan raprima 0,2% dan kedelai impor dengan raprima 0,2%. Kedelai yang telah diberikan ragi sesuai perlakuan kemudian siap difermentasi dengan pengemasan menggunakan plastik klip. Plastik klip yang digunakan sebelumnya telah diberi lubang. Fermentasi dilakukan pada suhu $32 \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama ± 48 jam. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap sensori tempe meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan total kapang, dan total khamir. Tempe yang menghasilkan sifat sensori dan karakteristik mikrobiologi terbaik kemudian dianalisis kandungan kimianya (kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar abu, dan kadar karbohidrat). Diagram alir proses pembuatan tempe dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses pembuatan tempe
Sumber: Rizal *et al.* (2019)

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tempe setelah fermentasi selama 48 jam. Parameter yang diamati yaitu kadar air, uji sensori meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan, total kapang, dan total khamir. Tempe yang menghasilkan sifat sensori dan karakteristik mikrobiologi terbaik akan dilakukan pengujian proksimat meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar serat kasar, dan kadar karbohidrat.

3.5.1 Uji Kadar Air

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan metode gravimetric AOAC (2016). Pengujian kadar air diawali dengan mengeringkan cawan porselen dengan oven pada suhu 105°C-110°C selama 30 menit, kemudian didinginkan dengan desikator selama 15 menit. Pengeringan cawan porselen dilakukan berulang hingga didapatkan bobot cawan porselen konstan (A). Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditimbang (B). Cawan berisi sampel kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C-110°C selama 6 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator hingga mencapai suhu ruang dan ditimbang. Pengeringan dilakukan berulang hingga didapatkan berat konstan (C). Kadar air tempe dapat diperoleh dengan menggunakan rumus 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 cawan + sampel kering (g)

3.5.2 Uji Sensori

Parameter sensori yang diamati pada tempe meliputi aroma, rasa, tekstur, warna, serta penerimaan keseluruhan. Uji skoring digunakan untuk melakukan penilaian terhadap aroma dan tekstur, sedangkan uji hedonik dilakukan untuk melakukan penilaian terhadap rasa dan penerimaan keseluruhan. Uji skoring dilakukan oleh 25 panelis semi terlatih yang merupakan mahasiswa jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah mengambil mata kuliah uji sensori. Uji hedonik dilakukan

oleh 20 panelis tidak terlatih (Pratama, 2013). Kuisioner penilaian uji sensori dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Kuisioner uji skoring

UJI SKORING									
Produk	: Tempe								
Nama panelis	:								
Tanggal	:								
Di hadapan Anda telah disajikan 8 sampel tempe yang telah diberi kode acak dengan salah satu diantaranya merupakan kontrol. Anda diminta untuk menilai warna, aroma, serta tekstur dari sampel yang telah tersaji satu persatu. Berikan penilaian anda dengan menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:									
Tabel penilaian uji sensori									
Penilaian	Kode sampel								
	441	283	122	174	232	882	532	947	648
Warna									
Aroma									
Tekstur									
Warna 1 : Coklat khas kacang kedelai 2 : Putih tidak merata 3 : Putih menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe, ada sedikit garis hitam 4 : Putih menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe 5 : Putih menyelimuti seluruh permukaan tempe					Aroma 1 : Sangat tidak khas tempe dan berbau busuk amonia tajam 2 : Tidak khas tempe dan sedikit berbau amonia 3 : Khas tempe 4 : Khas tempe 5 : Sangat khas tempe				
Tekstur 1 : Tidak kompak dan hancur di seluruh bagian 2 : Sedikit kompak, hancur jika diiris 3 : Kompak 4 : Sangat kompak, mudah diiris 5 : Sangat kompak, sangat mudah diiris									

Tabel 7. Kuisisioner uji hedonik.

UJI HEDONIK									
Produk : Tempe Nama panelis : Tanggal :									
Di hadapan Anda telah disajikan 9 sampel tempe yang telah diberi kode acak dengan salah satu diantaranya merupakan kontrol. Anda diminta untuk menilai penerimaan keseluruhan dari masing-masing sampel satu persatu. Berikan penilaian anda dengan menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut:									
Penilaian	Kode sampel								
	441	283	122	174	232	882	532	947	648
Rasa									
Penerimaan Keseluruhan									

Keterangan :

1 : Sangat tidak suka 2 : Tidak suka 3 : Agak suka 4 : Suka 5 : Sangat suka

3.5.3 Uji Kadar Protein

Pengujian kadar protein tempe pada penelitian ini menggunakan metode Kjeldahl AOAC (2016). Pengujian kadar protein diawali dengan memasukan sampel tempe sebanyak 1 gram ke dalam labu kjeldahl 100 mL dan ditambahkan dengan 10 mL H₂SO₄ pekat dan ditambahkan tablet kjeltab dan didekstruksi (pemanasan dengan api kecil, dan dibesarkan perlahan) hingga larutan berubah warna menjadi hijau jernih. Larutan yang telah didinginkan kemudian diencerkan dengan 100 mL akuades dan diambil 5 mL untuk dimasukkan kedalam alat destilasi. Larutan yang ada pada alat destilasi ditambahkan 10 mL NaOH 30% dan didestilasi. Destilat yang didapat kemudian ditampung dalam larutan HCl 0,1 N sebanyak 10 mL dan ditambahkan 5 tetes metal merah untuk selanjutnya dicek menggunakan kertas lakmus. Destilat yang sudah tidak bersifat basa menandakan proses sudah dapat dihentikan. Hasil destilasi kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga larutan menjadi berwarna merah muda. Kadar protein pada tempe dapat ditentukan dengan rumus berikut:

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

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)

3.5.4 Uji Kadar Lemak

Uji kadar lemak pada penelitian ini dilakukan dengan metode soxhlet menggunakan prinsip mengekstrak lemak yang ada pada sampel dengan menggunakan pelarut non polar AOAC (2016). Pengujian diawali dengan mengeringkan labu lemak dengan oven pada suhu 100°C-105°C selama 30 menit, kemudian labu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (A). Kemudian sampel ditimbang sebanyak 2 gram (B) dan dibungkus dengan menggunakan kertas timbel dan ditutup dengan kapas bebas lemak yang selanjutnya dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Pelarut hexan atau pelarut lainnya dimasukkan kedalam labu hingga sampel terendam. Kemudian dilakukan reflux selama 5-6 jam hingga pelarut lemak yang turun menjadi jernih. Pelarut yang telah digunakan disuling dan ditampung. Ekstrak lemak yang ada pada labu lemak kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C-105°C selama 1 jam dan didinginkan pada desikator selama 15 menit dan ditimbang (C). Pengeringan dilakukan berulang hingga didapatkan berat konstan. Kadar lemak tempe dapat ditentukan menggunakan rumus 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)

3.5.5 Uji Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada penelitian ini menggunakan metode gravimetric AOAC (2016). Pengujian kadar abu diawali dengan mengeringkan cawan proselen

dengan oven pada suhu 100°C-105°C selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan selama 15 menit lalu ditimbang (A).

Selanjutnya, sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan proselen (B). Sampel dibakar di atas nyala api pembakar hingga tidak menimbulkan asap, lalu dilakukan pengabuan di dalam tanur listrik pada suhu maksimum 550°C selama 3 jam hingga terbentuk abu berwarna putih. Sampel kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan kemudian ditimbang. Pengeringan dilakukan hingga didapatkan berat konstan (C). Perhitungan kadar abu tempe dapat ditentukan dengan rumus 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)

3.5.6 Uji Kadar Serat Kasar

Pengujian kadar serat tempe Grobogan menggunakan metode SNI 3144:2015 dengan prinsip memisahkan antara sampel dengan asam basa untuk memisahkan serat dari bahan lainnya. Pengujian kadar serat diawali dengan memasukan 2-4 gram sampel bebas lemak dan H₂SO₄ 1,25% sebanyak 50 mL ke dalam Erlenmeyer 600 mL. Kemudian larutan didihkan selama 30 menit dengan pendingin tegak. Kemudian ditambahkan larutan 50 mL larutan NaOH 3,25% dan didihkan kembali selama 30 menit. Setelah pemanasan selesai, saring menggunakan corong brucher yang sudah dilengkapi dengan kertas saring tak berabu (kertas saring Whatman 54,41 atau 541) yang telah dikeringkan dan ditimbang. Cuci filtrat yang didapatkan pada kertas saring berturut-turut menggunakan H₂SO₄ 1,24% panas, air panas, dan etanol 96%. Kertas beserta filtrat dimasukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya dan dikeringkan pada suhu 105°C. Selanjutnya dilakukan pendinginan dan ditimbang hingga bobot konstan. Kadar serat pada tempe Grobogan dapat dihitung dengan 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)

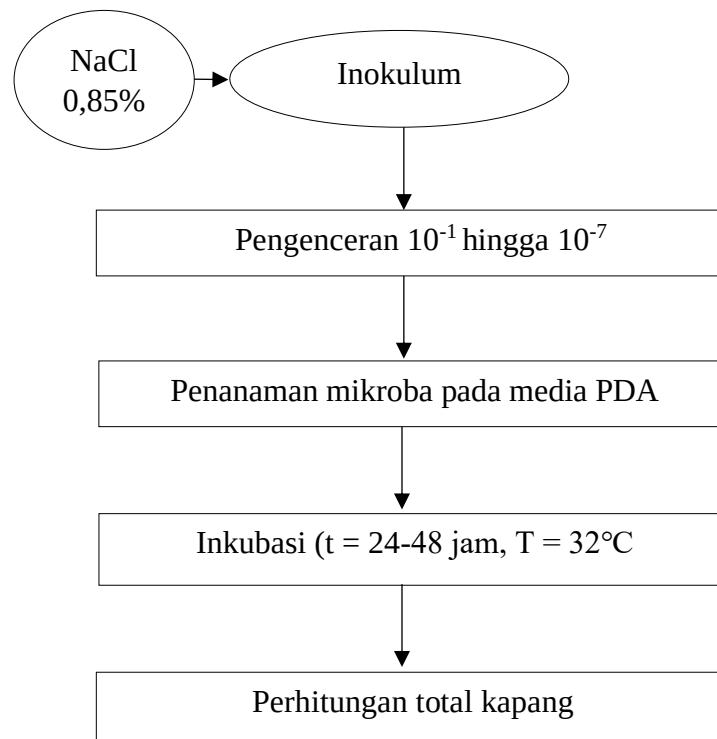
3.5.7 Uji Karbohidrat

Pengujian total karbohidrat pada tempe dilakukan dengan menggunakan metode *by different* (Andarwulan *et al.*, 2011). Metode ini menggunakan prinsip pengurangan angka 100 dengan persentase komponen lain (air, protein, lemak, dan abu). Analisis total karbohidrat dapat dilakukan dan dihitung setelah mengetahui total kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar abu menggunakan rumus sebagai berikut:

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

3.5.8 Perhitungan Total Kapang

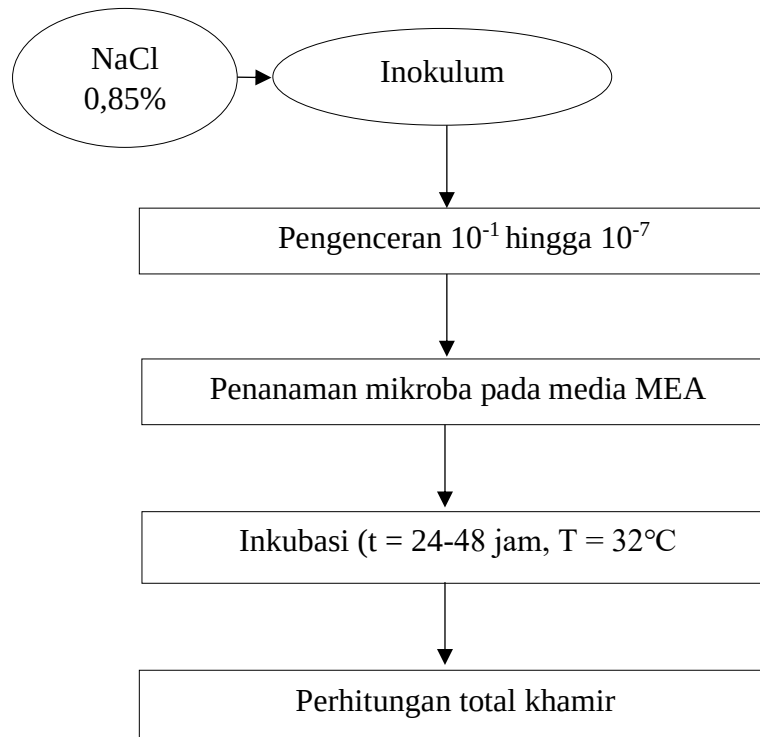
Perhitungan total kapang menggunakan prosedur yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2020). Tempe sesuai perlakuan dianalisis dengan menggunakan media Potato Dextrise Agar (PDA). Masing – masing perlakuan diambil sebanyak 1 gram sampel kemudian dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85% dan dihomogenkan. Selanjutnya dilakukan pengenceran dari 10^{-1} hingga 10^{-7} , lalu diambil 1 mL pada setiap sampel dari tiga pengenceran terakhir dan dilakukan penanaman mikroba pada PDA dengan metode cawan tebar permukaan (surface plate count) secara duplo. Media kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 32°C. Berikut merupakan diagram alir perhitungan kapang pada tempe kedelai Grobogan (Gambar 7).



Gambar 7. Diagram alir perhitungan total kapang
Sumber: Rizal *et al.* (2020)

3.5.9 Perhitungan Total Khamir

Perhitungan total khamir pada tempe kedelai Grobogan menggunakan prosedur yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2020). Tempe sesuai perlakuan dianalisis total khamir nya menggunakan media Malt Eaxtraxt Agar (MEA). Masing – masing perlakuan diambil sebanyak 1 gram sampel dan dicampur dengan 9 mL NaCl 0,85% kemudian dihomogenkan. Selanjutnya dilakukan pengenceran dari 10^{-1} hingga 10^{-7} , lalu diambil 1 mL pada setiap sampel dari tiga pengenceran terakhir dan dilakukan penanaman mikroba pada MEA dengan metode cawan tebar permukaan (surface plate count) secara duplo. Media kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 32°C . Berikut merupakan diagram alir perhitungan kapang pada tempe kedelai Grobogan (Gambar 8).



Gambar 8. Diagram alir perhitungan total khamir
Sumber: Rizal *et al.* (2020)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Konsentrasi ragi mosaccha berpengaruh terhadap parameter sensori meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Konsentrasi ragi mosaccha juga berpengaruh terhadap total kapang, total khamir, dan kadar air tempe.
2. Perlakuan P6 yaitu penambahan ragi mosaccha 1,2% menghasilkan tempe Grobogan dengan sifat sensori terbaik yaitu warna putih menyelimuti hampir seluruh permukaan tempe, aroma khas tempe, tekstur kompak, rasa dan penerimaan yang disukai panelis dan menghasilkan karakteristik mikrobiologi terbaik dengan total kapang 8,5 log CFU/g, total khamir 9,4 log CFU/g, serta kadar air 51,8%. Perlakuan P6 memiliki karakteristik sensori yang tidak berbeda nyata dengan tempe kontrol perlakuan P8 dan P9 yaitu warna putih menyelimuti seluruh permukaan tempe, aroma khas tempe, tekstur kompak dan tidak hancur saat diiris, rasa dan penerimaan keseluruhan yang disukai panelis. Namun menghasilkan karakteristik mikrobiologi yaitu total kapang dan total khamir yang lebih rendah dibandingkan tempe perlakuan P6.
3. Tempe Grobogan dengan penambahan ragi mosaccha 1,2% memiliki karakteristik kimia : kadar protein 23,42% (b/b), kadar lemak 13 9% (b/b), kadar serat kasar 5,75% (b/b), kadar abu 1.5% (b/b), dan kadar karbohidrat 9,38% (b/b).

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yaitu diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kadar cemaran logam, dan total bakteri agar tempe dapat memenuhi SNI dan dapat dikomersialisasikan. Keadaan aseptis saat perbanyakan kultur agar media tidak terkontaminasi mikroorganisme lain terutama pada proses inkubasi dan perhitungan mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustining, D. 2012. Daya hambat *Saccharomyces cerevisiae* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. (Skripsi). Universitas Jember. Jember. Hal: 52-54.
- Alwi, H.A., Damat, D., dan Putri, D.D. 2021. Karakteristik fisikokimia dan organoleptic snack bar berbasis tepung ampas tahu, tepung kacang merah (*Phaseolus Vulgaris* .L) dan kacang kedelai (*Glycine Max* L.). *Food Technology and Halal Science Journal*. 4(1):23-38.
- Amaliyah, F., Wisaniyasa, N.W., Yusasrini, N.L.A. 2017. Pemanfaatan bekatul jagung dan ragi cap jago untuk pembuatan ragi tempe dan karakteristik tempe yang dihasilkan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pangan*. 2(2):231-237.
- Andika, I.K.P., Duniaji, A.S., dan Nocianitri, K.A. 2023. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap karakteristik tempe jagung (*Zea Mays* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 12(2):347-383.
- AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*). 2016. Official methods of analysis association of official analytical chemists. *Chemist Inc*. New York. Hal: 6-7.
- Astawan, M., Wresiyati, T., Widowati, S., Bintari, S.H., dan Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. 22(3):241-252.
- Astawan, M., Tutik, W., dan Makmun, L. 2017. *Tempe: Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. IPB Press. Bogor. Hal: 31-33.
- Badan Pangan Nasional. 2023. Pengerajin tahu tempe dan dorong penguatan ekosistem kedelai nasional. Badan Pangan Nasional. Jakarta. Hal: 3-4.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Standar Nasional Indonesia 3114-2015 Tempe Kedelai. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. Hal: 2-3.
- Bahri, S., Aji, A., Yani, F. 2018. Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan cara fermentasi menggunakan ragi roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unmal*. 7(2):41-52.

- Balitkabi. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang. Hal: 12.
- BPS. 2018. *Grobogan Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik. Grobogan.
- BPS. 2022. *Nilai dan Volume Impor Kedelai Indonesia (2017-2022)*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. Hal: 3
- Budianti, A. 2018. Pengaruh konsentrasi ragi dan lama fermentasi terhadap sifat kimia dan organoleptik tempe kedelai hitam (*Glycine soja*). (Disertasi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Cahyadi, W. 2006. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. Hal: 3.
- Damanik, R.N.S., Pratiwi, N., Widyastuti, N., Rustanti, G., Anjani and Afifah, D.N. 2018. nutritional composition changes during tempeh gembus processing. *iop conf. Series: Earth and Environmental Science*. 116(1):1–10.
- Elfirta, R.R. 2020. Variabilitas beta glukon dari tubuh buah jamur pangan sebagai pangan fungsional penunjang kesehatan: Artikel Riview. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 343-349.
- Fatimah. 2018. Pola pertumbuhan khamir dan aktivitas antibakteri pada tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. (Skripsi). Universitas Lampung. Hal. 32-41.
- Fausiah, A., dan Buqhori, I.P.A. 2018. Karakteristik kualitas kimia daging sapi Bali di pasar tradisional. *Agrovital*. 3(1):8-10.
- Fauziah, A.P., Supriadin, A., daan Junitasari, A. 2022. Analisis pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap nilai gizi dan antioksidan tempe kedelai kombinasi kacang roay (*Phaseolus lunatus*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2022*. 15(1):91-102.
- Ferreira, M. 2011. Changes in the isoflavone profile and in the chemical composition of tempeh during processing and refrigeration. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 46:1555-1561.
- Haloho. J.D., dan Kartinaty. T. 2020. Perbandingan bahan baku kedelai lokal dengan kedelai import terhadap mutu tahu. *Journal Tabaro*. 4(1):49-55.
- Harnowo, D. 2008. *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang. Hal 3.
- Hutulugung, 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 Peranian*. 2(1):45-51.
- Irna, A., Marlana, D., Ariyani, D., Marfhadella, P., Saputri, R., Alfajari, S., dan Latipah, N. 2020. Pengaruh durasi fermentasi dan jumlah ragi terhadap kualitas tempe biji nangka. *Indonesian Science Journal of Food Microbiology*. 113:112-141.
- Izzah, K., Duniaji, A.S., dan Ekawai, G.A. 2023. Pengaruh konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali terhadap karakteristik tempe kacang hijau (*Vigna radiata*, L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 12(1):120-132.
- Javmen, A., Grigiskis, S., and Gliebute, R. 2012. β -Glukan extraction from *Saccharomyces cerevisiae* yeast using *Actinomyces rutgersensis* 88 yeastyzing enzymatic complex. *Biologija*. 58(2):51-59.
- Kardiyono., Marimin., Indastri, N.S., Yuliasih, I., dan Pramuhadi, G. 2018. Strategi peningkatan produktivitas dan kualitas kedelai lokal dengan pendekatan produktivitas hijau. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 28(3):342-353.
- Khazalina, T. 2020. *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan produk halal berbasis bioteknologi konvensional dan rekayasa gentika. *Journal of Halal Product and Research*. 3(2):88-94.
- Khikmah, N., dan Haloho, A.P. 2021. Uji antibakteri *Rhizopus* sp. asal inokulum tempe terhadap *Vibrio cholerae*. *Sciscitatio*. 2(2):82-89.
- Kristanti. N.E., Rahmawati. F., and Maksum. M. 2017. Analys of productivity of soybean (*Glycine Max* (L)) for production for farmer in Indonesia. *KnE Life Science*. 4(2):237-246.
- Kusmiati, A., Thontowi., dan Nuswantara. 2007. Produksi β -Glukan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media dengan Sumber Nitrogen Berbeda pada Air-Lift Fermentor. Biodiversitas, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Cibinong. Hal: 10.
- Kustyawati, M.E. 2009. Kajian peran yeast dalam pembuatan tempe. *J. Agritech*. 29 (2):64-70.
- Kustyawati, M.E., Nawansih, O., and Nurdjanah, S. 2017. Profile of Aroma Compound and Acceptability of Modified Tempeh. *International Food Research Journal*. 24(2):734-740.
- Kustyawati, M.E dan Pujiastuti, P. 2018. Who produces vitamin B 12 in tempeh. *International Conference on Green Agro-Industry and Biocheconomy*. Malang. Hal 5.

- Liana, D., Astuti, T., Purba, D.P., dan Panjaitan, F.J. 2023. Respon fisiologi kedelai (*Glycine max.* l (merr)) varietas ajasmoro di Kecamatan Ruteng, Kabupaten Manggarai. *Savana Cendana*. 8(2):53-57.
- Maimunah., Rusmayadi, G., Langai, B.F. 2018. Pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman kedelai (*Glycine max.* l (merr)) dibawah kondisi cekaman kekeringan pada berbagai stadia tumbuh. *EnviroScienteeae*. 14(3):211-221.
- Mani, V., and Ming, L. C. 2017. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention Cahpte 19: Tempeh and Other Fermented Soybean Products Rich in Isoflavones*. Academic Press. Cambridge, United States. Hal: 14.
- Maryam, S. 2015. Potensi tempe kacang hijau (*Vigna radiata* L) hasil fermentasi menggunakan inokulum tradisional sebagai pangan fungsionl. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 4(2):632-641.
- Moensaku, E., Sine, Yuni., dan Pardosi, L. 2021. Isolasi dan identifikasi kapang *Rhizopus* pada tempe kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L). *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 8(2):61-69.
- Mujianto. 2013. Analisis faktor yang memengaruhi proses produksi tempe umkm di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Reka Agroindustri Media Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 1(1): 1-8.
- Muthmainna., Sabang, S.M., dan Supriadi. 2016. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar protein dari tempe biji buah lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*). *Jurnal Akad Kim*. 5(1):50-54.
- Nurholipah, N., dan Ayun, Q. 2021. Isolasi dan identifikasi *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* pada tempe asal Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*. 15(1):98-104.
- Nurrahman, M., Astuti., Suparmo., dan Soesatyo, M.H.N. 2012. Pertumbuhan jamur, sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam yang diproduksi dengan berbagai jenis inokulum. *Agritech*. 32(1):60-65.
- PERSAGI. 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Gramedia. Jakarta. Hal 4.
- Pratama, F. 2013. *Evaluasi Sensori*. Unsri Press. Palembang. Hal: 4.
- Pratiwi, L.D. 2018. Kajian kinetika pertumbuhan mikroorganisme dan kandungan beta-glukan selama fermentasi tempe dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*4. (Skripsi). Universitas Lampung. Hal:48-68.

- Priatni, S., Anastasia, F.D., Leonardus, B.S.K., and Vijay, J. 2013. Evaluasi kualitas dan sensori tempe dari berbagai ukuran kacang lupin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(2):209-214.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2020. *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai*. Kementerian Pertanian. Jakarta. Hal 5.
- Radiati, A., dan Sumarto. 2016. Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk tempe dari kacang non-kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1):16-22.
- 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. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. Hal 56.
- Ratnaningsih, Ginting. E., Adie. M.M., dan Harnowo, D. 2017. Sifat fisikokimia dan kandungan serat pangan galur-galur harapan kedelai. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14(1):35-45.
- Risnawati. Y. 2015. Komposisi Proksimat Tempe yang dibuat dari Kedelai Lokal dan Impor. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. Hal 52.
- Rizal. S., dan Kustyawati. M.E. 2019, Karakteristik organoleptik dan kandungan beta-glukan tempe kedelai dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2):127-138.
- Rizal. S., Erna. M., Marniza., dan Ramadhani. I. 2017. Pengaruh penambahan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap sifat organoleptik tempe kedelai. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. 1097-1105.
- 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.
- Rodiah, S., Zulfatunnisa, Sumadi, Nuraini, A., dan Rachmadi, M. 2017. Perubahan bentuk dan ukuran benih dua kultivar kedelai (*Glycyne max* (L.) Merr.) di Jatinangor dan Cikajang. *Paspalum*. 5(1):1-6.
- Sapitri, Y., Hastutsi, U.S., dan Witjoro, A. 2021. Pengaruh ragi tempe dengan variasi substrat kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dan kacang kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.) serta dosis ragi tempe terhadap kualitas tempe kedelai. *Jurnal Ilmu Hayat*. 2(1):1-8.
- Saraswati, A.N., Duniaji, A.S., dan Darmayanti, L.P.T. 2023. Pengaruh konsentrasi ragi *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali terhadap karakteristik

- tempe kacang gude (*Cajanus cajan* (L) Millsp). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 12(1):108-119.
- Sebastian. N., dan Banjarnahor. D. 2019. Evaluasi pertumbuhan generatif dan hasil tanaman kedelai varietas Grobogan di Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang. Agriland. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 7(2):135-143.
- Setyani, S.S., Nurdjanah., dan Eliyana, E. 2017. Evaliasu sifat kimia dan sensori tempe kedelai jagung dengan berbagai konsentrasi ragi raprima dan berbagai formulasi. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 22(1):85-96.
- Soka, S., Suwanto, A., Sajuthi, D., dan Rusmana, I. 2014. Impact of tempeh supplementation on gut microbiota composition in spragu-dawley rats. *Research Journal of Microbiology*. 9(4):189-198.
- Stewart, G.G. Associates, G.G.S., and Cardiff. 2014. *Saccharomyces cerevisiae*. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 3:309-315.
- Suknia, S.L., dan Rahmani, T.P.D. 2020. Proses pembuatan tempe *home industry* berbahan dasar kedelai (*Glycine max* (L) Merr) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*. 3(1):59-76.
- Suliantri., Suryaatmadja, S.L., dan Kusumaningrum, H. 2015. Kandungan dan keragaman mikroba beberapa tempe dari daerah Bogor. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil PPM IPB*. 1:229-237.
- Tarwendah, I.P. 2017. Studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2):66-73.
- Wahyudi, A. 2018, Pengaruh variasi suhu ruang inkubasi terhadap waktu pertumbuhan *Rhizopus Oligosporus* pada pembuatan tempe kedelai. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(1):1-8.
- Widprayadewi., Shandi, P.A., Endang, R., dan Sri, R. 2010. *Isolasi dan Identifikasi Rhizopus Oligosporus pada Beberapa Inokulum Tempe*. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Hal: 41.
- Wijayanti, V.O. 2021. Kajian Perbandingan Aktivitas Antioksidan pada Tempe dengan Berbagai Jenis Inokulum. (Skripsi). Bandar Lampung. Hal: 56.
- Yudiono, K., Cahyono, E.D., dan Suprpti. 2018. Pengembangan Disruptive Inovation pada Industri tempe: Pengarus-tamakan bahan baku kedelai lokal-nasional unggulan untuk menunjang kedaulatan pangan. Laporan Hasil Penelitian Hinah PTUPT tahun I. LPPM-UKWK. Malang. Hal: 33.

Yudiono. K. 2020, Peningkatan daya saing kedelai lokal terhadap kedelai impor sebagai bahan baku tempe melalui pemetaan fisiko-kimia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Agrotek*. 14(1). 57-66.